

دراسة بعض الخواص الميكانيكية وتأثيرات الغمر بالمحاليل لخليط من (الايوكسي والبولي أستر غير المشبع) المدعم بألياف الزجاج

بشرى حسني موسى*

تاريخ التسليم: 10/6/2010

تاريخ القبول: 5/5/2011

الخلاصة

تم في هذا البحث تحضير خليط بوليمري من راتنج الايبوكسي والبولي استر غير المشبع كمادة اساس (EP/UPE) بنسبة وزنية % (90 / 10) وقد استعملت ألياف الزجاج بشكل حصيرة محاكة نوع E-glass fiber كمادة مدعمة وبكسر حجمي للألياف قدره ($V_f = 30\%$) باستخدام طريقة القولية اليدوية .
وقد اجريت على نماذج المواد المذكورة أعلاه بعض الإختبارات الميكانيكية شملت اختبار الصدمة واختبار صلادة شور نوع D مع مقارنه نتائج خليط (EP/UPE) مع متراكبه المدعم بألياف الزجاج ، ودراسة تأثير غمر النماذج في محلول حامض H_2SO_4 وقاعدة NaOH وبعيارية قدرها (0.1 N) لكلا المحلولين وبدرجة حرارة الغرفة لمدة (7,14,21,28) يوم ، ولوحظت تأثيرات الغمر على قيم الصلادة ومقاومة الصدمة ، وقد وُجد إن التدعيم بألياف الزجاج يؤدي الى زيادة كل من مقاومة الصدمة و صلادة شور للمادة المترابكة في الظروف الطبيعيه قبل الغمر ، أما تأثيرات الغمر فقد أظهرت النتائج نقصان في قيمة الصلادة لجميع النماذج في كلا المحلولين وزيادة في مقاومة الصدمة في محلول الحامض لجميع النماذج في حين حصل نقصان في مقاومة الصدمة للخليط بمفرده ومتراكبه المدعم بألياف الزجاج عند الغمر بالمحلول القاعدي .

Study Some of Mechanical Properties and Effects of Immersion in Solution of (Epoxy /Unsaturated Polyester) Blend Which Reinforced with Glass Fiber

Abstract

In this research, polymer blend was prepared from Epoxy resin and unsaturated polyester resin as matrix material (EP/UPE) with weight ratio (90/10) %. E-glass fibers type (woven roven) was used as a reinforcement material with volume fraction for fibers ($V_f=30\%$) by using hand lay-up method.

Some mechanical properties were studied on the specimens of the above mentioned materials and then the results of the blend (EP/UPE) compared with its composite which was reinforced with glass fibers. The samples were immersed in (H_2SO_4) and (NaOH) solutions with normality (0.1 N) at room temperature for (7, 14, 21, 28) days.

The effects of the immersion were noticed on the hardness and impact strength values. It was found that the reinforcement with glass fiber leads to the increasing of both impact strength and shore hardness of the composite before the immersion. The effects of immersion showed decreasing of hardness values after immersion samples in to both above solutions while the results of impact strength showed an increasing after the immersion in to the acidic solution and decreasing of the pure blend and its composite after the immersion in to the basic solution.

Keywords: polymer Blend, Glass fiber, Impact strength, Shore (D) hardness

النوعي كما تمتلك مقاومة جيدة للتآكل والتجوية ، لذا اكتسبت المترابكات المدعمة

المقدمة إن المترابكات المدعمة بالألياف تمتلك متانة وجساءة عاليتين نسبة للوزن

1- إن مقدار طاقة الكسر والمطاوعة compliance بعد غمرها في المادة تزداد بمقدار 20 % بسبب الزيادة في وزن العينة نفسها.

2- إن مقدار الزيادة في الوزن الحاصل في العينة نتيجة الغمر في الماء يكون دالة لزممن الغمر .

كما درست الباحثة Wafaa تأثير الخواص الفيزيائية للبولي أستر المدعم بألياف الزجاج حيث استنتجت انه بسبب الطبيعة النسيجية للألياف المحاكاة بشكل حصيرة تعمل كفتوات إضافية لتغلغل المحلول الى داخل المادة المترابكة خلال الليف نفسه وان معامل انتشار الماء في البولي أستر يكون اعلى من معامل انتشار حامض الهيدروكلوريك وحامض الكبريتيك [9].

