تأثير استخدام مضافات Al_2O_3 في بعض الخواص الميكانيكية للبولي استر غير المشبع

سعاد حامد العيبي
قسم الفيزياء/كلية التربية للعلوم الصرفة والتطبيقية (ابن الهيثم)/ جامعة بغداد

استلم البحث في 18 تشرين الثاني 2012 قبل البحث في 17اذار 2013

الخلاصة

تضمنت هذه الدراسة تحضير نماذج من البولي استر غير المشبع واخرى من البولي استر غير المشبع المدعم بدقائق اوكسيد الالمنيوم (Al_2O_3) التي تم اضافتها بكسور حجمية مختلفة (2%،4%،6%) للمادة الاساس المستعملة في البحث وهي مادة البولي استر غير المشبع وقد اجريت على العينات بعض الاختبارات الميكانيكية التي تضمنت اختبار (الصلادة – الانضغاطية – البلى).

من النتائج المستحصلة تبين ان هنالك زيادة في الصلادة ومقاومة الانضغاط للعينات بعد التدعيم كما ان هنالك زيادة في قيمة الصلادة والانضغاطية بزيادة الكسر الحجمي ،اما عن اختبار البلى الذي اجري بظروف تغيير الحمل المسلط فقد اعتمد الاحمال الثلاثة (5 , 10 , 15) نيوتن بثبوت الزمن وسرعة القرص (500) دورة/ دقيقة تبين من النتائج ان هنالك زيادة في معدل البلىgm/cm (10.6-18.6) بزيادة الحمل المسلط ولجميع العينات قبل التدعيم ومن (5.4-15.2)gm/cm , (4.7-12.9) gm/cm , (4-8.1)gm/cm بعد التدعيم ولكسور حجمية مختلفة كما بينت النتائج ان هنالك نقصان في معدل البلى بزيادةالكسر الحجمي للمادة المضافة.

الكلمات المفتاحية : الصلادة ، الانضغاطية ، الكسر الحجمي

المقدمة

تعد راتنجات البولي استر غير المشبع اكثر الانظمة المرغوبة حاليا في العمل بسبب كلفتها البسيطة ،وخواص الاداء العالي ،والتشغيل بمعدلات سريعة ،وتعدالخواص الكهربائية والفيزيائية الجيدة من اهم مميزات البولي استر فضلا عن سهولة تداوله وتمتاز هذ ه المادة زيادة على ذكر ما بالثبات الجيد في الابعاد ومقاومة للتاكل ان راتنجات البولي استر تمتاز بانها ذ لون مضى فضلا عن انها صلبة ومقاومة للماء والمواد الكيميائية وتتميز بانها بانه ذ وعزل كهربائي عال لذلك فهي تدخل في كثير من التطبيقات مثل صناعة المواد البلاستيكية المختلفة ،وصناعة الرقائق ،والافلام ومواد متراكبة تستعمل في صناعة هياكل الزوارق الصغيرة والطائرات وهياكل البناء والجسور [1,2]0

اضيفت دقائق اوكسيد الالمنيوم الى المادة الاساس البولي استر غير المشبع لكونه من الاكاسيد السيراميكية المهمة صناعيا لما تمتلكه من خواص ميكانيكية وحرارية مثل المقاومة، والثبات الحراري العالي ،والصلادة العالية ،والمقاومة الميكانيكية العالية هو يدخل في كثير من التطبيقات الصناعية مثل صناعة الحراريات ،والقواشط ،والعوازل الكهربائية0

من ضمن الدراسات التي اجريت ما قام به الباحثان فيما يخص اختبار الصلادة ا ذ درسا اضافة الدقائق السيراميكية وكسرها الحجمي في صلادة المادة اللدائنية وتوصلا الى ان اضافة الدقائق بنسب قليلة تؤدي الى تقليل الصلادة وذلك بسبب تركز الاجهادات عند العيوب المتولدة باضافة الدقائق وتصبح الصلادة اعلى بزيادة الكسر الحجمي [3].

