

دراسة السلوك الميكانيكي والحراري لمادة الإيبوكسي المدعم بالألياف

حياة خلف حميد

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

استلم البحث :11حزيران 2014 قبل البحث:15 كانون الاول 2015

الخلاصة

استعمل في هذه الدراسة راتنج الايبوكسي كمادة أساسية للمواد المترابطة، وتم استعمال ألياف الزجاج وألياف الجوت وألياف PVC بصورة حصيرة محاكاة كمواد مدعمة وبكسر حجمي مقداره 30%، إذ تم تحضير نوعين من الايبوكسي غير المدعم والايبوكسي المدعم بألياف الجوت والزجاج وPVC، وتضمنت الدراسة بعض الاختبارات الميكانيكية التي شملت (Bending Test, Impact Test) بدرجات حرارية مختلفة، كما تم إجراء اختبار الموصلية الحرارية لحساب معامل التوصيل الحراري في درجات حرارية مختلفة. وأظهرت النتائج أن قيم معامل المرونة تقل بزيادة درجات الحرارة، وتزداد كل من طاقة الكسر ومتانة الكسر والموصلية الحرارية بزيادة درجات الحرارة.

الكلمات المفتاحية: راتنج الايبوكسي، وألياف PVC، وألياف الجوت، وبوليمر

المقدمة

شاع استعمال المواد المترابكة ذات الوسط الراتنجي في أغلب التصميمات الحديثة نظراً لتفوق خواصها في العزل الحراري على بقية المواد الأخرى، فهناك تطبيقات عديدة برزت فيها الحاجة إلى مواد ذات قابلية عالية على التحمل لدرجات حرارية مرتفعة التي قد تتعرض لها المادة في أثناء الخدمة بحيث يمكن استعمالها كواقبات حرارية [1]. في عام (2007) قامت الباحثة (رولا) بدراسة معامل يونك (E) ومقاومة الصدمة وماتانة الانحناء (F.S) ومقاومة القص للطبقات الداخلية (T) والصلادة السطحية ومعامل التوصيل الحراري (K) لمادة مترابكة هجينة مكونة من مادة الالبيوكسي المدعمة هجيناً بألياف الزجاج، وألياف الكربون، وألياف (الكاربون + الزجاج)، ومن ثم تمت مقارنة خواص هذه المواد عند درجات حرارية مختلفة هي $(2 \pm 20, 40, 60, 23)$ ، وكانت نسبة الكسر الحجمي 30% وأن مواد التدعيم المستعملة هي عبارة عن ألياف محاكة بصورة حصرية، ووجد أن معامل المرونة (E) والصلادة السطحية تزداد في حالة التدعيم وتقل عند زيادة درجة الحرارة، أما ماتانة الانحناء وقوة القص فقد وجد بأنها تزداد في حالة التدعيم على اختلاف أنواعها، وتزداد أيضاً بزيادة درجة الحرارة. أما مقاومة الكسر فإنها تزداد في حالة التدعيم بالألياف ومع زيادة درجة الحرارة أيضاً [2].

وفي عام (2008) قام الباحث (Ali) بتحضير مواد مترابكة من راتنج الالبيوكسي مع ألياف الجوت والزجاج منفردة وسوية لتكوين مادة مترابكة هجينة بكسر حجمي 30%، إذ درس فيها معامل المرونة وماتانة المادة وماتانة الكسر للمواد المترابكة ومقارنتها مع راتنج الالبيوكسي غير المدعم وذلك لملاحظة تأثير عملية التدعيم في خواص المواد المترابكة عند درجات حرارية مختلفة $(0, 25, 40, 60)$ °C، وأظهرت النتائج أن الخواص الميكانيكية للالبيوكسي المدعم بألياف الجوت أعلى بكثير من الالبيوكسي غير المدعم، ولكنه في الوقت نفسه أقل من الالبيوكسي المدعم بألياف الزجاج [3].

وفي عام (2009) قام الباحثان (علي، بلقيس) بتحضير مادة مترابكة هجينة تحوي مادة أساسية واحدة هي الالبيوكسي (EP) مدعمة بأنواع مختلفة من الألياف الطبيعية وصناعية (ألياف الزجاج المحاكة العشوائية + ألياف الكفلر 49 + الألياف المعدنية + ألياف النخيل) بكسر حجمي مقداره 25%، وأجريت اختبارات حرارية تضمنت استعمال قرص لي لحساب معامل التوصيل الحراري في درجات حرارية مختلفة. وأظهرت النتائج أن الموصلية الحرارية تزداد بزيادة درجات الحرارة [1].