وقد درس الباحث Park S-J وزملاءه خصائص شبكة بوليمرية متداخلة (IPN) باستخدام تراكيب مختلفه من راتنج البولي أستر المضاف الى راتنج الايبوكسي وقد لوحظ ان نسبة 5% من البولي أستر في الخليط تعطي خواص ميكانيكية عالية خصوصاً مقاومة الصدمة [10]

الجزء العملي

المواد المستخدمة:-

1- المادة الاساس (Matrix):

Material

أ. راتنج الايبوكسي Epoxy Resin (EP):

هو سائل لزج ذو مواصفات معينة , منها قابلية الالتصاق العالية وقلة أنكماشه عند التجفيف, وفي البحث الحالي أستعمل راتنج الايبوكسي نوع quick mast 105 وبكثافة (1.04 gm/cm^3) ويتحول راتنج الايبوكسي الى الحالة الصلبة بعد إضافة مصلده اليه نوع Metaphenylene Diamine (MPDA) وهو مادة سائلة ذات لون شفاف, ونسبة (1:3) ليحدث بينهما تفاعل عند درجة حرارة الغرفة أذ يبدأ بتكون مادة جلايتينية و بعد فترة زمنية معينة نجد ان المادة تتصلب بدرجة حرارة الغرفة. وقد اجريت عملية المعالجة (Curing) في فرن تجفيف

بالألياف المحاكاة اهمية متزايدة، حيث توفر هذه الالياف خواصاً أكثر توازناً في حالة التدعيم الأحادي الإتجاه وهذا يؤدي الى زيادة في الخواص الميكانيكية وتقليل كلفة التصنيع مما جعلها ذات أهمية في كثير من التطبيقات [1][2]. ان معظم المواد تكون معرضة الى التفكك او الإنحلال بفعل العوامل الجوية ، إذ ان معدل التلف يعتمد على طبيعة المادة ، فعند تعرض البوليمرات للظروف الخارجية المختلفة مثل الرطوبة ، المحاليل الكيميائية، الاوزون، الضوء ، الحرارة والإشعة فوق البنفسجية (UV) فإن بعض خواصها سوف تتدهور كاللون والشفافية والمعان ، حيث يحدث تغير في اللون فيصبح داكنا وفي بعض الحالات تحدث حالة تقشر وتتحول المادة إلى حالة هشة (Brittle) [3] [4]. ان غالبية البوليمرات تكون مقاومة للحوامض والقواعد الضعيفة إلا ان الحوامض القوية والمؤسدة تتسبب إنحلال البوليمر وأما القواعد القوية والمذيبات العضوية فانها تهاجم بعض البوليمرات وتؤدي الى تلفها [5][6]. لقد قام الباحث Jones بمناقشة آلية التحلل نتيجة التعرض للظروف البيئية المحيطة التي يمكن بيانها فيما يأتي [7]:

1- فقدان المقاومة لمواد التدعيم بواسطة ميكانيكية التآكل بالاجهاد.

2- الانحلال للسطح البيئي بين المادة الأساس ومواد التدعيم مما يتسبب في فقدان الالتصاق ومقاومة الربط البيئي 3- نفاذية المادة الأساس لعوامل التآكل مثل بخار الماء الذي يؤثر في المادة المترابكة كما مبين في النقطتين (1) و(2).

4- ترتبط صفة المر- لزجة viscoelastic للمادة الاساس بمعامل المرونة والمقاومة وتعتمد على الزمن ودرجة الحرارة.

5- التأثير الموحد لدرجة الحرارة والرطوبة moisture يتمثل بالاسراع في عملية التحلل degradation.

