



دراسة تأثير الزحف لبعض المواد البوليمرية المترابطة

غسان عدنان نعيم

جامعة الأنبار - كلية التربية - قسم الفيزياء

الخلاصة:

تم تصنيع ستة أنواع من المواد البوليمرية المترابطة باستعمال نوعين من المادة الأساس وهي (البولي إثيلين واطئ الكثافة والبولي كلوريد الفانيل) وثلاثة أنواع من الألياف (ألياف الزجاج القصيرة وألياف الزجاج المحاكاة بشكل حصيرة وألياف النايلون-6 المحاكاة بشكل حصيرة). تمت دراسة تأثير الزحف على المواد البوليمرية المترابطة والمحضرة جميعها بطريقة الكبس الحراري وبكسر وزني (20 wt.%) مع مقارنة النتائج، والتي أظهرت أن المواد المترابطة التي يكون لها نفس المادة الأساس (PE) يكون معدل انفعالها اقل من معدل انفعال المواد المترابطة التي لها نفس مادة الأساس (PVC)، وأبدت المادة المترابطة -N- PE [(W.R)6 أفضل خصائص زحف.

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: ٢٠٠٦/٥/١٠
تاريخ القبول: ٢٠٠٦/١٢/٢٥
تاريخ النشر: ٢٠١٢ / ٠٦ / ١٤

DOI: 10.37652/juaps.2007.15424

الكلمات المفتاحية:

تأثير ،
زحف ،
مواد بوليمرية ،
مترابطة.

المقدمة: نورا^[4] بدراسة الخواص الميكانيكية لراتنج الايبوكسي نوع (Cy223)

كمادة أساس للمادة المترابطة الهجينة وألياف الزجاج نوع (E-glass) و ألياف النايلون-6 وأسلاك الحديد كمادة تقوية، وقد وجد أن إضافة أسلاك الحديد حسنت من قيم معظم الخواص الميكانيكية (صلادة، زحف، متانة).

ويهدف هذا لبحث إلى تصنيع ودراسة خاصية الزحف

للمترابكات التالية:

PE+G.F(W.R)

PE+G.F(S)

PE+N-6(W.R)

PVC+G.F(W.R)

PVC+G.F(S)

PVC+N-6(W.R)

ويركز البحث على دراسة تأثير إضافة ألياف الزجاج، وألياف

لنايلون-6 على خاصية الزحف وميكانيكية التشوه في المترابكات

المصنعة. ويمكن الاستفادة من هذا البحث في صناعة الأنايب التي

تكون خاضعة للضغط العالي ويمر الزحف بالمراحل آتية كما

موضحة بالشكل (1).

الزحف هو تشوه غير مرن (Inelastic) لدن بطيء يعتمد

على الزمن ، فعند تعرض مادة إلى حمل شد ثابت، يؤدي ذلك إلى نقصان في مساحة المقطع العرضي مما يولد زيادة مستمرة في الطول بزيادة الإجهاد إلى قيمة معينة يحدث عندها الفشل^[1] إن أهمية دراسة

هذه الخاصية في قياس التغير في الخواص الميكانيكية كدالة للزمن ودرجة الحرارة يعد من العوامل الرئيسية المهمة والمؤثرة على الخواص

الميكانيكية. وقد أقيمت دراسة محلية من قبل وفاء^[2] لراتنج الايبوكسي

المسلح بألياف النخيل، ولوحظ أن معدلات الزحف تزداد مع زيادة

درجة الحرارة وتقل المدة الزمنية لفشل العينات بزيادة نسبة التدعيم

وزيادة درجة الحرارة. ودرس الباحث قصي^[3] خاصية الزحف لراتنج

الايبوكسي المدعم بأسلاك النحاس تحت تأثير إجهاد ثابت ودرجة

حرارة متغيرة، وتم التوصل إلى أن معدلات الزحف تقل عند التقوية

بالأسلاك في حين أنها تزداد بازدياد درجة الحرارة. وقامت الباحثة

* Corresponding author at: Anbar University - College of Education - Department of Physics, Iraq;
E-mail address: Ghassanadnan70@yahoo.com

1. في البداية تشوه خطي نتيجة التحميل.