كذ لك من ضمن الدراسات التي اجريت ما قام به مجموعة من الباحثين من تحضير ودراسة مادة حيوية متراكبة ذات اساس بوليمري مقواة بدقائق سيراميكية وبينت الدراسة ان الخواص الميكانيكية التي تضمنت (مقاومة الانضغاط والصلادة ومقاومة الشد ومتانة الكسر قد ازدادت بزيادة الكسر الحجمي لحشوات التقوية [4]0

ومن ضمن الدراسات التي اجريت ما قامت به الباحثة ايناس من دراسة للخواص الميكانيكية والحرارية لمادة مدعمة بثلاثة انواع من الدقائق السيراميكية وهي اوكسيد الالمنيوم التجاري واوكسيد الالمنيوم النقي وكاربيد السليكون وبكسور حجمية مختلفة (0 - 0.3) وحجم دقائق يتراوح بين (53-150 µ m) ودرست اثر كفاية الربط بين الاطوار باستعمال مركب سليكوني عضوي [5]0

الهدف من البحث تحضير ودراسة تاثير نسب المضاف من مسحوق اوكسيد الالمنيوم على الخصائص الميكانيكية للبولي استر غير المشبع

الجانب العملي

تقنية تحضير العينات

استعمل راتنج البولي استر غير المشبع مادة اساس للمادة المتراكبة وهو سائل لزج بكثافة ($1.2\ gm\backslash cm^3$) يتحول في درجة حرارة الغرفة الى مادة صلبة بعد اضافة المصلد اليه وهو من نوع (EMKP) (الاثيل مثيل كيتون اوكسيد) اما الدقائق المدعمة المستعملة فكانت عبارة عن اوكسيد الالمنيوم بشكل مسحوق ذي كثافة ($3.72g\backslash cm^3$) ،ومعدل مقاس حبيبي (30µm) ،ودرجة نقاوة (99.99%)ا ذ تم اضافتها الى البولي استر غير المشبع وتم الحصول على مصبوبة متجانسة بصب المزيج قبل ان يصبح ذا قوام جلاتيني واضيفت دقائق اوكسيد الالمنيوم بكسور حجمية مختلفة (2%،4%،6%) وبالاعتماد على العلاقات الاتية [6]:-

$$\psi = W_f \backslash W_c \times 100\ \% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1) \qquad W_c = w_f + w_m \ldots\ldots\ldots(2)$$

$$\phi = \frac{1}{1 + \frac{1-\psi}{\psi} \cdot \frac{p_f}{p_m}}$$

ψ: الكسر الوزني لمادة التدعيم في المادة المتراكبة .

W_c, w_m ,w_f:وزن المادة المتراكبة والمادة الاساس والمادة المدعمة.

ρ_m ,ρ_f: كثافة المادة الاساس والمادة المدعمة.

Ø : الكسر الحجمي لمادة التدعيم .

استعملت طريقة القولبة اليدوية في تحضير النماذج باستعمال قالب من الالمنيوم وصب الراتنج المخلوط مع دقائق اوكسيد الالمنيوم ودورالقالب للحصول على مصبوبة متجانسة وخلطت المكونات بصورة جيدة في القالب وبعد الانتهاء من عملية الصب تم التخلص من الفقاعات المتكونة وذ لك من خلال الضغط بصورة عمودية على مستوى القالب للمادة المصبوبة بفرشاة مسننة وكذلك لغرض الحصول على السمك المطلوب وبعد ترك القالب مدة (24) ساعة لغرض التصلب استخرجت المصبوبة وقطعت العينات لغرض اجراء الفحوصات وحسب المواصفات القياسية .