كما قام الباحث K.S.Han بدراسة تأثير الماء على سلوك مادة مترابكة طبقية مكونه من البولي أستر كمادة أساس مقواة بالألياف الزجاجية حيث استنتج ان [8]:

ب . تحضير المادة المترابطة

تم تقطيع حصائر الألياف المستخدمة بالابعاد (12 x 10 cm²) ووزنت باستخدام الميزان الحساس (4 digit) بحيث تحقق الكسر الحجمي (30 %) حسب العلاقة الآتية [11]:

$$\Psi = \frac{w_f}{w_c} \times 100 \% \dots\dots$$

(1)

$$w_c = w_f + w_m \dots(2)$$

$$V_f = \frac{1}{1 + \frac{1 - \Psi}{\Psi} \cdot \frac{\rho_f}{\rho_m}} \dots (3)$$

حيث إن:

Ψ : الكسر الوزني لألياف الزجاج في المادة المترابطة.

w_c : وزن المادة المترابطة.

w_f : وزن ألياف الزجاج ، w_m : وزن (EP+UPE).

V_f : الكسر الحجمي للألياف في المادة المترابطة.

ρ_f : كثافة ألياف الزجاج ، ρ_m : كثافة (EP+UPE).

وقد تم إضافة الخليط البوليمري المحضر في الفقرة (أ) فوق سطح القالب بشكل متساوي ومنتظم ثم رتب الألياف بشكل ست طبقات فوق الخليط البوليمري وبشكل متتابع وبعد الانتهاء من هذه العملية وضع لوح معدني على المادة المترابطة لطرده الفقاعات وتركت المصبوبة مدة 24 ساعة لاكتمال عملية التصلب بعد ذلك فصل المترابك عن اللوح المعدني ثم ادخل في فرن تجفيف بدرجة حرارة 50°C لمدة ساعة لاكتمال عملية المعالجة (curing). ثم قطعت المصبوبة المحضرة الى نماذج لاستخدامها في اختبارات الصدمة والصلادة حسب المواصفات القياسية لكل اختبار.

وبدرجة حرارة 50 °C وذلك لتقليل نسبة التقلصات وزيادة الترابط بين الجزيئات .

ب . راتنج البولي أستر غير المشبع (Unsaturated Polyester Resin) (UPE):

هواحد انواع البوليمرات المتصلدة حراريا والمصنع من قبل شركة (SIR) السعودية و يكون هذا الراتنج على شكل سائل لزج شفاف عند درجة حرارة الغرفة ويخلط مع المصلد نوع بيروكسيد اثيل مثيل كيتون (MEKP) وذلك باضافة (2gm) من المصلد لكل (100 gm) من الراتنج وبكثافة (1.2 gm / cm³) .

2- مواد التددعيم Reinforcing Materials

استخدمت ألياف زجاج نوع E-glass المحاكاة بشكل حصيرة (woven roving) (W.R) والمصنعة من قبل شركة (Mowding LTD UK) وبكثافة (2.56 gm/cm³) وبدرجة انصهار (846 °C) ومعامل انكسار (1.547) .

تحضير العينات 1- تهيئة القالب

عبارة عن لوحين من الحديد المغلون وبابعاد (12 x 10 cm²) حيث اجريت له عملية تنظيف دقيقه تتبعها عملية تجفيف وتم تغليف قاعدته وجوانبه من الداخل بورق حراري مصنع من مادة البولي فينيل الكحول (PVA) وذلك لضمان استخراج العينة من القالب بعد تصلبها.

2- طريقة العمل

لقد استخدمت طريقة القولية اليدوية (Hand Lay-Up) في تحضير العينات لأنها بسيطة الاستخدام ويمكن الحصول من خلالها على عينات بأشكال وابعاد مختلفة .

أ. تحضير الخليط البوليمري

حضرت الخلطة البوليمرية بخلط راتنجي الايوكسي (EP) والبولي أستر غير المشبع (UPE) وبنسبة وزنية (EP /) 90% UPE 10% ثم اضيفت المواد المصلدة للبولي أستر اولاً ومن ثم أضيف مصلد الايوكسي وخلطت خلطاً ميكانيكياً جيداً حتى الوصول الى حالة التجانس.

I.S ويتم حساب مقاومة الصدمة
باستخدام العلاقة الآتية [12]

$$I.S = \frac{U_C}{A} \dots\dots(6)$$

حيث إن:

U_C : الطاقة المطلوبة للكسر (KJ).

A: مساحة المقطع العرضي للأنموذج
(m^2).