2. المرحلة الأولى /الزحف الابتدائي (AB).

3. المرحلة الثانية /الزحف الثانوي (BC) فيها يكون معدل

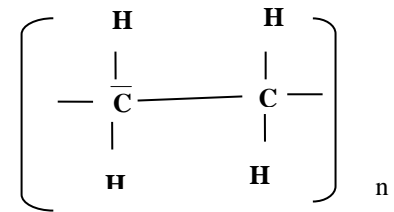
الزحف ثابتا وتعد أهم جزء من المنحني إذ تعطي العمر التخميني للعيينة.

4. المرحلة الثالثة /الزحف الثلاثي (CD) والتي يزداد فيها

معدل الانفعال بسرعة نتيجة لتكون الفجوات الداخلية مما يزيد في الإجهاد المؤثر وحدوث الكسر عند نقطة D [5].

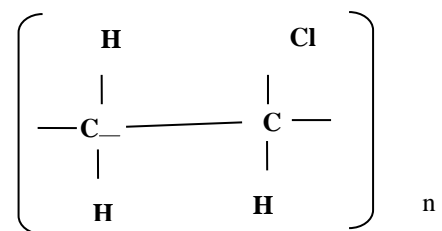
المواد المستعملة في البحث:

المادة الأساس (Matrix Material): تم استعمال نوعين من المواد البوليمرية كمادة أساس لتحضير المواد المتراكبة. بولي أنثيلين واطى الكثافة وبكثافة (0.912 gm/cm³) والذي يكون على شكل حبيبات شفافة، وذو وحدات متكررة (n من المرات) ذات تركيب كيمائي تعطي بالصيغة التالية:



وبولي كلوريد الفايثيل وبكثافة مقدارها (1.16 gm/m³)

ويكون أيضا على شكل حبيبات صغيرة شفافة، وذو وحدات متكررة (n من المرات) ذات تركيب كيمائي تعطي بالصيغة التالية:



مواد التقوية (Reinforcement Materials): تم استخدام نوعين من الألياف كمادة تقوية وهما ألياف الزجاج (Glass Fibers) وألياف النايلون (Nylon – 6-Fibers).

أ- الألياف الزجاجية (Glass Fibers)

استعملت ألياف الزجاج نوع E.Glass وتعد أكثر الأنواع استعمالا وأكثرها شيوعا بسبب سهولة إنتاجها ورخص ثمنها بالإضافة إلى إنها ذات مقاومة ومتانة وجساءة وخواص تجوية جيدة، وقد استعمل نوعين من الألياف [6],[7]:

1. الألياف القصيرة (Short Fibers): وهي ألياف قصيرة مقطعة إلى أطوال تتراوح بين (8-12 mm).

2. حصيرة ألياف محاكاة باتجاهين (Woven Roving): والجدول

(1) في أدناه يبين بعض الخصائص المهمة لألياف الزجاج (E-glass) [6].

ب- ألياف النايلون-6 (Nulon-6-Fibers)

استعملت ألياف النايلون بشكل حصيرة محاكاة بزوايا (0o-90o) لتقوية المادة الأساس. والجدول (2) في أدناه يوضح الخواص الفيزيائية لألياف النايلون-6 [7].

تصنيع العينات:

تم تصنيع العينات بطريقة الكبس الحراري وذلك باستخدام مكبس حراري والذي يعمل بطريقة الضغط الهيدروليكي ويحتوي على سخانات حرارية متصلة بمتحسسات حرارية تصل إلى (350oC)، واستعمل لكبس العينات قالب حديدي مربع الشكل بطول ضلع 20 cm وعمق 1 cm مكون من قطعتين، وتم كبس عدة نماذج وكلها بكسر وزني واحد (20 wt.%). ثم كبسنا عدة قوالب من البولي أنثيلين