وفي عام (2013) أجرت الباحثة (Raghad) دراسة على الشد وماتانة الانحناء وقوة الصدمة لبعض مترابكات الالبيوكسي، وتضمن النوع الأول مترابك الالبيوكسي مدعماً بألياف الكاربون المقطعة، أما النوع الثاني فتضمن مترابك الالبيوكسي هجيناً مدعماً بألياف الكاربون المقطعة وألياف الزجاج المحاكة بكسر حجمي 30% لكل نوع. أجريت الاختبارات ضمن درجة حرارة المختبر، وامتلك المترابك الهجين الالبيوكسي المدعم بالألياف (الزجاج + الكاربون) خصائص ميكانيكية أعلى من المترابك الالبيوكسي المدعم بألياف الكاربون، وأوضحت النتائج أن إضافة ألياف الزجاج المحاكة أدت إلى زيادة الشد وماتانة الانحناء وماتانة الكسر للمترابك الهجيني المدعم بألياف الكاربون المقطعة فقط [4].

الجانب النظري

1- اختبار الانحناء Bending Test:

لغرض حساب معامل المرونة لجميع العينات استعمل جهاز الاختبار الثلاثي (Three Point Test) المصنع في شركة (Phywe) الألمانية. يتضمن مبدأ عمل الجهاز تثبيت العينة من طرفيها على مرتكزين، ويتم تسليط ثقل بصورة تدريجية على الحامل المثبت عند منتصف العينة مما يسبب انحناءها تدريجياً، وعن طريق مؤشر مقياس الانحراف يمكن قراءة الانحراف (Deflection) الحاصل للعينة ذات الأبعاد المعروفة، ونحسب معامل المرونة من العلاقة الآتية [5]:

$$E = \left(\frac{Mass}{Deflection} \right) \times \frac{gS^2}{48l} \dots\dots\dots(1)$$

إذ إن:

ميل الخط المستقيم للمنحنى، (g) التعجيل الأرضي $(9.81m/s^2)$ ، (I) عزم الانحناء الهندسي، إذ إن I تعطى بالعلاقة الآتية [6]:

$$I = \frac{bd^3}{12} \dots\dots\dots(2)$$

إذ إن:

(b) عرض الأنموذج (m)، (t) سمك الأنموذج (m).

2- اختبار الصدمة Impact Test:

لغرض حساب طاقة الكسر التي يمكن حساب مقاومة الصدمة، وماتانة الكسر للمادة عن طريقها، تم استعمال جهاز الصدمة نوع (Charby Test) المصنع من شركة (Testing Machines INC, AMITYVILLE, New, AMITYVILLE, New York) يتم

لتسخين العينة وذلك عند وضعها داخل فرن حراري مدرج يثبت عند درجة حرارة 20°C أو 40°C أو 60°C ، وتوضع داخل الفرن لمدة (15) دقيقة، وبعد ذلك تأخذ العينة وتثبت جيداً وتوضع في الموقع المخصص لها بجهاز (جاري) إذ ترفع المطرقة إلى أقصى ارتفاع، ثم يصغير مقياس الطاقة، ثم يحرر البندول باستعمال العتلة المثبتة على المقياس وبحركة تأرجحية تتحول الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية يفقد جزء منها في كسر العينة، ويتم حساب مقاومة الصدمة من العلاقة الآتية [7]:

$$\text{Impact Strength} = \frac{\text{Fracture Energy (KJ)}}{\text{Area (m}^2\text{)}} \dots (3)$$

أما متانة الكسر فتحسب من العلاقة الآتية [8]:

$$K_c = \sqrt{G_c E} \dots (4)$$

إذ إن:

(K_c) متانة الكسر للصدمة ($\text{Mpa.m}^{0.5}$)، (G_c) متانة الصدمة للمادة (J/m^2)، (E) معامل المرونة للمادة (Mpa).

3- اختبار الموصلية الحرارية Thermal Conductivity

إن الخاصية التي تميز قابلية المادة على نقل الحرارة هي التوصيلية الحرارية، وإن الطريقة المعتمدة لقياس التوصيلية الحرارية للمواد العازلة هي طريقة قرص لي (Lee's disk method). لحساب معامل التوصيل استعمل جهاز قرص لي المصنع في شركة (Griffen & George). يتكون الجهاز من ثلاثة أقراص معينة هي (A, B, C)، توضع العينة (S) بينهما، والقرص الثاني يمثل المسخن، ويليه القرص الثالث. وبالاعتماد على حساب كمية الحرارة في المادة خلال العينة تم حساب قيمة معامل التوصيل الحراري (K) من المعادلة الآتية [9]:

$$K \left(\frac{T_B - T_A}{ds} \right) = e \left[T_A + \frac{2}{r} \left(dA + \frac{1}{4} ds \right) T_A + \frac{1}{2r} ds T_B \right] \dots (5)$$

وتحسب قيمة e من العلاقة الآتية [9]:

$$IV = \pi r^2 e (T_A + T_B) + 2\pi r e \left[dAT_A + \frac{1}{2} ds (T_A + T_B) + dBT_B + dCT_C \right] \dots (6)$$

إذ إن:

(e) تمثل كمية الطاقة الحرارية المارة عبر وحدة مساحة القرص لكل ثانية، و (T_A, T_B, T_C) درجة حرارة الأقراص (A, B, C) على التوالي، و (d) سم القرص، و (I) التيار المار (Amper)، و (V) الفولتية المجهزة (volt)، و (r) نصف قطر القرص.