2- اختبار الصلادة Test

:Hardness

تم استخدام جهاز صلادة شور Shore D
Hardness ايطالي المنشأ نوع
(TH210) وبالمواصفات القياسية (ISO
868) حيث يستخدم لفحص المواد
البوليمرية التي تمتاز بالصلادة والهشاشة
في الوقت نفسه حيث يتم غرز أداة
الغرز للجهاز في سطح المادة ثم الانتظار
لمدة ثلاث ثوان بعدها تظهر قيمة الصلادة
بشكل رقمي على شاشة الجهاز.

حيث تم غمر العينات المحضرة لاختبار
الصدمة والصلادة في محاليل كيميائية هي
حامض النتريك وقاعدة هيدروكسيد
الصوديوم مع العلم ان المحاليل كانت بنفس
النسبة (0.1 N) كما تم غمر العينات كافة
في فترات زمنية مختلفة (7,14,21,28) يوم
وذلك لتوضيح زمن غمر العينات على قيم
مقاومة الصدمة والصلادة.

النتائج والمناقشة

إختبار الصدمة:

لقد أظهرت النتائج كما في الجدول (1) انه
في الظروف الطبيعية ان مقاومة الصدمة
للخليط البوليمري (EP/UPE) اقل مما هي
عليه بالنسبة للمترابك المدعم بألياف
الزجاج حيث قام الباحث Youming
Cao وزملائه بدراسة الخواص
الميكانيكية مثل مقاومة الصدمة ومقاومة
الشد لخليط من الايوكسي والبولي استر
حيث اظهرت النتائج ان مقاومه الصدمة
ومقاومة الشد اعلى من قيمتهما لراتنج
الايوكسي بمفرده [13].

وقد وجد الباحث Mu-Shih Lin وزملائه
ان هناك توافق (compatibility) جيد
للايوكسي والبولي استر من خلال طبيعة

ج. تحضير محاليل الغمر

لقد تم تحضير المحاليل الكيميائية التالية
وهي حامض الكبريتيك (H_2SO_4) وقاعدة
هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) وبعيارية
قدرها (0.1 N) ويتم تحضير المحلول
القاعدي والبعيارية المذكوره من القانون
الآتي:

$$N = \frac{wt}{eq.wt} \times \frac{1000}{V} \dots\dots(4)$$

اذ ان:

:البعيارية المطلوبة استعمالها للمادة.

N

wt: وزن المادة المطلوبة .

eq.wt: الوزن المكافئ للمادة.

V: الحجم المراد الحصول عليه.

وبعد الحصول على وزن القاعدة المطلوبة
يوضع محلول القاعده في قنينة حجمية
ويسكب فوقه الماء المقطر ويخلط الماء
المقطر مع هيدروكسيد الصوديوم المذابة
للحصول على المحلول القاعدي وبعد
التحضير يفرغ المحلول في الاوعية المهيئة
لغمر العينات.

اما بالنسبة للمحلول الحامضي والذي يكون
على شكل سائل، فيحضر المحلول من
القانون الآتي:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \dots\dots(5)$$

N1: عيارية الحامض المركز

V1: حجم الحامض المركز.

N2: عيارية الحامض المخفف.

V2: الحجم المطلوب.

وبعد الحصول على حجم (V1) توضع هذه
الكمية في قنينة حجمية ويسكب الماء المقطر
فوقها وترج للحصول على محلول متجانس
وبعدها توضع في الاوعية المخصصة للغمر
الاختبارات الميكانيكية :

1- اختبار الصدمة Impact Test :

تم استعمال جهاز الصدمة نوع جارجي

(Charpy Test) والمصنع من قبل شركة

(Inc.,Amityville, New York)

(Testing Machines) حسب المواصفة

القياسية ISO 179 ، حيث طول العينة

(55mm) وعرضها (10mm) وسمكها

(4mm) علماً ان العينات لا تحتوي على شق.

تتعرض المادة إلى المحاليل الكيميائية سوف تنتشر في المادة الأساس وخصوصاً في الفجوات التي تكونت أثناء مرحلة القولية وبذلك ينتج عنها عمليات الامتصاص والتفاعل الكيميائي واللونة وفي النهاية انحلال المادة المترابطة عند الغمر في المحاليل الكيميائية وفي فترات زمنية طويلة [16]

حيث تعمل المحاليل على تكسير الاواصر مع ظهور بعض التشوهات في الأنموذج المتمثلة بالفقاعات عند السطح البيئي ويمكن التنبؤ به الى ان فترة التغطيس قد تزيد من التأثيرات السلبية على بعض خواص المواد [17].