اجري فحص الصلادة باستخدام جهاز (Durometer Hardness) نوع (ShoreD) اما في اختبار الانضغاطية فقد استخدم المكبس الهيدروليكي نوع (Lay Bold Harris NO3611) ودلك بتسليط الحمل حتى حصول الفشل للعينة ا ذ يمثل اقصى حمل قيمة مقاومة الانضغاط ،اما اختبار البلى فقد اجري باستخدام جهاز البلى الانزلاقي 0

النتائج والمناقشة

تعرف الصلادة بانها مقاومة المادة لتشوه السطح او الثلم او الخدش ، ومن النتائج المستحصلة لقياس قيم الصلادة للعينات المدعمة بدقائق اوكسيد الالمنيوم والتي يمثلها الشكل (1)والذي يوضح علاقة الصلادة دالة للكسر الحجمي اذ تبين من الشكل ان هنالك زيادة في قيمة الصلادة بزيادة الكسر الحجمي ويعزى السبب في ذلك الى زيادة التشابك والتراص (الذي يقلل من حركة جزئيات البوليمر)مما ادى الى زيادة مقاومة المادة للخدش والقطع فتزداد مقاومتها للتشوه اللدن اذ تعتمد صلادة المواد على القوى التي تربط بين الذرات او الجزئيات في المادة فكلما كان الرابط اقوى ازدادت قيمة الصلادة ولذلك فان الربط القوي عند السطح البيني بين الطورين (الراتنج والمادة المدعمة) ادى الى صلادة المواد [7].

يعد السلوك الانضغاطي للمواد المتراكبة من الخواص الميكانيكية المهمة التي اهتم بدراستها العديد من الباحثين اذ نلاحظ من الاشكال (5,4,3,2) التي توضح العلاقة بين (الاجهاد –الانفعال)للعينات المستعملة في البحث ولكسور حجمية مختلفة ان المادة بعد التدعيم اظهرت قيمة اعلى لمقاومة الانضغاط مما في حالة المادة قبل التدعيم ، اما الشكل (6) الذي يمثل العلاقة بين مقاومة الانضغاط والكسر الحجمي فهنالك زيادة في مقاومة الانضغاط بزيادة الكسر الحجمي ويمكن تفسير ذلك على النحو الاتي ان اضافة أي مادة متعلقة بصورة اساسية بوجود العيوب التي تحتويها المادة ومن الجدير بالذكر ان متانة المادة المتراكبة يمكن السيطرة عليها والتحكم بها وذلك عن طريق السيطرة على خصائص بداية نمو العيب ، فهنالك حالتان نظريتان للفشل الانضغاطي تمثلت بنمط الانبعاج (Buckling Mode) ونمط القص (Shear Mode) الذي ينمو عبر الطبقات الداخلية ضمن المادة المتراكبة مما يؤدي الى حصول الفشل بشكل متتابع نتيجة لزيادة تشوه القص وقد وجد ان احد اسباب حصول هذا النوع من الفشل يعود الى وجود بعض العيوب في المادة التي تشكل مناطق لتركيز الاجهادات اذ من غير الممكن ان تصنع مادة خالية من العيوب بصورة تامة [8].

لذلك فان تاثير التدعيم بالدقائق لهذه التراكيب البوليمرية يمكن وصفه بوساطة التوزيع الاحصائي للعيوب في المادة المتراكبة فعند اضافة الدقائق الى راتنج البولي استرغير 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 اعاقة وتاخير الانهيار للمادة [9].

تمت دراسة تاثير الحمل المسلط في معدل البلى في عينات البولي استر قبل التدعيم وبعده اذ تم اعتماد الاحمال الثلاثة (10,5, 15)على التوالي وكانت مدة الاختبار (2) دقيقة وصلادة القرص الحديدي HB(269)،كما درس تاثير الكسر الحجمي على قيمة معدل البلى لعينات البولي استر قبل التدعيم وبعده .وقد اظهرت النتائج ان هنالك زيادة في معدل البلى بزيادة الحمل المسلط لجميع العينات قبل التدعيم وبعده بدقائق اوكسيد الالمنيوم والذي يوضحه الشكل (7) ويمكن ان تعزى زيادة معدل البلى بزيادة الحمل المسلط الى زيادة قوة الاحتكاك الذي يعود سببه الى زيادة القوة الضاغطة (N)

