التأثير الحراري على الزحف والشد للبولي ستايرين المدعم بألياف صناعية ونباتية

حسنيه هادي ذنون

قسم العلوم التطبيقية–الجامعةالتكنولوجية، العراق-بغداد.

الملخص

تم في هذا البحث تحضير ودراسة تأثير الحرارة على الخصائص الميكانيكية (الزحف، الشد) للبولي ستايرين المدعم بألياف الزجاج الصناعية نوع E-glass (Woven roving) وكذلك المدعمة بألياف نباتية (القنب) بكسر حجمي 25% .

لقد تم حساب طاقة التنشيط وثابت الزحف ومعامل المرونة (معامل يونك) للمادة قبل وبعد التدعيم بدرجات حرارية مختلفة. أظهرت النتائج ان ثابت الزحف للمادة يزداد مع زيادة درجة الحرارة. وكذلك تزداد طاقة التنشيط للمتراكب بعد التدعيم. أما قيمة معامل المرونة فقد تغيرت من 2000 N/m^2 إلى 4000 N/m^2 بعد التدعيم بألياف الزجاج ومن 2000 N/m^2 إلى 2833 N/m^2 بعد التدعيم بألياف القنب.

Abstract

Preparation & studying effect of heating on mechanical properties (creep, tension) for reinforced polystyrene composites with E-glass (Woven roving) fiber & natural fiber (Kinab) with volume fraction 25%.

Activation energy, creep constant & Young modulus were calculated for the material before & after reinforcement for different temperatures. Results showed that the creep constant for the material increased with increasing temperature. The activation energy increases more much after reinforcement. While the Young modulus changed from 2000 N/m^2 to 4000 N/m^2 after reinforcement by E-glass & increased also from 2000 N/m^2 to 2833 N/m^2 after reinforcement by Kinab fiber.

المقدمة

يعتبر البولي ستايرين من البوليمرات المهمة صناعياً، على الرغم من أنها مادة لدائنيه مطاوعة للحرارة وتمتاز بخاصية العزل الكهربائي العالية ومقاومتها للصدمات بشكل جيد ومتانتها العالية وخفة وزنها وقابليتها لتحمل الظروف الخارجية فهي تستخدم في صناعة بعض أجزاء المركبات الفضائية وهياكل السيارات وأدوات الرياضة وصناعة الطائرات والسفن وكذلك التطبيقات الطبية كالاطراف الاصطناعية[1و2] .

يحضر بوليمير الستايرين بطريقة البلمرة العالقة أو بلمرة الكتلة[3] بتركيب (atactic) أتيكتك، وبذلك يكون غير بلوري ويمتلك درجة انتقال زجاجي (T_g =100 °C) ودرجة انصهار(T_m=239°C) [3] مقاوم للقلويات الهاليدية والعوامل المؤكسدة، كما يدخل المونومير (ستايرين) في متراكبات بوليميرية عديدة يستفاد منها تجارياً[4]. دخلت ألياف الزجاج وأهمها (E-glass) في تطبيقات كثيرة أهمها ما يخص العزل الحراري والكهربائي، كما ان لها مقاومة ميكانيكية عالية ويتميز بمقاومته للتآكل الكيماوي الحاصل بسبب الماء والحوامض والمحاليل الأخرى [5و6].

عند تعريض المادة الناجهاد فأن العلاقة بين الاجهاد والانفعال تعطى بالمعادلات التالية [7] :-

$$\epsilon = B\,\sigma^m\,t^k \qquad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث m, B ثوابت المادة و k ثابت الزحف و ∈ الانفعال عند الزمن t و σ الإجهاد. وتم حساب قيمة k من العلاقة بين Iog∈ و Iog t وكذلك طاقة التنشيط بالاعتماد على معادلة ماكسويل بولتزمان [$n=n_o \exp(-E_a /KT)$] فأن معدل الانفعال يمثل :

$$\Delta\in/\Delta t = A \exp(-E_a/RT) \quad \ldots\ldots (2)$$

حيث: E_a طاقة التنشيط , R ثابت الغاز المثالي, T درجة الحرارةالمطلقة , t الزمن, A ثابت.وبعد أخذ لوغارتم الطرفين يتم حساب طاقة التنشيط من العلاقة بين Iog(Δ∈/Δt) و1/T.