1- اختبار الصلادة:

أظهرت نتائج اختبار صلادة شور D لكافة النماذج كما في الجدول (2) ان الصلادة في الظروف الطبيعية تزداد مع التدعيم بألياف الزجاج لأن الصلادة هي مقياس للتشوه اللدن لذا فان وجود مواد التدعيم كالألياف ترفع من قيمة صلادة المادة نتيجة الزيادة في مقاومة المادة للتشوه اللدن ، فتزداد مقاومتها للتشوه اللدن اذ تعتمد صلادة المواد على نوع القوى التي تربط بين الذرات او الجزيئات في المادة فكلما كان الربط اقوى تزداد قيمة الصلادة [18].

اما تأثير المحاليل على الصلادة فيلاحظ من الجدول (2) والاشكال (3) و (4) انخفاضاً في قيم الصلادة لجميع النماذج قبل وبعد التدعيم مع طول فترة الغمر في محلولي حامض الكبريتيك و هيدروكسيد الصوديوم اي انه كلما ازدادت فترة الغمر فان المحاليل سوف تعمل على تحلل المادة او فشلها وهذا يؤدي الى تقليل مقاومة السطح وبالتالي تقل مقاومة المادة الى الغرز او التخدش وهذا يدل على التأثيرات السلبية لفترة التغطيس .

حيث ان عملية انتشار المحاليل خلال المادة الأساس يعمل على تكسير الاواصر مع ظهور الفقاعات التي تعتبر من ظواهر التشوه في النموذج على جانبي الليف في منطقة اتصاله بالمادة الأساس [15]

السطح عند التصوير بالمجهر الماسح وان الشبكات المتداخلة تلعب دور مهم في امتصاص طاقة التشقق cracking energy (absorption) وتقود الى تحسين المتانة (toughness) [14].

وبصورة عامه ان التدعيم بالألياف ادى الى زيادة في طاقة الكسر للعينات بالمقارنة مع الخليط نفسه وبالتالي زيادة في مقاومة الصدمة. حيث تتحمل الالياف الجزء الأكبر من الاجهاد الصدمي ، اذ انها تعمل على اعاقه نمو الكسر ويطلق عليها معوقات الكسر (crack stopper) [15]. اما عند غمر النماذج في المحاليل المذكورة سابقاً للفترات الزمنية (7,14, 21,28) يوم ، فقد وجد ان مقاومة الصدمة تزداد عند الغمر في محلول حامض الكبريتيك لجميع النماذج قبل وبعد التدعيم كما في الشكل (1) وذلك يعزى للمقاومة العاليه لراتنج الايوكسي والبولي استر للمحاليل الحامضية، مما جعل المادة تمتص طاقه الصدمه بزخم كبير نتيجة قابليتها على التلدن بعد الغمر بالمحلول وعند الوصول الى حالة الاشباع (saturation) رجعت قيمه مقاومة الصدمة الى قيمتها الاصلية تقريباً ، و لوحظ زيادة في ابعاد العينه من (2.66 , 10.1 , 55.2) mm الى (2.7 , 10.25 , 55.8) mm وتغير لونها بالنسبه للخليط (EP/UPE) من اللون الاصفر الى اللون الابيض الشاحب ، في حين انخفضت مقاومة الصدمة كما في الشكل (2) لخليط (EP/UPE) بمفرده ومتراكبه المدعم بألياف الزجاج لجميع النماذج قيد الدراسة ولجميع فترات الغمر في محلول (NaOH) ، حيث ان الياف الزجاج تنتج شقوق داخل المادة الأساس مما يؤدي الى دخول المحلول خلال السطح البيئي (بين المادة الأساس والالياف) بسبب قوى الربط الضعيفه قوى فاندر فالز وبالنهايه تسبب اضرار على النموذج ، وعند امتصاص المحلول من قبل المادة سوف تحصل عملية تمزق جزئي للأواصر مكونة فجوات إضافية مملوءة بالمحاليل الكيميائية والذي يزيد من لونة (Shrinkage) بحيث تنشأ شقوق صغيرة على سطح المادة والفجوات تظهر في المادة الأساس فعندما