$$F \alpha N$$
$$F = \mu N$$

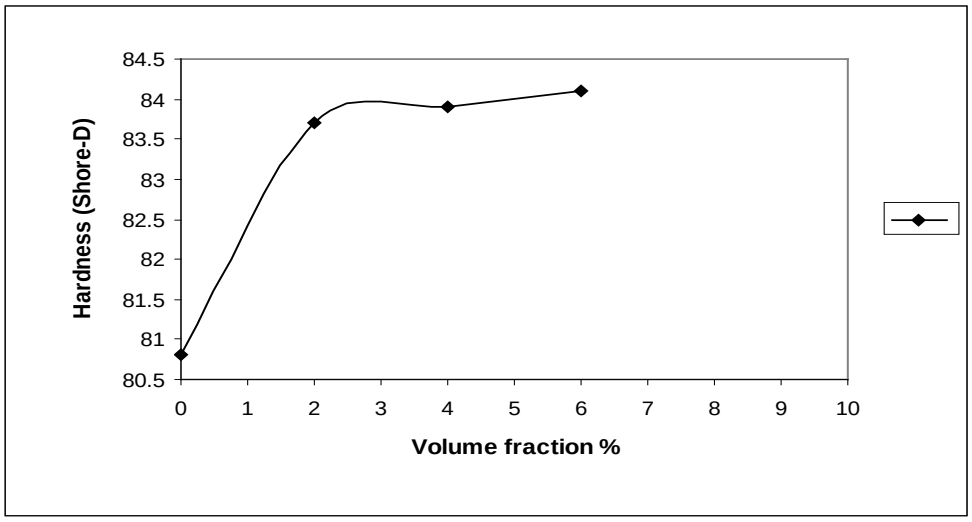
اذ تمثل (μ) تابت التناسب وهو معامل الاحتكاك فضلا عن ارتفاع درجة الحرارة بين سطح العينة والقرص اذ كلا السطحين المحتكين يمتلكان عددا كبيرا من النتوات الحادة وعند اتصال هذه النتوءات بين السطحين نتيجة للحمل المسلط اوالسرعة اما يحدث تشوه لدن او تبقى في حالة اتصال مرن ولكن عندما تكون النتوات حادة فان تاثير الاجهاد في النقاط الحادة ربما يكون اكثر من الاجهاد المرن وبذلك يحدث تشوه لدن عند كل النقاط الحادة، اذ ان لقيمة الحمل المسلط تاثيرا مباشرا 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 والذي يكون على شكل صفائح رقيقة لذا فان التشوه اللدن يزداد بزيادة الحمل المسلط [10].اما الشكل (8) الذي يوضح العلاقة بين معدل البلى والكسر الحجمي فهي علاقة تناقصية يمكن تفسيرها بان اضافة دقائق اوكسيد الالمنيوم يزيد من مقاومة البلى بسبب صلادة الدقائق العالية اذ كلما زادت نسبها زادت صلادة العينة اذ كان المتراكب المنفرد بالكسر الحجمي 6% يمتلك اقل معدل للبلى من المتراكب بالكسر الحجمي 4% وان مقاومة البلى مرتبطة مع الصلادة السطحية للمادة اذ تزداد بزيادتها فضلا عن ذلك فان الدقائق تعمل على انها عناصرحاملة للثقل والاجهاد داخل المادة الاساس اذ تعمل على تقليل او عدم حدوث التلامس مابين سطح العينة والقرص [11].