وعند تعرض المادة الى شد فان الاجهاد يعطى بالعلاقة التالية[8].

$$\sigma = \in E \quad \ldots\ldots (3)$$

حيث σ الإجهاد(F, σ = F/A القوة المسلطةو A مساحة المقطع) و∈ الانفعال $\in = \Delta L/L_0$ ، حيث L_o الطول الأصلي، ΔL مقدار الاستطالة في الطول) و E معامل يونك.

إن الهدف من البحث هو دراسة التأثير الحراري على بعض الخواص الميكانيكية للبولي ستايرين قبل وبعد التدعيم بألياف صناعية ونباتية.

الجانب العملي

استخدمت المواد التالية في تحضير النماذج:

1- البولي ستايرين المجهز من قبل الشركة العامة للصناعات البلاستيكية وبشكل حبيبات كثافتها $1.113 gm/cm^3$ ذات درجة انتقال زجاجي T_g (100)°C.

2- ألياف الزجاج الصناعية نوع (Woven roving) E-glass ذات مقاومة شد قصوى 3.448 MPa.

3- ألياف نباتية (القنب).

تم تحضير النماذج باستخدام القولبة اليدوية وملخص الطريقة كالآتي:

بعد إضافة الكلوروفورم (كمادة رابطة) إلى البولي ستايرين وخلطه جيداً تم وضع طبقة من الخليط على سطح مستوي يليه طبقة من الألياف ثم تليها طبقة من الخليط وأخرى من الألياف , وبذلك فإن عدد الطبقات أربعة طبقات كل طبقة بسمك 2mm وبكسر حجمي 25% معتمداً على الطريقة الوزنية في حساب الكسر الحجمي[9] وبعده يتم تسليط ضغط بحدود 5 طن/م2 لفترة زمنية 15 دقيقة لضمان التصاق الخليط بالألياف ثم يتم تقطيعه إلى نماذج خاصة باختبار الشد والزحف وبأبعاد مساوية لأبعاد العينات القياسية [10]. القياسات كانت حسب (ASTM-D638-87) بعدها تنعم العينات بالمبارد اليدوية ومن ثم استخدمت أوراق التنعيم والصقل لضمان التخلص من الخدوش على السطح لتصبح جاهزة لأجراء الاختبارات عليها.

الأجهزة المستخدمة

1- جهاز الزحف نوع (TEQ equipment Apparatus), وهو يستخدم احساب معدل الزحف وطاقة التنشيط.

2- جهاز اختبار الشد نوع (Instron 1195) لغرض قياس متانة الشد ومعامل المرونه.

3- مسخن هوائي(blower) لغرض إجراء الاختبارات بدرجات حرارية مختلفة.

النتائج والمناقشة

أجريت جميع الاختبارات الآنفة الذكر في درجة حرارة المختبر 290°K ثم جرى تسخين النماذج عند درجة حرارة تتراوح مابين 323±275)°K) وتم حساب ثابت الزحف وطاقة التنشيط ومعامل المرونة (معامل يونك) لكل النماذج. حيث بعد إجراء اختبار الزحف تم حساب ثابت الزحف وطاقة التنشيط ومعامل المرونة لكل النماذج بالاعتماد على المعادلات (1)و(2) .

الأشكال (1, 2, 3) تمثل منحنيات الزحف للبولي ستايرين المدعم بألياف صناعية ونباتية وغير المدعم وبدرجات حرارية 323°Kو 307°K و 290°K لكل حالة مدعم وغير المدعم, حيث نلاحظ ان مقدار الاستطالة للمتراكب قبل التدعيم كبيرة إذا ما قورنت مع مقدار الاستطالة للمتراكب بعد التدعيم بالنوعين, وأن المرحلة الأولى من الزحف استغرقت زمن بحدود(20) ثانية في درجة حرارة290°K لاحظ الشكل (1)ولكن عند التسخين الى درجات حرارة أعلى فأن المرحلة الآولى من الزحف استغرقت زمن أقل فهي بحدود(15-10)ثانية , اذن نلاحظ أن منحنيات الزحف تتأثر بدرجة الحرارة فعند التسخين يزداد الانفعال بشكل كبير نتيجة زيادة استطالة السلاسل البوليميرية [11]. وعند مقارنة منحنى الزحف في الشكل (1) مع منحنى الزحف للبولي ستايرين المدعم بالألياف في الشكل (2) والشكل (3) نلاحظ التغير الحاصل في مراحل الزحف الذي يدلل على زيادة متانة المادة بعد التدعيم.