- Springer-Verlag , New York
Heidelberg Berlin, 1983.
- [6] Film R.A. & Trojan P.K.,
"Engineering Materials & their
Applications", Houghton Mifflin
Company, Boston, 1990.
- [7] Jones R.M., "Mechanics of
Composite Materials", Scripta
Book Company, New York, 1975.
- [8] K.S.Han & J.Kountsky
,"Composite ", Vol.14 ,
No.1,PP.(67-70),1983.
- [9] Wafaa Mahdi Salih, "study the
Effect of Physical Properties of
Polyester - Fiber Glass",
Australian Journal of Basic and
Applied Sciences , Vol. 3 ,No.4 ,
PP. (4120-4124) , 2009.
- [10] Park S-J , Park W-B & Lee J-R
 , " Roles of Unsaturated Polyester
in the Epoxy Matrix System",
polymer Journal , Vol. 31 , No. 1
pp (28-31),1999.
- [11] D.Hall, "Introduction to
Composite Materials", Cambridge
University Press, 1981.
- [12] Crawford R.J.," Plastic
Engineering", 2nd edition, Pergamon
Press, New York, 1987.
- [13] Youming Cao, Yuefeng Shao ,
Jun Sun & Shang'an Lin ;
"Mechanical Properties of an Epoxy
Resin Toughened by Polyester" ;
Journal of Applied Polymer science
,Vol.90 ,No.90,PP.(3384-
3389),2003.
- [14]Mu-Shin Lin ,Chia-Cheng Liu &
Chen-Tze Lee ;" Toughened
Interpenetrating Polymer Network
Materials Based on Unsaturated
Polyester and Epoxy "; Jpurnal of
Applied Polymer science ,Vol.72 ,
PP.(585-592) ,1999.
- [15] بلقيس محمد ضياء ، " تصنيع ودراسة [15]
خواص مواد بوليمريه متراكبة "رسالة دكتوراه
، علوم تطبيقية- الجامعة التكنولوجية ، 1996 .
- [16] R. P. Swamy ,G. C. Mohan
Kumar ,Y. Vrushabhendruppa,

الإستنتاجات :

- أن أهم الاستنتاجات التي تم التوصل إليها
خلال هذا البحث تلخص بما يلي :
- 1- إن إضافة ألياف الزجاج المحاكة بشكل
حصيرة الى خليط (الإيبوكسي والبولي
أستر غير المشبع) أدت الى زيادة في قيم
الصلادة ومقاومة الصدمة في الظروف
الطبيعية قبل الغمر بالمحاليل الكيميائية.
- 2- انخفاض قيم الصلادة لجميع النماذج
بعد غمرها في المحاليل الكيميائية (المحلول
الحامضي (H₂SO₄) والمحلول القاعدي
(NaOH) .
- 3- زيادة قيم مقاومة الصدمة لجميع
النماذج بعد غمرها في محلول حامض
الكبريتيك .
- 4- انخفاض قيم مقاومة الصدمة لجميع
النماذج بعد غمرها في هيدروكسيد
الصوديوم .

المصادر

- [1] Yunkai Lu, "Mechanical
properties of Random
Discontinuous fiber composite
manufactured from wetlay
process", M.S.c Thesis, state
university, Blacksburg, Virginia,
2002.
- [2] Abo. T.,yasmin A.y, Daniel.
I.M., "Hygroscopic behavior of
woven roven fabric carbon-epoxy
composites" Journal of reinforced
plastics and composites, Vol.24,
No. 2. PP.(195-207), 2005.
- [3] Watter E. Driver, "Plastics
Chemistry and Technology", Van
Nostrand Reinhlod Company,
1971.
- [4] Film R.A. & Trojan P.K.,
"Engineering Materials & their
Applications", Houghton Mifflin
Company, Boston, 1990.
- [5] Stepek J. & Daoust H.,
"Additives For Plastics ",

Method " , The Butter Worth Group ,
The Plastics Institute , (1971) .
هدى جبار عبد الحسين "مقاومة البلى [18]
لخلائط بوليمرية متصلدة حراريا" رسالة
ماجستير ، علوم التطبيقية - الجامعة
التكنولوجية، 2008.