حيث أن σ : الإجهاد بوحدات F،N/m² : القوة بوحدة

A،N : مساحة مقطع العينة بوحدات m²، ولحساب القوة (F) من

المعادلة (3) والخاصة بجهاز الاختبار باستخدام المعادلة الآتية :

$$F = (2.69 + 8M) \times 9.81 \quad (3) \dots\dots$$

فإذا كان الثقل المعلق بالجهاز أثناء الاختبار مقداره (1 Kg)

مضافا إليه:

Mass of load Beam 0.40 Kg

Mass of Weight Hanger 0.16 Kg

Mass of support Pin 0.04 Kg

فستكون قيمة الأثقال الكلية مساوية لـ:

$$(1+0.4+0.16+0.04=1.6 \text{ Kg})$$

وبذلك تكون قيم الإجهاد المسلطة: (0.98 , $\frac{N}{m^2}$)

(1.05 , 1.12 , 1.10 , 0.85 , 0.92) x 10⁶

ومن ثم يمكن إيجاد قيم الانفعال باستعمال العلاقة [5]:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (4) \dots\dots\dots$$

حيث أن: ΔL : الزيادة في طول العينة بعد تسليط الإجهاد، L_0 :

الطول الأصلي للعينة.

النتائج والمناقشة:

تمت دراسة علاقة الانفعال مع الزمن لجميع العينات لمعرفة

مراحل التشويه الذي يحصل فيها، إذ يحدث نقصان في مساحة المقطع

العرضي وزيادة مستمرة في طول العينات نتيجة لزيادة الإجهاد إلى أن

يحصل الفشل، حيث أن الزحف لا يعتمد على قيمة الإجهاد المسلط

فقط بل يعتمد على الفترة الزمنية التي يسقط فيها الإجهاد، ومن خلال

الشكلين (4) و(5) اللذين يمثلان علاقة الانفعال مع الزمن للمادتين

المتراكبتين [PE+G.F(S)] و [PVC+G.F(S)] على التوالي نلاحظ

أن الانفعال كان سريعا مما أدى إلى فشل المادة المتراكبة

PE المدعمة بألياف الزجاج وبشكل ألياف متقطعة مرة وألياف حصيرة

محاكة باتجاهين ومكونة من طبقتين مرة أخرى وألياف نايلون-6 بشكل

حصيرة مكونة من ست طبقات مرة أخرى. وتم كبس عدة نماذج من

المادة الأساس بولي كلوريد الفانيليل PVC المدعمة بألياف الزجاج

وبشكل ألياف متقطعة مرة وألياف محاكة باتجاهين ومكونة من

طبقتين مرة أخرى وألياف النايلون-6 بشكل حصيرة مكونة من ست

طبقات مرة أخرى.

تم تقطيع عينات الزحف بأبعاد خاصة بجهاز الزحف والشكل

(2) يوضح العينة القياسية [4]. والشكل (3) يوضح صور العينات

التي استعملت في اختبار الزحف للمادة المتراكبة. استخدم جهاز الزحف

نوع (SM 106 MK) لفحص العينات تحت إجهاد ثابت مقداره (1

kgm) ودرجة حرارة الغرفة.

النظرية:

عند تثبيت عينة في جهاز اختبار الزحف وذلك بتعليق ثقل

مناسب ليكون الإجهاد ثابت، وحسب المعادلة الخاصة بجهاز الاختبار

التالية:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{(2.69 + 8M) \times 9.81}{A} \quad (1) \dots\dots$$

حيث أن: M: كتلة الثقل المعلق على النموذج (Kg)، A:

مساحة مقطع النموذج (m²) ، F: مقدار القوة المسلطة على

النموذج (N). تم إجراء اختبار الزحف في درجة حرارة المختبر ومن ثم

حسبنا الإجهاد المسلط على جميع العينات تستعمل العلاقة الآتية [8]:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2) \dots\dots\dots$$

[PE + N-6(W.R)] أبدت أقل معدل انفعال مما يجعلها تتميز بخصائص زحف جيدة مقارنة مع بقية المواد المتراكبة الأخرى والجدول (3) يوضح قيم معدل الزحف للمواد المتراكبة.