أما الجدول (1) يوضح قيم ثوابت الزحف في حالة التسخين والتبريد(يتم التبريد بوضع النموذج داخل حاوية تحتوي على الثلج) وطاقة التنشيط لمتراكب البولي ستايرين المدعم وغير

المدعم يتبين من الجدول ان K تزداد مع زيادة درجة الحرارة لأن عند زيادة درجة الحرارة فأن الطاقة الحرارية تولد استرخاءا" في الأواصر مما يؤدي إلى حدوث استطالة كبيرة وبالتالي زيادة في قيمة ثابت الزحف[12].

جدول(1) يبين قيم ثوابت الزحف وطاقةالتنشيط لمتراكب البولي ستايرين المدعم وغيرالمدعم

نوع المادة	ثوابت الزحف $K(sec^{-1})$ في حالة			طاقة التنشيط KJ/mole
	التسخين بدرجة 323 °K	درجة حرارة الغرفة 290 °K	التبريد بدرجة 278 °K	
P.S 100%	*0.625*	*0.583*	*0.26*	*3571*
P.S + E–glass fiber 25%	*0.84*	*0.58*	*0.5*	*17500*
P.S + Kinab fiber 25%	*1.1*	*0.6*	*0.44*	*4166*

أما من اختبار الشد تم حساب معامل المرونة للبولي ستايرين بالاعتماد على المعادلة (3).

أن الشكل (4) والشكل (5) يوضح تغير الانفعال مع الإجهاد للبولي ستايرين المدعم وغير المدعم في درجة حرارة الغرفة 290°K وبعد التسخين. والجدول (2) يرينا قيم معامل المرونة للمتراكب في درجة حرارة الغرفة وبعد التسخين.

جدول (2) يبين قيم معامل المرونة لمتراكب البولي ستايرين المدعم وغير المدعم في درجة حرارة الغرفة وبعد التسخين

نوع المادة	*معامل المرونة (N/m^2) E في حالة*	
	درجة حرارة الغرفة 290 °K	*التسخين بدرجة 323 °K*
P.S 100%	*2000*	*800*
P.S + E – glass fiber 25%	*4000*	*1250*
P.S + Kinab fiber 25%	*2833*	*1400*

لقد لاحظنا تغير معامل المرونة من 2000 إلى $4000\ N/m^2$ بعد التدعيم حيث حصلت تقوية للمادة بعد إضافة ألياف الزجاج وازدادت إلى هذا المقدار. بينما كان تغير معامل المرونة من 2000 إلى $2833\ N/m^2$ في حالة تدعيم البولي ستايرين بألياف القنب وهي أقل إذا ما قورنت مع معامل المرونة للمتراكب المدعم بألياف الزجاج بسبب ضآلة متانة ألياف القنب مقارنة بألياف الزجاج[13].

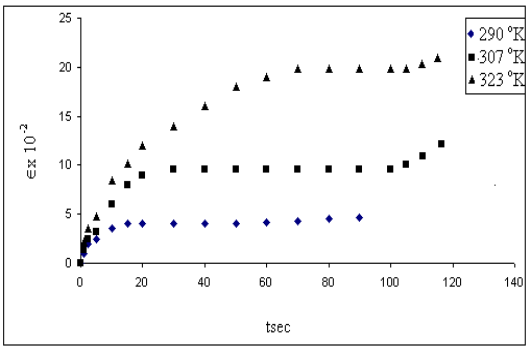
الاستنتاجات

1.ازدادت معدلات الزحف في البولي ستايرين مع زيادة درجة الحرارة، والزمن المستغرق لحدوث الاستطالة في درجات الحرارة العالية أقل مما هو عليه في درجة حرارة الغرفة.

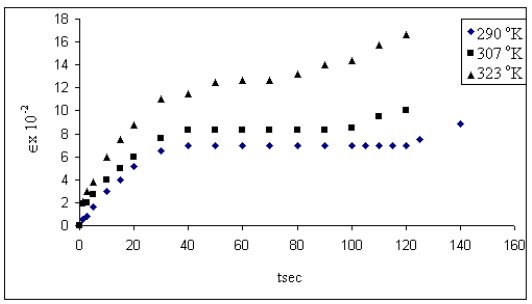
2.يقل معدل الزحف للبولي ستايرين عند تدعيمه بالألياف الزجاجية عن معدل الزحف للبولي ستايرين غير المدعم.

3.ان ثابت الزحف يزداد مع زيادة درجة الحرارة وكذلك يتأثر بنوع مادة التدعيم.