“Study of Areca- Reinforced Phenol
Formaldehyde Composites “, Journal
of Reinforced Plastic and
Composites, vol.23, No.13,
PP(1373-1382), 2004 [17] G. C.
Lves , J. A. Mead and M. M. Riley ,
" Handbook of Plastics Test

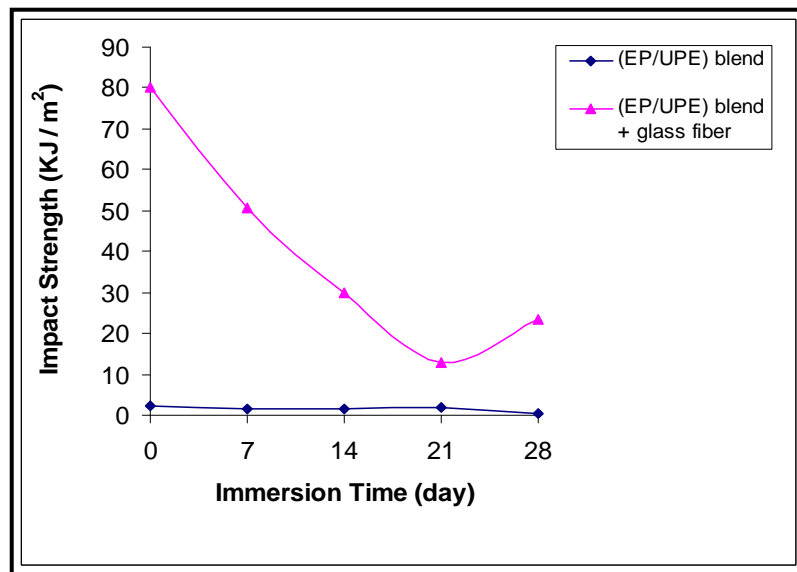
الجدول (1) يوضح نتائج مقاومة الصدمة لنماذج الإختبار قبل وبعد التعرض للمحاليل الكيميائية

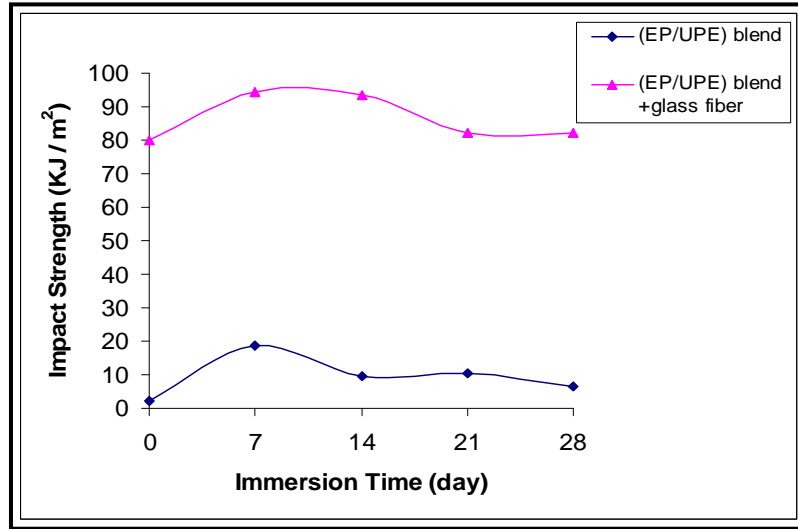
Ambient Conditions		I.S (KJ/m ²)	
		(EP+UPE) Blend	Blend + (Glass Fiber)
N.C		2.26	80.1
NaOH	7 days	1.50	50.78
	14 days	1.42	29.95
	21 days	1.94	12.75
	28 days	0.32	23.35
N.C		2.26	80.1
H2SO ₄	7 days	18.61	94.24
	14 days	9.43	93.38
	21 days	10.53	82.20
	28 days	6.49	82.27

الجدول (2) يوضح نتائج صلادة شور D لنماذج الإختبار قبل وبعد التعرض للمحاليل الكيميائية