وعلى العموم فإن آلية الزحف في المواد اللدنة تخضع لما يحصل من سحب للسلاسل الجزيئية البوليمرية أثناء تعرضها إلى إجهاد معين مما يؤدي إلى ضعف في الترابط الجزيئي بسبب ضعف الأواصر [11]. ويظهر من المنحنيات أن الانفعال للنماذج كان كبيرا بعد تعليق الثقل، إذ أبدت المادة سلوكا مرنا تبدأ بعدها مرحلة الزحف الانتقالي أي تبقى فيها المادة ضمن حدود المرونة وتختلف هذه المرحلة من مادة إلى أخرى.

يستنتج من هذه الدراسة ان المواد المتراكبة التي يكون لها نفس المادة الأساس (PE) يكون معدل انفعالها اقل من المواد المتراكبة التي لها نفس مادة الأساس (PVC)، كما ان فشل (انقطاع) المادة المتراكبة [PE+G.F(s)] والمادة المتراكبة [PVC + G.F(s)] خلال مدة زمنية قصيرة في اختبار الزحف.

أظهرت المادة المتراكبة [PE + N-6(W.R)] أفضل خصائص زحف وإمكانية الحصول على خصائص زحف أعلى للمادة المتراكبة إذا ما ازدادت عدد طبقات ألياف التقوية، وهذا يعني إن تدعيم المواد الأساس بالألياف قد حسن من خواصها.

المصادر:

[1] د.ج. ديفيز . ل.أ. اميليان، ترجمة د.جعفر طاهر الحيدري والسيد

عدنان نعمة، "المعادن بنيتها وخواصها ومعاملاتها الحرارية"،

الجامعة التكنولوجية، ١٩٨٩.

[PE+G.F(S)] هذا يعني نقصان الاستطالة بزيادة الجهد المسلط، في الاختبار كانت قيمة معدل الانفعال بالنسبة للزمن كبيرا جدا للمادة المتراكبة [PVC+G.F(S)]. أما بالنسبة للشكلين (6) و (7) فيمثلان علاقة الانفعال مع الزمن للمادتين المتراكبتين [PE+G.F(W.R)] و [PVC+G.F(W.R)] على التوالي، نلاحظ أن معدل الزحف للمادة [PVC+G.F(W.R)] كبيرا بالمقارنة مع معدل زحف المادة [PE+G.F(W.R)] وسبب ذلك يعود إلى طبيعة المادة الأساس. وبالمثل نلاحظ أن المادة المتراكبة [PE + N-6(W.R)] تظهر معدل انفعال اقل من معدل انفعال [PVC + N-6(W.R)] لاحظ الشكلين (8) و (9) مما يجعل للمادة خصائص زحف جيدة لكنها غير منتظمة مع مرور الزمن. ومن النتائج لاحظنا أن الانفعال يكون كبيرا في بداية الاختبار وخلال فترة زمنية قصيرة ثم يبدأ الانفعال بالاستقرار ضمن معدل ثابت خلال مدة الزحف الثانوية، وفي المواد المتراكبة الحاوية على الألياف المحاكاة بشكل (W.R) كان معدل الزحف اقل بكثير مما هو عليه في المواد المتراكبة الحاوية على الألياف بالشكل المتقطع وذلك لان الإجهاد المسلط في المواد المتراكبة الحاوية على الألياف المحاكاة بشكل (W.R) سوف ينقسم إلى إجهاد موازي و إجهاد عمودي على الألياف مما يؤثر على اتجاه السلاسل البوليمرية للمادة الأساس، حيث إن الألياف الموازية للإجهاد سوف تتحمل معظم الإجهاد بصورة اكبر مما في الحالة العمودية على الإجهاد وبالتالي فإن مقاومة الزحف تصبح ضعيفة، أما بالنسبة لألياف الزجاج المستعملة بشكل ألياف متقطعة وعشوائية فإن الزحف فيها يكون اكبر مما لو استخدمنا الألياف ذات الاتجاه الواحد أو الاتجاهات المتعامدة [9],[10] وهذا ما أثبتته النتائج وتوضحه الأشكال. ومن النتائج لاحظنا أن المواد المتراكبة التي يكون لها نفس المادة الأساس (PE) يكون معدل انفعالها اقل من المواد المتراكبة التي لها نفس مادة الأساس (PVC)، وان المادة المتراكبة