الاستنتاجات

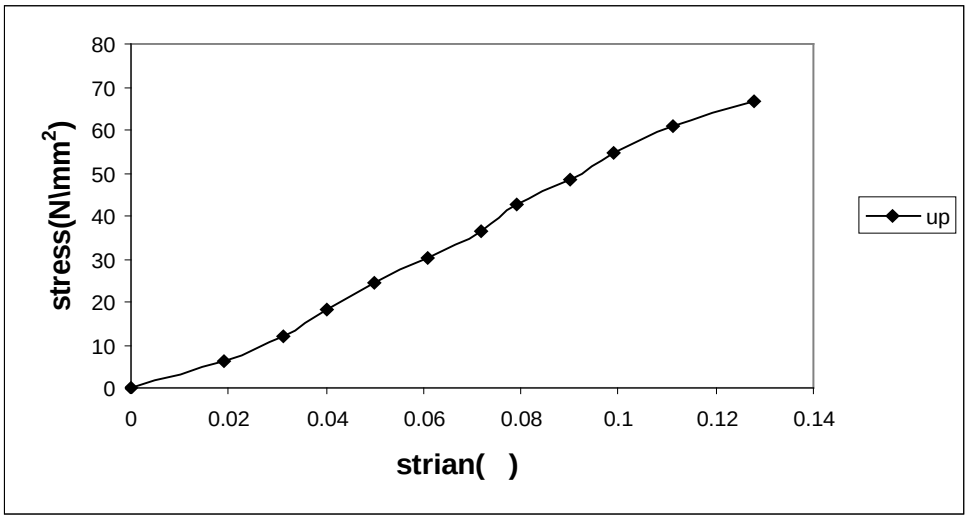
1. 1 - ان اضافة دقائق اوكسيد الالمنيوم الى المادة الاساس البولي استر غير المشبع ادى الى زيادة الخواص الميكانيكية (الصلادة ،الانضغاطية)
2. 2 - تزداد قيم الخواص المذكورة في اولا مع زيادة الكسر الحجمي لدقائق اوكسيد الالمنيوم
3. 3 - ان قيم مقاومة الانضغاط تزداد بزيادة الكسر الحجمي لدقائق اوكسيد الالمنيوم
4. 4 - ان قيمة معدل البلى لجميع العينات قبل التدعيم وبعده تزداد بزيادة الحمل المسلط
5. 5 - قيمة مقاومة البلى تزداد للمواد المتراكبة المنفردة المحضرة في البحث باضافة دقائق اوكسيد الالمنيوم
6. كما ان مقاومة البلى تزداد بزيادة الكسر الحجمي لدقائق اوكسيد الالمنيوم المضافة

المصادر

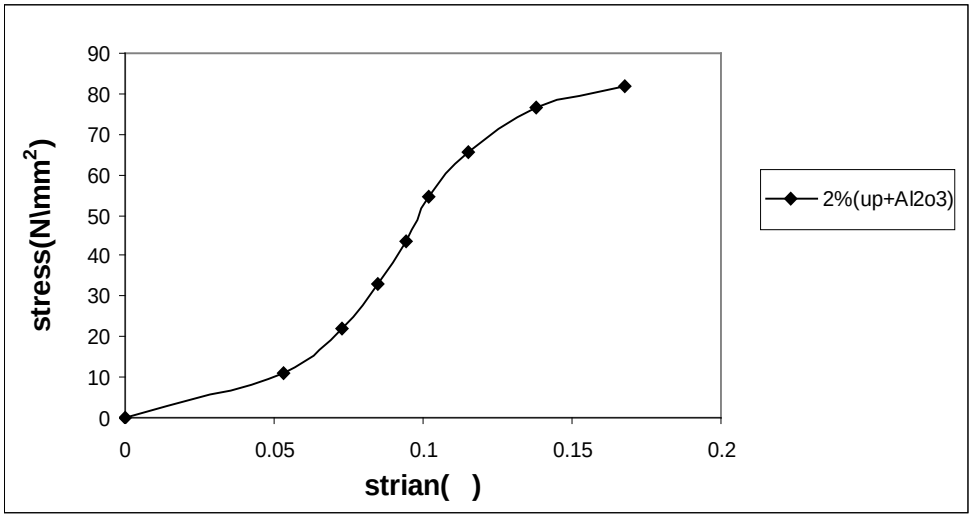
1. Mark, H.F. and Kroschwitz, J.I.(1988), Encyclopedia of polymer science and Engineering , John wiely &Sons,New York.
2. Lubin, G .(1982) Hand-Book of composite, Van Nostrand Reinhold,New ,York.
3. Hague ,Z.U. and Turner, D.T.,(1986), Influnce of particulate fillers on the indenation Hardness of Glass Cross –Lincked polymer ,Journal of Materials science,22, 3379.
4. Khtan ,K, Waleed Aand Rabab A.,(2010), Preperation and characterization of polymer ceramic composite Bio-material.Eng&Tech Journal,28,(13).
5. اسماعيل ،ايناس محي (1999) دراسة الخواص الميكانيكية والحرارية للبولي استر غير المشبع المدعم بدقائق سيراميكية" رسالة ماجستير، قسم العلوم التطبيقية، الجامعة التكنولوجية.
6. Hull ,D .(1981) An introduction to composite materials ,Cambridge university press, first published Inc.
7. Gibson, R.F.(1994), Principle of Composite Material Mechanics,M.C.Graw Hill,Inc,New York
8. Kharkhardin , A.N. (1989) Density of packing of filler particles in composite, International Journal polymer science and Technology 16.
9. Lipatov ,Y .U.S. (1981), Mechanism of the reinforcing action of fillers.International polymer science and Technology,8(8),434.
10. Ajappa, S.B., chandromhani .Gand Subramanlan . R,(2006) ,Materials science – poland,24
11. (2l1)
12. Suresh.B, Chandramohan . G and Sampathkumaran .P, (2007), Investigation of the friction and wear behavior of glass- epoxy with and without graphite
13. filler, J. Reinforced plastic and comp. 26,(81).