الجزء العملي

1- المواد المستعملة

استعمل هذا البحث راتنج الايبوكسي نوع (Thortex) المحتوي على مجاميع الايبوكسايد (Epoxydes)، يتمتع الايبوكسي الذي يرمز له (EP) المستعمل في هذا البحث بخواص تميزه من بقية الأنواع وهي لزوجته الواطئة التي تسمح بخلطه مع مواد التدعيم بصورة جيدة لحين الوصول إلى التشبع التام ما بين المادة الأساسية ومادة التدعيم، كذلك فهو يمتلك خاصية التصاق عالية، فضلاً عن حدوث انكماش بعد صب القالب وتصلبه، أما المصلد المستعمل فهو ميتافينيلين داي أمين (MPDA) فهو مادة سائلة خفيفة القوام ذات لون شفاف. يضاف المصلد إلى الراتنج بحسب نسب الخلط كل (150g) من الراتنج تضاف إليه (50 g) من المصلد) ويحدث بينهما تفاعل عند درجة حرارة الغرفة. أما مواد التدعيم المستعمل في هذا البحث فهي ثلاثة أنواع من الألياف، وهي ألياف الزجاج (E-glass) التي تمتلك كثافة مقدارها (2600 kg/m^3)، وألياف الجوت (1040 kg/m^3)، وألياف PVC كثافتها (1390 kg/m^3)، أما شكل هذه الألياف فيكون بهيئة حصيرة (woven roving) باتجاه ($0-90^{\circ}$).

2- تحضير العينات

a- عملية تهيئة القالب

اتبعت تقانة القولية اليدوية في تحضير العينات في هذه المرحلة، ولغرض صب الخليط، تم تصنيع قالب، وهو عبارة عن لوحين من الحديد المغلوق بالأبعاد (25 cm x 25 cm)، وبعد تهيئة القالب أجريت عملية تنظيف دقيق تبعثها عملية تجفيف، ولضمان عدم التصاق راتنج بالقالب بعد التصلب تم تغطية الوجه الداخلي من كل قالب بطبقة رقيقة من مادة الفابلون كمادة عازلة، بعدها أصبح القالب جاهزاً لعملية الصب.

b- نسب الإضافة

تم تصنيع متراكبات هجينة بكسر حجمي مقداره 30% وذلك بالاعتماد على العلاقات الآتية [10]:

$$\psi = \frac{w_f}{w_c} \times 100\% \dots (7)$$

$$w_c = w_f + w_m \dots (8)$$

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

إذ إن (Ψ) الكسر الوزني لمادة التدعيم، و (Φ) الكسر الحجمي لمادة التدعيم، و (ρ_f) كثافة مادة التدعيم، و (ρ_m) كثافة المادة الأساسية، و (w_f) وزن مادة التدعيم، و (w_m) وزن المادة الأساسية، و (w_c) وزن المادة المترابطة.

ج- تقانة التحضير

تم تحضير العينات الأولى من مادة الايبوكسي فتحسب من دون إضافة أي مواد للتدعيم، والثانية من مادة مترابطة هجينة تتضمن الايبوكسي والألياف (ألياف الزجاج + ألياف PVC + ألياف الجوت) وهي أجمعها محاكاة بصورة حصرية باتجاه $(0-90^\circ)$. وحضرت المترابطة الليفية الهجينة من تقطيع الألياف المستعملة بالأبعاد $(25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm})$ ووزنت بواسطة الميزان الحساس ذي درجة تحسس مقدارها (0.0001 g) بحيث تحقق الكسر الحجمي (30%) إذ إن الكسر الحجمي لألياف الزجاج (8.5%) ، وألياف الجوت (13%) ، وألياف PVC (8.5%) . وحضر الراتنج ووزع فوق الألياف إذ إن الألياف تنغمر كلياً بالراتنج، ووضعت الألياف بنحو طبائقي بحيث تضع حصىرة من ألياف الجوت بين طبقات من ألياف PVC، ثم أضيفت إليها طبقات من ألياف الزجاج، وبعد الانتهاء من التشكيل وضع اللوح المعدني على المادة المترابطة، وبعدها ترك المترابك مدة 24 ساعة بهذا الوضع لغرض إتمام عملية التصلب، ثم فصل المترابك عن اللوح المعدني وترك فترة ثلاث ساعات أخرى في درجة حرارة (60°C) وذلك لغرض إكمال التفاعلات الكيميائية، ثم قطعت القوالب الخاصة بالفحوصات بحسب المواصفات الخاصة بالاختبار، وأجريت عملية التنعيم والصلق بواسطة أوراق كربيد السليكون بدرجات نعومة مختلفة وذلك بعد تثبيته في الجهاز الدوار للتنعيم.