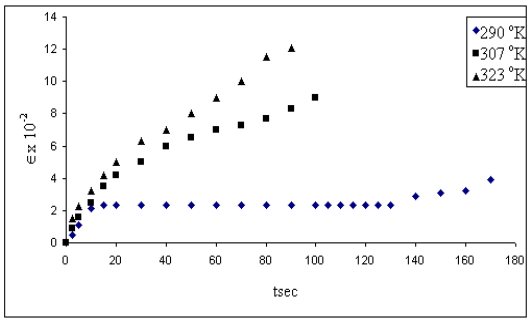
4.تقوية البولي ستايرين لغرض تحسين خواصه المكانيكيه والمقاومة للظروف البيئيه.



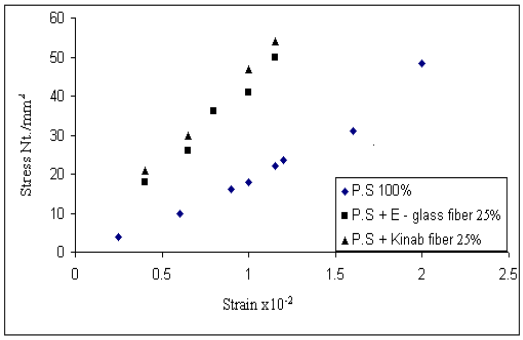
شكل (1) منحنى الزحف لمتراكب البولي ستايرين قبل التدعيم



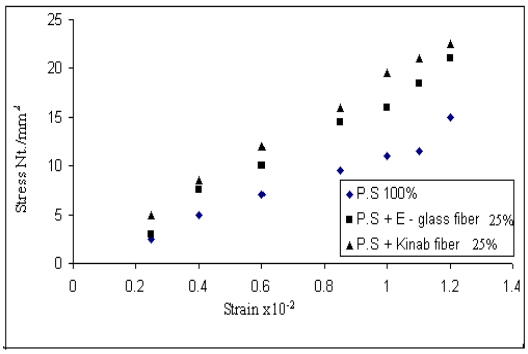
شكل (2) منحنى الزحف لمتراكب البولي ستايرين بعد التدعيم بألياف الزجاج



شكل (3) منحنى الزحف لمتراكب البولي ستايرين بعد التدعيم بألياف القنب



شكل (4) يوضح تغير الإجهاد والانفعال للبولي ستايرين قبل وبعد التدعيم بالألياف في حرارة الغرفة



شكل (5) يوضح تغير الإجهاد والانفعال للبولي ستايرين قبل وبعد التدعيم بالألياف في حالة التسخين

المصادر

1. أكرم عزيز محمد, **1993** *"كيمياء اللدائن,* جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر.
2. سلام حسين الحداد, **2005** *"أطروحة دكتوراه",* قسم العلوم التطبيقية , الجامعة التكنولوجية.
3. د.كور كيس عبد آل أدم, **1983** *"كيمياء وتكنولوجيا البوليمرات"* جامعة البصرة.
4. ترجمة د. أكرم عزيز محمد, **1984** *"الكيمياء الفيزيائية للبوليمرات"* جامعة الموصل.
5. Jack, R. Vision, Tsu-Weichou, **1975** *"Composite materials & their use in structures"* Applied science pub. LLTD, London.
6. Kleinholz R., Aramid, **1986** *"Carbon & Glass fiber Reinforcement materials for composites"*, Vertex fiber world, Vol. 7, No. 22, P.13.
7. د.بلقيس محمد ضياء **2000** *" مجلة الهندسة والتكنلوجيا "* المجلد 19,العدد 2 , صفحة 27 .
8. Delmonte J., **1981** *"Technology of Carbon and graphite fiber composites"* New York.
9. بلقيس محمد ضياء,**1997** *"رسالة دكتوراه"* قسم العلوم التطبيقية، الجامعة التكنولوجية.
10. ASTM, **1989** *"Annual book of ASTM Standards"* section 8, plastic, Vol. (8-4) printed in Easton, M., USA.
11. Moore W. and Davis T.J.,**1975** *"Composites"* Vol. 6, No2, P (79-83).
12. أوهام محمد حميد, **2000** *"أطروحة ماجستير"* قسم العلوم التطبيقية، الجامعة التكنولوجية.
13. وفاء عبد سعود,**1993** *"أطروحة ماجستير"* قسم هندسة المكائن والمعدات، الجامعة التكنولوجية.