الجدول (1): يبين بعض الخصائص المهمة لألياف الزجاج

. [6](E.glass)

Properties of Fibers	E-glass
Fibers Diameter μm	10-14
Elongation %	4.88
Density (gm/cm^3)	2.54
Young's Modulus (GPa)	75
Tensile Strength (MPa)	1500

الجدول (2): يوضح الخواص الفيزيائية (لنابليون - 6) [7].

Properties	Nylon-6
Yield Strength(N / m^2)	60-75
Elongation to the Break %	40-80
Density (gm/cm^3)	0.99-0.95
Young's Modulus GN/ m^2	1.4-2.8

[2] وفاء عبد سعود،(الخواص الميكانيكية لمواد متراكبة باستخدام ألياف

النخيل) ،رسالة ماجستير، هندسة المكنائن والمعدات، الجامعة

التكنولوجية، ١٩٩٤.

[3] قصي كمال جبوري،(دراسة الخواص الميكانيكية لمواد متراكبة مقواة

بأسلاك معدنية) ،رسالة ماجستير،هندسة المكنائن والمعدات،

الجامعة التكنولوجية، ١٩٩٨.

[4] نورا طيب الذهبي،(دراسة الخواص الفيزيائية لمترابكات بوليمرية)

،رسالة ماجستير، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، ٢٠٠٢.

[5] D. Pomeroy, "Creep of Engineering Materials" ,

The Institution of Mechanical Engineering , 1978 .

[6] Francqis Cardarelli, "Materials handbook",

Springer-Verlag, London, 2000.

[7] Melvini- Kohan, "Nylon Plastics", Plastics

Department, United State of America, 1973.

[8] Marc Andrew Meyers and Krisham Kumar Chanla,

"Mechanical Behavior of Materials", Prentice Hall,

New Jersey, 1999.

[9] Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 17,

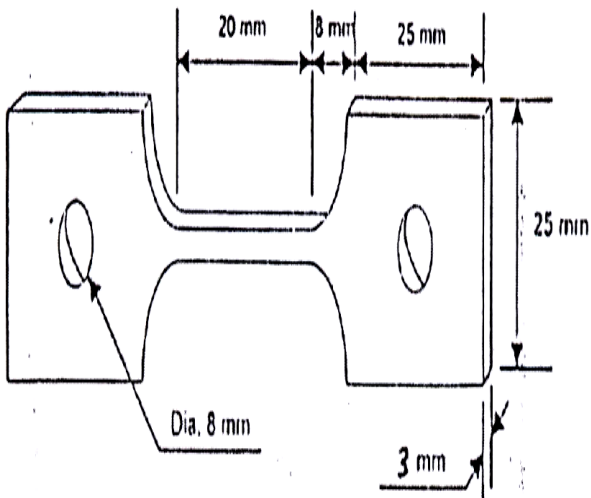
No. 6, pp. 624-631,2005.

[10] Journal of Composites for Construction, Vol. 9,

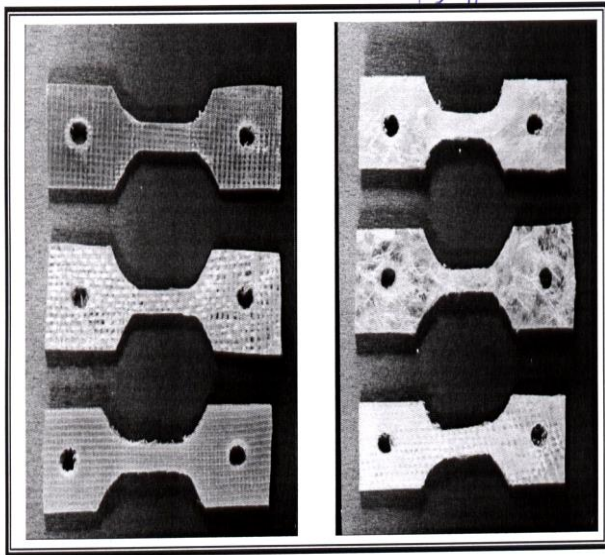
No. 2, pp. 147-157, 2005.

