P- ISSN 1991-8941 E-ISSN 2706-6703 (JUAPS) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2017,11 (2) :01-20

تأثير الكسر الحجمي وزمن التقسية على خاصية التوصيلية الحرارية لبعض المتراكبات الليفية الهجينة

فائق حماد عنتر. نور سعدي صالح

جامعة الانبار – كلية العلوم

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2017/03/14
تاريخ القبول: 2017/05/14
تاريخ النشر: 30 / 03 / 2018
DOI: 10.37652/juaps.2017.141580

الكلمات المفتاحية:

متراكبات هجينة ,
زمن التقسية ,
التوصيلية الحرارية.

الخلاصة:

في هذا البحث تم استخدام طريقة القولبة اليدوية لتحضير متراكبات هجينة من تدعيم راتنج الايبوكسي بألياف الزجاج المتعامدة والياف الكاربون المقطع عند كسور حجمية مختلفة (40%,30%,20%).تم قياس التوصيلية الحرارية للعينات عند مختلف الكسور الحجمية وعند ازمان تقسية هي (2ساعة) و(4ساعة).اوضحت النتائج العملية بأن التوصيلة الحرارية تزداد مع زيادة الكسر الحجمي للألياف ومع ازدياد زمن التقسية.

1- المقدمة :

نظرا لما تتمتع به المتراكبات البوليمرية المدعمة بالألياف من خفة الوزن ورخص الثمن وسهولة التصنيع وتوفرها في الطبيعة بكثرة وخواصها الحرارية الجيدة فقد دخلت في مختلف التصاميم الحديثة وفي صناعة المواد التي لها القابلية على تحمل درجات حرارية مرتفعة بحيث يمكن استخدامها كواقيات حرارية [1].

وفي الآونة الاخيرة اهتم الباحثون بدراسة الخواص الحرارية للمتراكبات البوليمرية المدعمة بالألياف درست الباحثة [2] متراكب الايبوكسي مع الياف الزجاج ووجدت بأن التوصيلية الحرارية للمتراكب تزداد بزيادة عدد طبقات التدعيم . اما الباحث [3] فقد درس تأثير درجات الحرارة على التوصيلية الحرارية لمتراكب الايبوكسي المدعم بألياف الزجاج والكفلر ووجد بأن التوصيلية الحرارية تتحسن بارتفاع درجات الحرارة.

وفي العام (2016) درس الباحث [4] التوصيلية الحرارية لمتراكبات الايبوكسي المدعم بألياف الزجاج والياف الصوف الصخري وبكسر حجمي 25% ولاحظ انخفاض قيمة التوصيلية الحرارية مع زيادة عدد طبقات التدعيم.

2-1 التوصيلية الحرارية

التوصيلية الحرارية للمادة هي مقياس لقابلية المادة لتوصيل الحرارة وعادة ما يعبر عنها بمعامل التوصيل الحراري (K) وفيها يتم انتقال الطاقة من المناطق ذات الدرجة الحرارية العالية الى المناطق ذات الدرجة الحرارية الواطئة ببعض او كل الطرق التالية

a. التوصيل Conduction
b. الحمل Convection
c. الاشعاع Radiation

وبحالة انتقال الحرارة بالتوصيل , حيث تحسب قيمة التوصيلية الحرارية من خلال المعادلة رقم (1) [6,5]

$$K = \left(\frac{T_B - T_A}{T_S}\right) = e$$

$$\left[T_A + \frac{2}{r}\left(d_A + \frac{1}{4}d_s\right)T_A + \frac{1}{2r}d_S d_B\right] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

وتحسب (e) من كمية الحرارة المسلطة من المعادلة رقم (2)

$$H = IV = \pi r^2 e(T_A + T_B) + 2\pi re$$

* Corresponding author at: College of Science, University of Anbar
E-mail address:

$$\left[d_A T_A + d_s \cdot \frac{1}{2}(T_A + T_B) + d_B T_B + d_C T_C\right] \ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث:

H:المعدل الزمني للطاقة المسلطة على الملف .

e: كمية الحرارة المفقودة في ثانية واحدة للسنتمتر المكعب.

d_s : سمك النموذج (mm) .

r : نصف قطر القرص النحاسي (mm).

K : التوصيلية الحرارية

(T_A,T_B,T_C) : تمثل درجة حرارة الأقراص (A,B,C)على التوالي C° .

(d_A,d_B,d_C) : تمثل سمك الأقراص النحاسية (A,B,C) = (mm) .

I : التيار المار في الدائرة (Amp).

V : فرق الجهد المسلط (Volt) .

يحصل التوصيل الحراري عند وجود فرق في درجات الحرارة والذي يؤدي الى فيض حراري يستمر حتى يصبح مقدار الانحدار في درجات الحرارة مساويا الى الصفر نتيجة انتقال الطاقة من الجانب العالي الحرارة الى الجانب ذو الدرجة الحرارية الواطئة [7]

ان التوصيلية الحرارية في المواد العازلة والرديئة التوصيل تنتقل عن طريق الفوتونات الناتجة من اهتزاز الشبيكة عند الدرجات الحرارية العالية

لذا فأن عملية تصادم الفونون (phonon) مع اخر يؤدي الى ازدياد عدد الفوتونات المشاركة في عملية التصادم . وهذا يعني ان التوصيلية الحرارية تعتمد كليا على معدل المسار الحر للفونونات[8]

2.المواد وطرائق العمل

2-1 المادة الاساس :- Matrix Material

ان المادة الاساس المستخدمة في هذا البحث هي راتنج الايبوكسي من نوع (PolyPrime-Ep) والذي يكون على هيئة سائل شفاف كثافته بحدود ($1.03\ gm/cm^3$) بدرجة حرارة الغرفة ويتحول الى الحالة الصلبة بإضافة مصلده (Hardener) اليه من نوع ميتافنيلين دايمن(Metaphenylen Diamine DPDA), وبنسبة (2:1) مع العلم ان الايبوكسي ومصلده مصنّع من قبل شركة (Henkel Polybit Co.) الإماراتية .