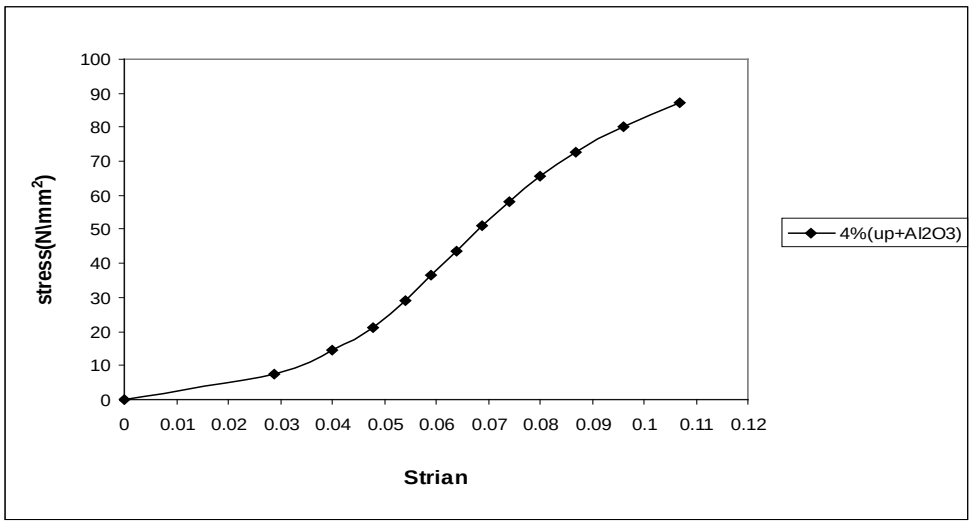
شكل رقم (1) : يمثل العلاقة بين الصلادة والكسر الحجمي للعينات المستعملة في البحث