النتائج والمناقشة

1- الانحناء

تتميز المواد المترابطة من غيرها من المواد بأنها تحتوي على ثلاث مناطق تمثل منطقة الأساس ومنطقة الألياف (مادة التدعيم) والمنطقة البيئية. وتتغير الخواص الميكانيكية للمترابكات بتأثير كل منطقة (الأساس والألياف البيئية) في المنطقة الأخرى [11]، إذ عدت هذه المناطق هي مناطق انتقال الإجهاد، فمواد التدعيم في المترابكات البوليميرية عادة لا تتحمل معظم تأثير الإجهادات الخارجية وذلك لأن المادة البوليميرية (المادة الأساس) تقوم بنقل الإجهاد إلى الألياف عبر السطوح البيئية. ويلاحظ من الشكل (1) والشكل (2) الانحراف (Deflection) يتناسب طردياً مع الحمل المسلط. فعند زوال تأثير الحمل المسلط تسترد حالتها الأولى، ونستنتج أنها تخضع لقانون هوك، الجدول (1) يستعرض قيم معاملات المرونة لجميع النماذج عند درجات حرارية مختلفة، إذ تظهر زيادة في قيم معامل المرونة بالنسبة إلى الايبوكسي المدعم بالألياف ما هو عليه في حالة الايبوكسي غير المدعم وذلك عند تسليط الإجهاد على المادة المترابطة سوف يتوزع الإجهاد بين كل من المادة الأساسية والألياف وذلك لأن الألياف سوف تتحمل جزءاً من الإجهاد، ولكون المواد الراتنجية مواد ذات طبيعة هشة، أي إنها تظهر معدلات انفعال عالية تحت تأثير إجهادات الانحناء، لذلك فإن عملية إضافة الألياف إلى المادة الأساسية يحسن قيم معامل المرونة لها، أي إن قيم معامل المرونة للمادة المترابطة أعلى من قيم معامل المرونة للمادة الراتنجية [12].

ومن الشكل (3) يظهر أن ارتفاع درات الحرارة سوف يؤدي إلى انحدار في قيم معامل المرونة، ويعزى سبب ذلك إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات في السلسلة البوليميرية مع ارتفاع درجة الحرارة للفحص مما يؤدي إلى ضعف في قوى الترابط بين السلاسل الجزيئية للمادة الأساسية مصحوبة بمعدلات انفعال كبيرة نسبياً إلى انخفاض قيم معامل المرونة بعد أن تصبح المادة الأساسية لينة [13]، في حين عند انخفاض درجة الحرارة تزداد قيم معامل المرونة بسبب حدوث حالة الشد في الروابط الموجودة بين السلاسل الجزيئية مما يؤدي إلى تقيد حركتها بحيث تصبح المادة صلدة وذات معدلات انفعال واطئة مما يزيد من معامل مرونتها [12].

2- الصدمة

إن عملية التدعيم بالألياف أدت إلى زيادة الطاقة المطلوبة لكسر المادة وبالتالي زيادة في مقاومة الصدمة لها، هذه الزيادة تتحدد بنوع الألياف وبالكسر الحجمي لها، إذ تعمل هذه الألياف على إعاقه نمو الكسر بصورة عامة عند المقارنة بين طاقة الصدمة للأنموذج المدعم بالألياف مع الأنموذج غير المدعم بالألياف سوف يلاحظ زيادة في حالة الكسر في المادة المدعمة سبب وجود الألياف التي تتحمل الجزء الأكبر من الإجهاد الصدمي، إذ تعمل الألياف كمعوقات للكسر [14]. نلاحظ في الجدول (2) والشكل (4) أن ارتفاع درجة الحرارة أدى إلى ارتفاع الطاقة الممتصة إذ تزداد طاقة الكسر نتيجة ارتخاء الأواصر بين جزيئات المادة وحركتها انزلاقياً، وهذا يعطيه إمكانية امتصاص جزء من الطاقة مما يؤدي إلى زيادة الطاقة المطلوبة للكسر وبالتالي زيادة متانة المادة. إن مقدار طاقة الكسر تقل مع انخفاض درجة الحرارة، والسبب في ذلك

أن المادة تتحول إلى الشكل الصلب الهش فتتقيد حركة الجزيئات وتصبح الروابط بينهما في حالة الشد القصوى، أي حصول حالة الشد في الروابط الموجودة بين السلاسل الجزيئية للمادة الأساسية التي تؤدي إلى تقيد حركتها وحدوث كسر في المادة الراتنجية [12، 15]. أما متانة الكسر فانخفضت بسبب معامل المرونة الذي انخفض عند درجة الحرارة العالية كما في الجدول (3).