[11] Journal of Engineering Mechanics, Vol. 129, No.

3, pp. 310-317, 2003.



شكل (2): يوضح الشكل الهندسي لعينة اختبار الزحف [7].



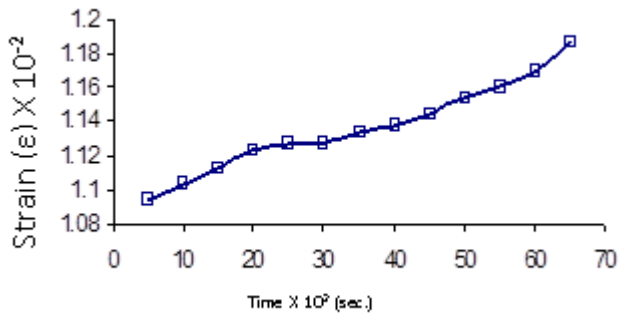
(b)

(a)

صور لعينات أل PVC

صور لعينات أل PE

شكل (3): يوضح صور لعينات اختبار الزحف.

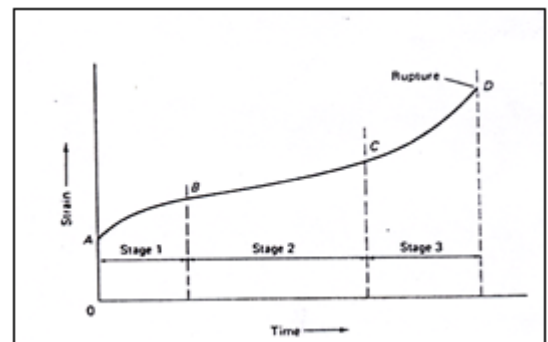


شكل (4): يوضح منحنى الزحف (الانفعال - الزمن) لمادة متراكبة (PE+G-F(S)) معرضة إلى إجهاد ودرجة حرارة ثابتتين.

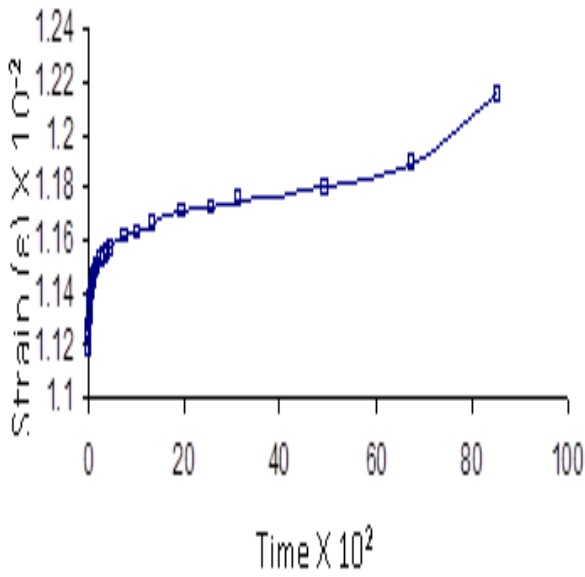
Thermal Conductivity $W/m^{\circ}C$	0.2
-------------------------------------	-----

الجدول (3): يوضح قيم معدل الزحف للمواد المتراكبة .