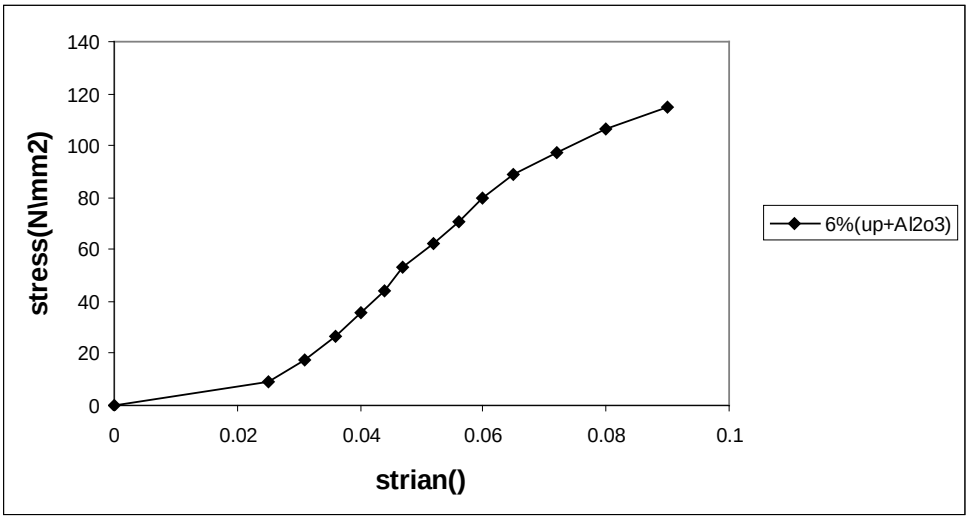
شكل رقم (2) : يمثل العلاقة بين الاجهاد –الانفعال لعينات البولي استر قبل التدعيم



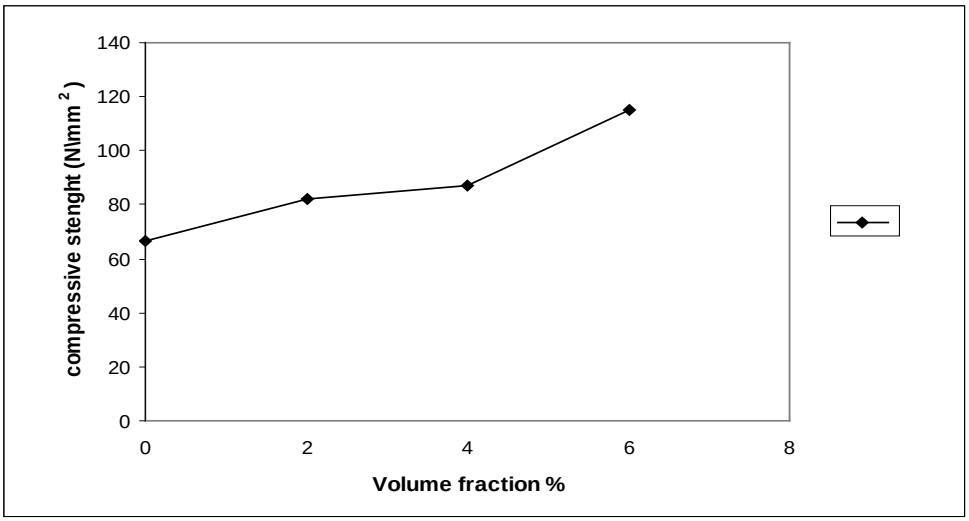
شكل رقم (3) : يمثل العلاقة بين الاجهاد –الانفعال لعينات البولي استر بعد التدعيم بكسر حجمي 2%



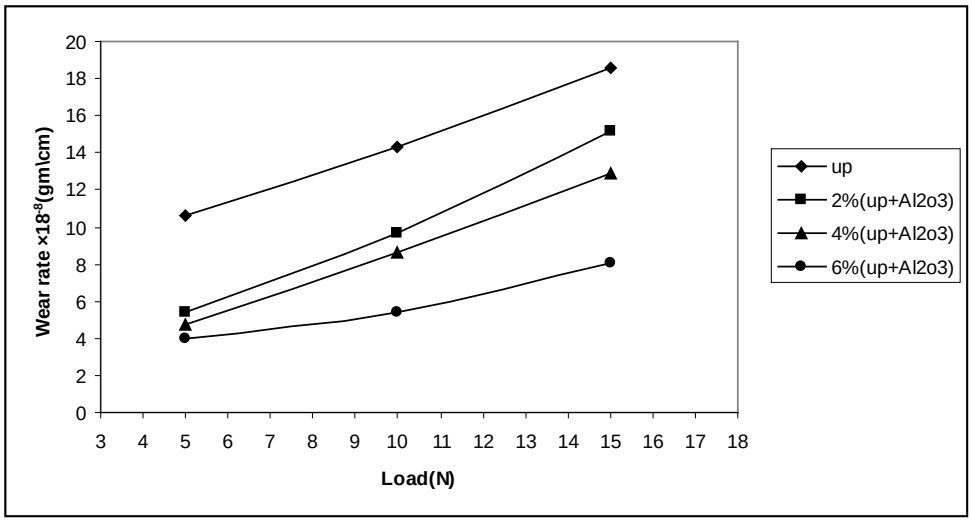
شكل رقم(4) يمثل العلاقة بين الاجهاد –الانفعال لعينات البولي استر بعد التدعيم بكسر حجمي 4%