3-الموصلية الحرارية

يزداد مقدار زيادة معامل التوصيل الحراري (K) للمادة المترابطة تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة المحيطة بها كما في الشكل (6)، إذ تتأثر المواد البوليميرية بنحو كبير بتغير بدرجات الحرارة اعتماداً على نوع وتركيب المواد البوليميرية. إن التوصيل الحراري في المواد الصلبة تعتمد على الفونونات التي تمثل اهتزازات الشبكة هي المسؤولة عن انتقال الحرارة في المواد العازلة، لذا فإن عملية تصادم الفونون مع آخر تعد عملية مهمة عند تلك الدرجات التي عندها يزداد عدد الفونونات المشاركة في عملية التصادم، أي إن جزيئات المادة بامتصاصها الطاقة الحرارية سوف تزداد من سعة ذبذباتها حول موضع الاتزان وبتصادمها مع ما يجاورها من الجزيئات تكتسب تلك الجزيئات المجاورة لها طاقة تجعلها تتذبذب بسعة أكبر مما كانت عليه وبتصادم هذه الجزيئات بدورها مع ما يجاورها من الجزيئات الأخرى تكسبها طاقة، وهكذا نرى أن الحرارة تنتقل عن طريق ذبذبة الجزيئات من دون انتقالها من موضع الاتزان [1]. إن التدعيم بالألياف أدى إلى زيادة الموصلية الحرارية، وهذه الزيادة في قيمة الموصلية الحرارية تعتمد على التوصيل الحراري للألياف لكنها تختلف من ليف إلى ليف آخر، أي إن إضافة ألياف الزجاج وPVC أدى إلى رفع قيمة الموصلية الحرارية للراتنجات [12] كما هو مبين في الجدول (4).

الاستنتاجات

- 1- إن التدعيم بالألياف حسنت من الخواص الميكانيكية والفيزيائية لمادة الأيبوكسي.
- 2- معامل المرونة كان له تأثير عكسي، أي إن معامل المرونة للنموذجين يقل بزيادة درجة الحرارة.
- 3- تزداد طاقة الكسر بزيادة درجة الحرارة وبالتالي تزداد متانة الكسر ومتانة الصدمة.
- 4- تزداد الموصلية الحرارية بزيادة درجة الحرارة.

المصادر

- 1- علي حسن رسن، د. بلقيس الدباغ (2009)، دراسة تأثير درجة الحرارة والأشعة فوق البنفسجية على قيم التوصيلية الحرارية لمواد مترابطة هجينة، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 27، العدد 9، ص(302-309).
- 2- رولا عبد الخضر، (2007)، "دراسة تأثير الحرارة على الخواص الميكانيكية لمترابك هجيني"، مجلة جامعة النهريين، المجلد 10، العدد 1، ص(11-23).
- 3- Dr. Al, H. Haleem, (2008), Effect of Jute Fibers on the Mechanical Properties of Epoxy Resin, The Iraqi Journal of the Mechanical and Materials Engineering, 8, 1, (59-67).
- 4- Mohamoned, R. H. (2013), Study the Effect of Glass Fibers on Mechanical Properties of Epoxy composite, Eng. & Tech. Journal, 31, Part (B), 5, (635-659).
- 5- Delmont, J. (1981), Technology of Carbon and Graphite Fiber Composites, New York.
- 6- Tolf, G. and Clarin. P. (1984), Composition Between Flexural and Tensile Modulus of Fiber Composite, Fiber Science and Technology, 21, 4, (319-326).
- 7- Broutman, L. J. and Krock, R. H. (1967), Modern Materials, Eddison-Wisely London.
- 8- Askeland, D. R. & Phule, P. P. (2003), The Science & Engineering of Materials, 4th ed. www.poweshow.com/view/df7e1_njciy
- 9- Price, D. M. (2000), Thermal Conductivity of PTEF & PTEF Composites, North American Thermal Analysis, Florida.
- 10- Broutman, L. J. & Kroc, R. H. (1970), Composite Materials, Academic Press, Inc, London.
- 11- Yiband, H. W. C. ,Shortall. J. B. (1976), Journal of Adhesion, 8, 2, (155-169).
- 12- رسن وعلي حسن، (2006)، دراسة السلوك الميكانيكي والحراري لمواد مترابطة هجينة"، رسالة ماجستير، قسم العلوم التطبيقية، الجامعة التكنولوجية.
- 13- McGrum, N. G. ;Buckly. C. P. and Bunchnall. C. B. (1997), Principles of Polymer Engineering, 2nd ed, John Wiely and Sons, New York.
- 14- Adams, K. and Discall, (1987), Instrumental Impact Testing of Plastics and Composite Materials, By AOTM.
- 15- Lee, S.; Scott. R. F. ;Goupent, P. C. ;Vibbin, W. H. and Poon, C. (1988), Composite, 19, 14, (300-310).

www.pubt.ac.in/syllabus/final_updated_new_metch_bput_2009_10_polmer_nanotech.pdf

جدول رقم (1): قيم معامل المرونة عند درجات حرارة مختلفة لمادة الايبوكسي قبل التدعيم وبعده

Materials	E (Mpa)		
	20°C	40°C	60°C
EP	240	190.8	106.3
EP + E-glass + Jute + PVC	1411.2	1097.6	597.02