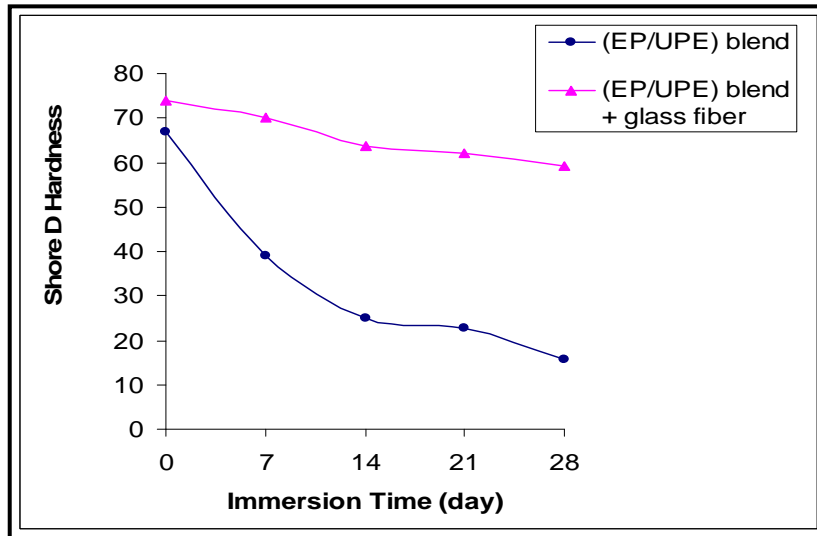
Ambient Conditions		Shore D Hardness	
		(EP+UPE) Blend	Blend+(Glass Fiber)
N.C		67	73.8
NaOH	7 days	64.7	72.3
	14 days	51	54.5
	21 days	47.9	53.8
	28 days	42.4	48.2
N.C		67	73.8
H ₂ SO ₄	7 days	39	70
	14 days	25.1	63.6
	21 days	22.6	62.2
	28 days	15.8	59.2

الشكل (1) يوضح نتائج مقاومة الصدمة لنماذج الإختبار قبل وبعد التعرض
لحامض الكبريتيك وبعيارية (0.1 N)

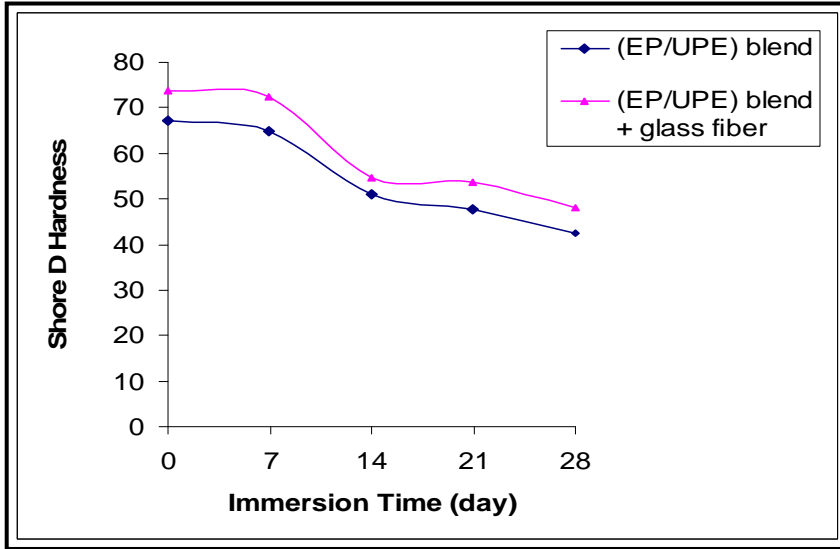




الشكل (2) يوضح نتائج مقاومة الصدمة لنماذج الإختبار قبل وبعد التعرض
لهيدروكسيد الصوديوم وبيعيارية (0.1 N)



الشكل (3) يوضح نتائج صلادة شور D لنماذج الإختبار قبل وبعد التعرض
لحامض الكبريتيك وبيعيارية (0.1 N)



الشكل (4) يوضح نتائج صلادة شور D لنماذج الإختبار قبل وبعد التعرض
لهيدروكسيد الصوديوم وبعيارية (0.1 N)