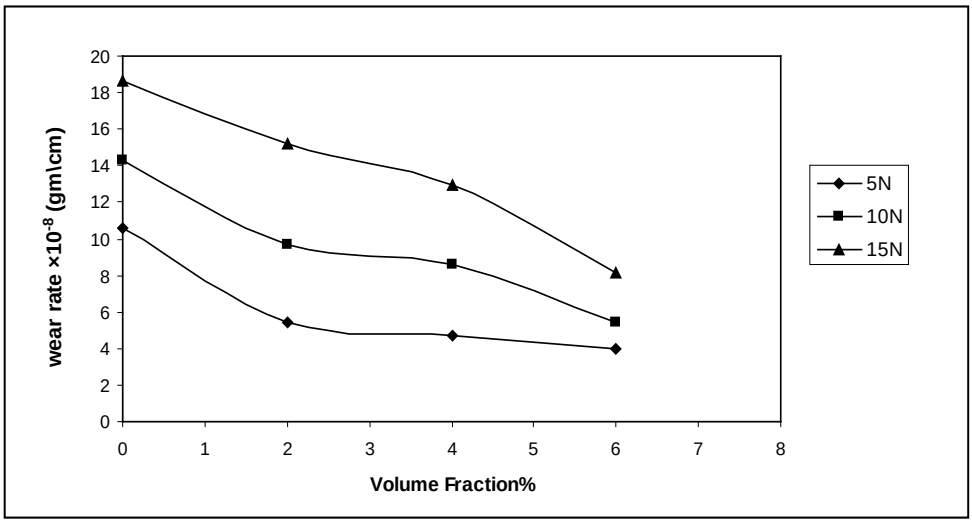
شكل رقم (5) يمثل العلاقة بين الاجهاد –الانفعال لعينات البولي استر بعد التدعيم بكسر حجمي 6%



شكل رقم (6) يمثل العلاقة بين مقاومة الانضغاط والكسر الحجمي للعينات المستعملة في البحث



شكل رقم (7) يمثل العلاقة بين معدل البلى والحمل المسلط لعينات البولي استر قبل التدعيم وبعده



شكل رقم(8) يمثل العلاقة بين معدل البلى والكسر الحجمي للعينات المستعملة في البحث ولاحمال مختلفة

The Effect of Al_2O_3 Additives on Some Mechanical Properties of Un Saturated Polyester Resin

Suad Hamed Leabi
Dept. of Physics /College of Education for pure Science(Ibn Al-Haitham)/
University of Baghdad

Receiverd in : 18 November 2012 Accepted in : 17 March 2013

Abstract

This study included preparation for the unsaturated polyester samples before and after reinforced by the Alumina oxide powder of different volume fraction amounting (2%,4%,6%).

And this research included the study of some of mechanical properties such as (Hardness,compressive,wear).

The results showed that the increase of the hardness and compressive strength after the reinforced and the increase with the volume fraction increase.

As the wear test shows that the wear rate increases with applied load increase(5,10,15) from (10.6-18.6) gm/cm befor reninforced and from(5.4-15.2)gm/cm,(4.7-12.9)gm/cm,(4-8.1)gm/cm,after reinforced from the different volume fraction, and the wear rate decrease with the volume fraction increase.

Keywords：Hardness , compressive , volume fraction