جدول رقم (2): قيم متانة الصدمة للايبوكسي قبل التدعيم وبعده عند درجات حرارية مختلفة

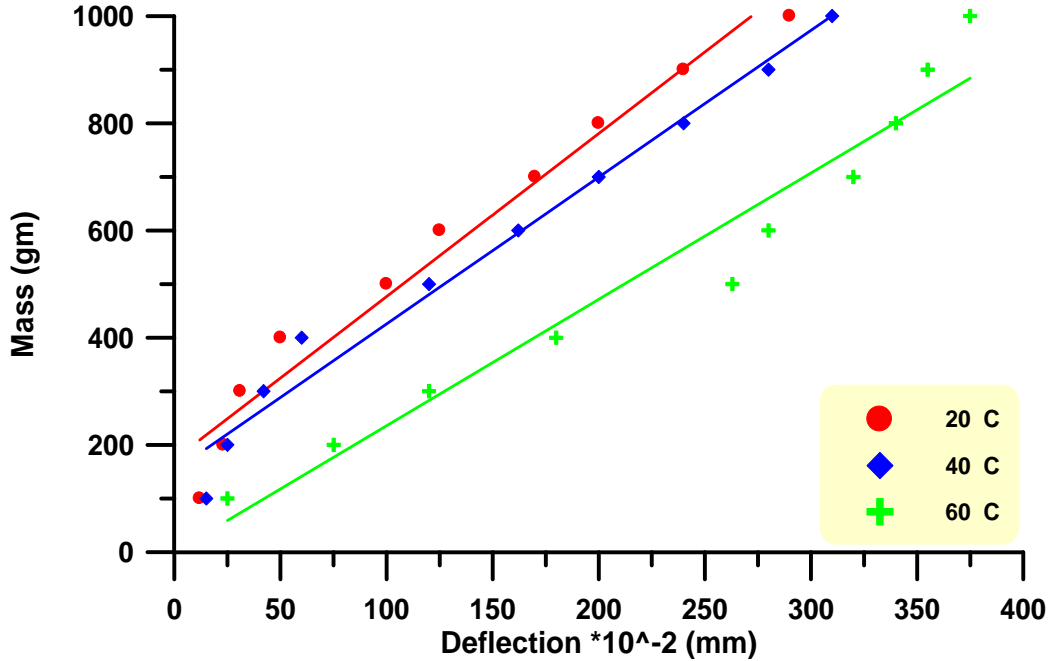
Materials	G _c kJ/m ²		
	20°C	40°C	60°C
EP	20.6	24.3	40.5
EP + E-glass + Jute + PVC	106	110.6	118.3

جدول رقم (3): قيم متانة الكسر لمادة الايبوكسي المدعم وغير المدعم عند درجات حرارية مختلفة

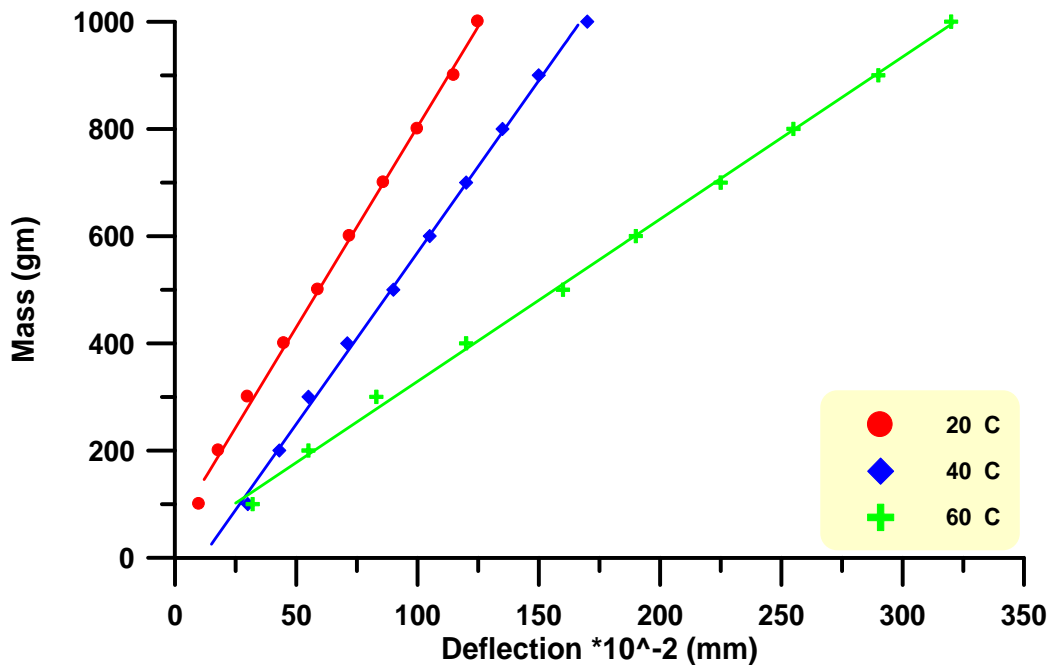
Materials	K _c (Mpa.m ^{0.5})		
	20°C	40°C	60°C
EP	70.31	67.66	65.61
EP + E-glass + Jute + PVC	386.7	348.4	206.26