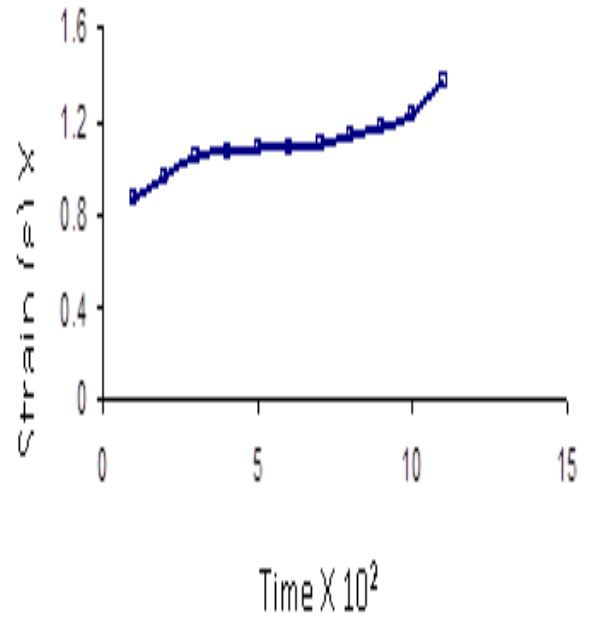
المواد المتراكبة	معدل الزحف (X10 ⁻² sec ⁻¹)
PE+G.F(S)	19763.593
PE+G.F(W.R)	2656.090
PVC+G.F(S)	23996.714
PVC+G.F(W.R)	11516.853
PE+N-6(W.R)	407.8215
PVC+N-6(W.R)	761.915



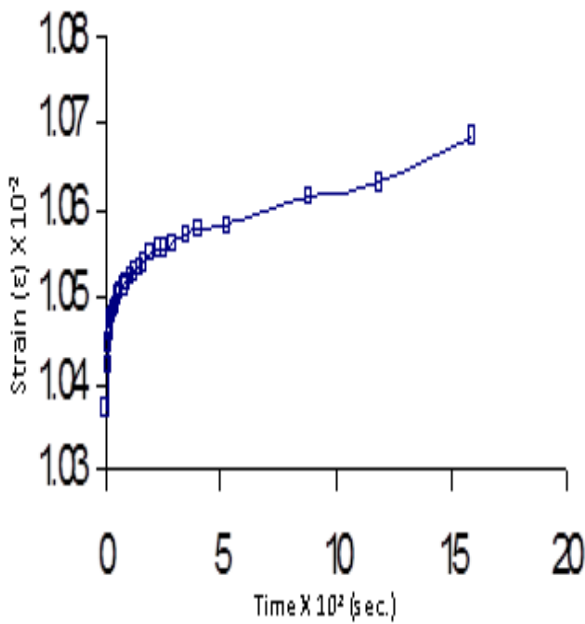
شكل (1): مخطط يوضح مراحل الزحف [5].



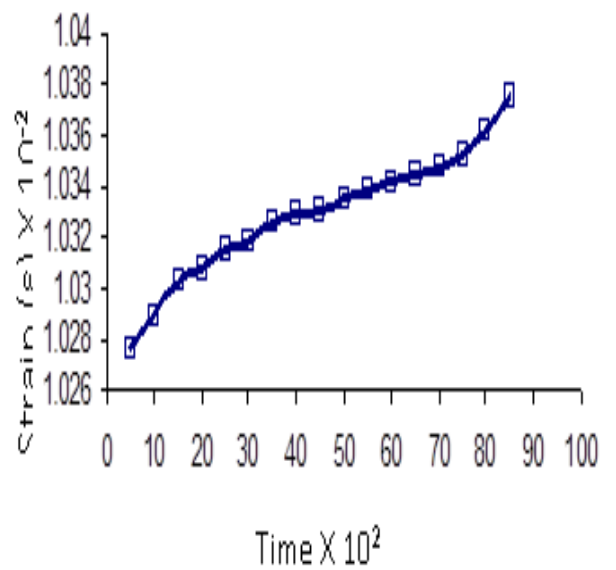
شكل (7): يوضح منحنى الزحف (الانفعال - الزمن) لمادة متراكبة (PVC+G-F(W.R)) معرضة إلى إجهاد ودرجة حرارة ثابتتين .



شكل (5): يوضح منحنى الزحف (الانفعال - الزمن) لمادة متراكبة (PVC+G-F(S)) معرضة إلى إجهاد ودرجة حرارة ثابتتين .