جدول رقم (4): تغير قيم معامل التوصيل الحراري لجميع النماذج قبل التدعيم وبعده عند درجات حرارية مختلفة

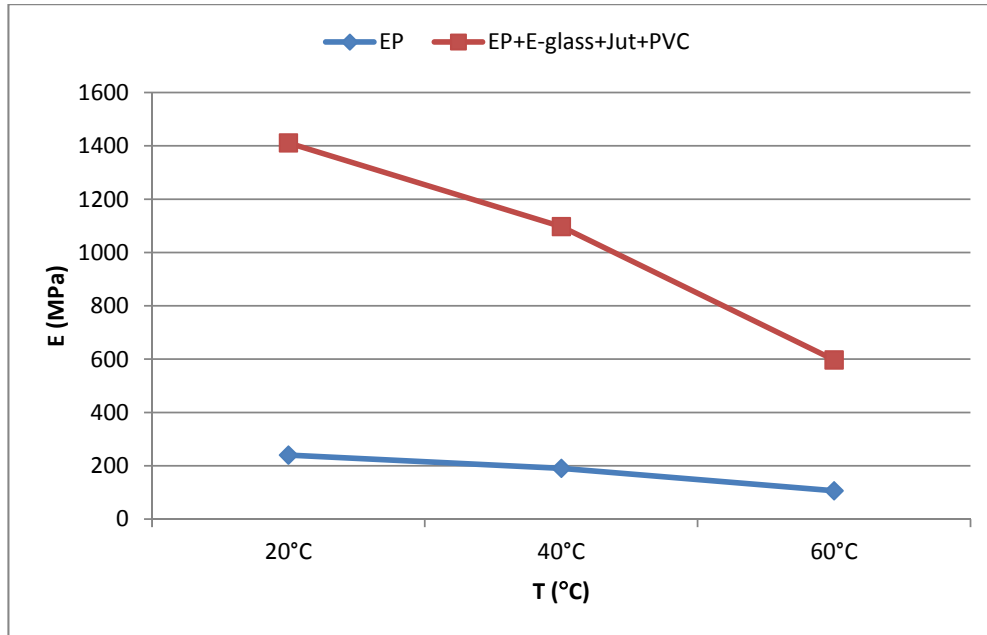
Materials	K-value (w/m.°C)		
	20°C	40°C	60°C
EP	0.283	0.359	0.411
EP + E-glass + Jute + PVC	0.344	0.565	0.593



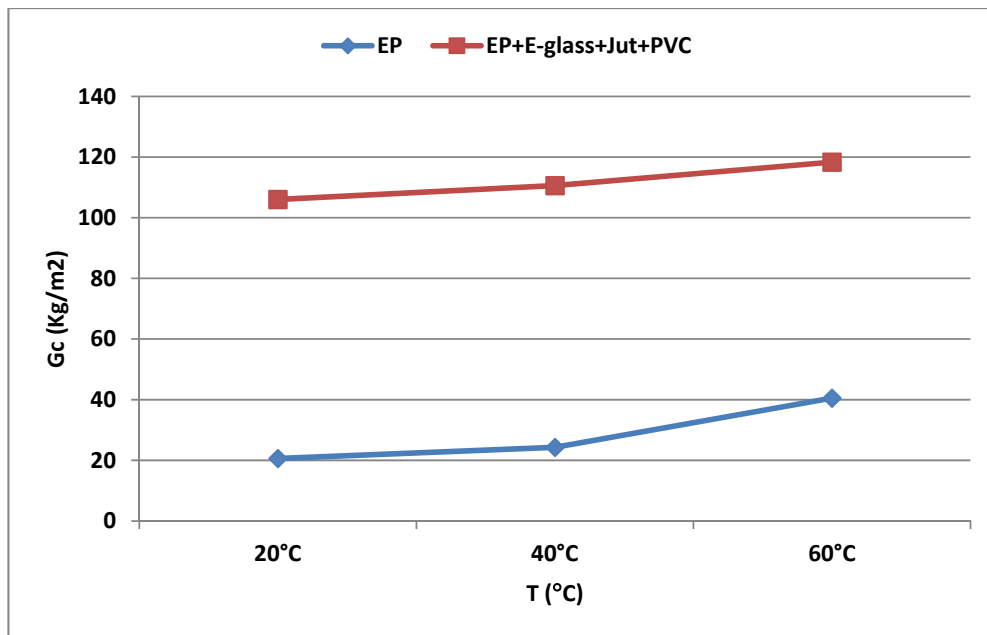
شكل رقم (1): العلاقة بين الكتلة والانحراف لأنموذج الإيبوكسي غير المدعم في درجات حرارية مختلفة



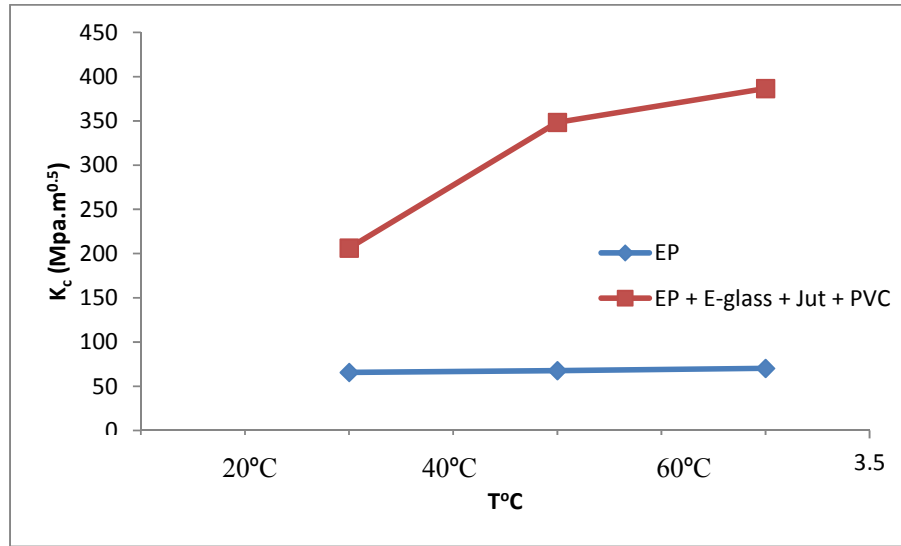
شكل رقم (2): العلاقة بين الكتلة والانحراف لأنموذج الإيبوكسي الدعم بالألياف عند درجات حرارية مختلفة



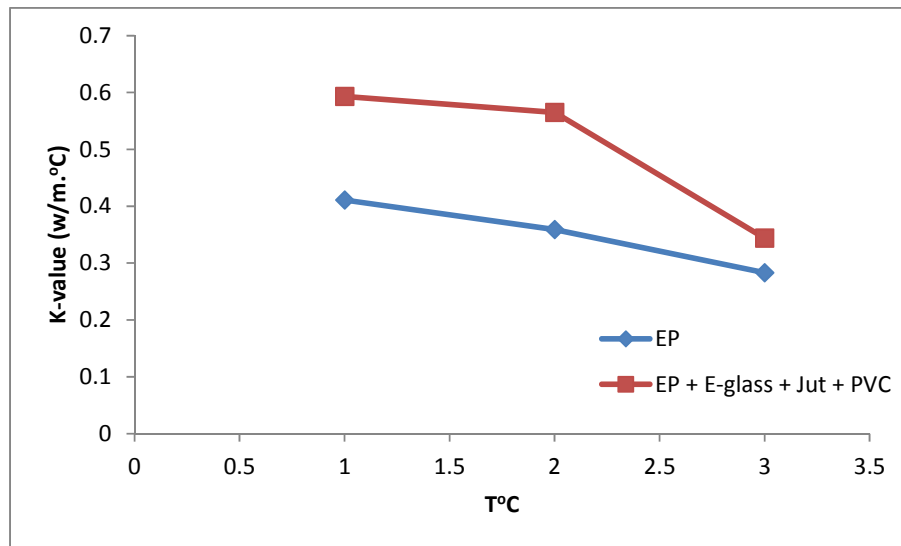
شكل رقم (3): العلاقة بين معامل المرونة للإيبوكسي المدعم وغير المدعم بالألياف عند درجات حرارية مختلفة



شكل رقم (4): العلاقة بين متانة الصدمة للإيبوكسي المدعم وغير المدعم بالألياف عند درجات حرارية مختلفة



شكل رقم (5): يوضح العلاقة بين متانة الكسر للابوكسي المدعم وغير المدعم عند درجات حرارية مختلفة



شكل رقم (6): يوضح العلاقة بين الموصلية الحرارية للابوكسي المدعم وغير المدعم عند درجات حرارية مختلفة



Study of Mechanical and Thermal Behavior for Epoxy Reinforced by Fibers

Hayat K. Hameed

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

Received in : 11June 2014 Accepted in:15December2015

Abstract

In this study, epoxy was used as a matrix for composite materials, with E-glass fiber, jute and PVC fiber which was woven roving fiber, as reinforcement with volume fraction ($V_f = 30\%$). There are two of prepared types of epoxy non reinforced, epoxy reinforced with E-glass, jute and PVC fibers including study of mechanical tests (Impact test, Bending test) different temperature and thermal conductivity and calculating the temperatures coefficient at different temperature. Results show that elastic modulus at rate values decrease to the increase of temperature and the impact strength, impact energy and thermal conductivity increase with increase temperature.

Key words: Epoxy resin, PVC Fiber, Jut fiber, polymer