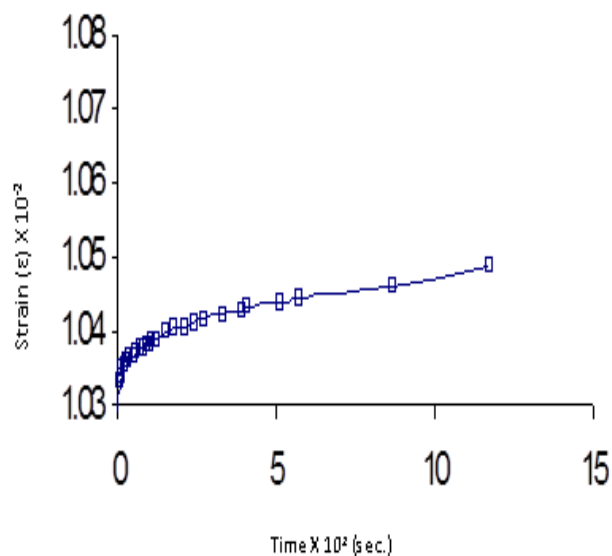


شكل (8): يوضح منحنى الزحف (الانفعال - الزمن) لمادة متراكبة (PE+N-6(W.R)) معرضة إلى إجهاد ودرجة حرارة ثابتتين .



شكل (6): يوضح منحنى الزحف (الانفعال - الزمن) لمادة متراكبة (PE+G-F(W.R)) معرضة إلى إجهاد ودرجة حرارة ثابتتين .

Polyethylene	بولي اثيلين	PE
Poly vinyl chloride	بولي كلوريد الفايثيل	PVC
Polyethylene + Glass fiber (short)	بولي اثيلين المدعم بألياف الزجاج القصيرة	PE+G.F(s)
Polyethylene + Glass fiber (Woven roving)	بولي اثيلين المدعم بألياف الزجاج المحاكاة بشكل حصيرة	PE+G.F(W.R)
Polyethylene + Nylon-6 (woven roving)	بولي اثيلين المدعم بألياف النايلون-6 والمحاكاة بشكل حصيرة	PE+N-6(W.R)
Poly chloride vinyl + Glass fiber (short)	بولي كلوريد الفايثيل المدعم بألياف الزجاج القصيرة	PVC+G.F(s)
Poly chloride vinyl + Glass fiber (Woven Roving)	بولي كلوريد الفايثيل المدعم بألياف الزجاج المحاكاة بشكل حصيرة	PVC+G.F(W.R)
Poly chloride vinyl+Nylon-6 (Woven Roving)	بولي كلوريد الفايثيل المدعم بألياف النايلون-6 والمحاكاة بشكل حصيرة	PVC+N-6(W.R)



شكل (9): يوضح منحنى الزحف (الانفعال - الزمن) لمادة متراكبة (PVC+N-6(W.R)) معرضة إلى إجهاد ودرجة حرارة ثابتتين.

قائمة المختصرات:

Meaning	معنى المختصر	المختصر
Glass fiber	ألياف الزجاج	G.F
Glass fiber (Woven Roving)	ألياف زجاجية محاكاة بشكل حصيرة	G.F(W.R)
Nylon-6 fiber	ألياف النايلون -6	N-6

STUDYING THE EFFECT OF CREEP FOR SOME COMPOSITE POLYMERIC MATERIALS.

GHASSAN ADNAN NAEEM

E.mail:Ghassanadnan70@yahoo.com

Abstract:

Six types of composite polymeric materials were prepared. Two types of the matrix matter were used (Low density(PE) polyethylene and (PVC) poly chloride vinily) . Also three types of fibers were used (Short glass fiber, woven roving glass fiber and woven roving nylon-6) . We studied the effect of creep on the above composites which were prepared by hot press method with the same weight fraction (20 wt. %) the results showed that the strain ratio of composites material, which has the same matrix matter of (PE), is less than the strain ratio of the composites material that has the same matrix matter of (PVC),and the composites material [PE + N-6(W.R)] displays the best characteristics of creep.