2-2 مادة التقوية:- Reinforcement Materials

استخدمت نوعين من الالياف لتقوية راتنج الايبوكسي الاول الياف زجاجية ناعمة محاكة بشكل حصيرة من نوع (E-glass) وتم ترتيبها على شكل طبقات وحسب الكسر الحجمي المطلوب

والنوع الثاني هي الياف الكاربون المقطع ذات كثافة **(1.8 gm/cm3)** , وتكون على شكل الياف مقطعة سوداء.

2-3 تهيئة القالب ونسبة الاضافة:-

لتهيئة القالب تم تقطيع الواح زجاجية بأبعاد (20cm*20cm) وتم تنظيفها بالكحول وتجفيفها بالفرن تم وضعه في مكان مستو باستخدام قبان التسوية وتم وضع ورق حراري فوقها لضمان سهوله ازالة النموذج والمواد المتراكبة والهجينة تم تصنيعها بنسبة اضافات مختلفة اي بكسور حجمية هي (40%,30%,20%) وذلك بالاعتماد على المعادلة التالية [9]

$$\emptyset_f = \frac{1}{1 + \left(\frac{1-\varphi}{1+\varphi}\right)\frac{\rho_f}{\rho_m}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

حيث ان :

Ψ :الكسر الوزني للألياف في المادة المتراكبة

ρ_f: كثافة مادة التدعيم .

ρ_m: كثافة المادة الأساس.

ϕ_f الكسر الحجمي للألياف في المادة المتراكبة .

2-4 تحضير العينات :-Samples Preparation

تم استخدام طريقة القولبة اليدوية لتحضير العينات وكما يلي (الشكل 1) تحضير خليط راتنج الايبوكسي مع مصلده وبنسبة خلط 2:1 ويتم تقطيع الالياف بأبعاد (20cm*20cm) ويتم وزنها بالميزان الحساس بحيث تحقق الكسور الحجمية المطلوبة

لتحضير العينات (a) الالياف الزجاجية (G1) نضع قليلا من مزيج الراتنج فوق القالب ويتم توزيعه بشكل منتظم بواسطة فرشاة ثم نضع طبقة لليف الزجاجي ونضع فوقها قليلا من الراتنج ثم نضع الطبقة الاخرى حتى تصل الى ست طبقات ونضع فوقها ورق حراري وثقلا معين وتترك 48 ساعة حتى تجف ثم يفتح القالب وتوضع في فرن حراري بدرجة حرارة $60C^{\circ}$ ولمدة ست ساعات لإكمال عملية التقسية

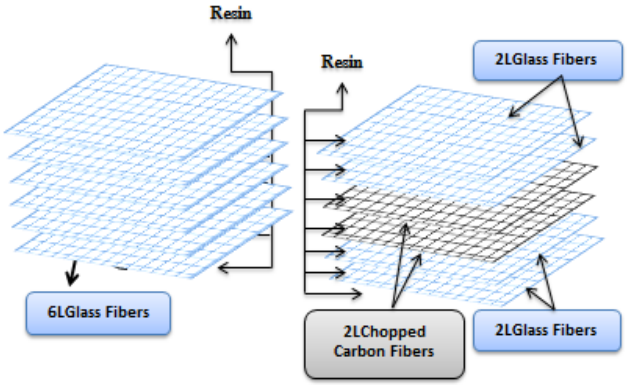
ولتحضير العينة (b) فقد وضعت طبقتين من الياف الكاربون المقطع بين طبقات الالياف الزجاجية وحسب الكسور الحجمية المطلوبة,

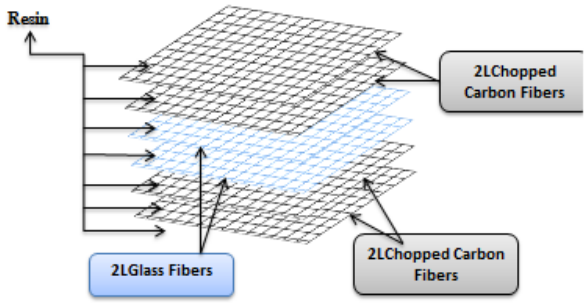
اما العينة (c) فيتم وضع طبقتين من الالياف الزجاجية بين طبقات الياف الكاربون المقطع وتترك ايضا 48 ساعة لتجف ثم توضع في الفرن كما في حالة العينة (a).

تم تقطيع قوالب العينات الخاصة بفحوصات التوصيلية الحرارية حسب المواصفات الخاصة بهذا الاختبار وبعدها اجريت عمليات الصقل والتنعيم بحيث تكون العينة دائرية الشكل ذات قطر (40mm) وسمك (4-5mm)

2-4 جهاز قياس التوصيلية الحرارية

لحساب معامل التوصيل الحراري لجميع العينات ولمختلف الكسور الحجمية وزمن التقسية تم استخدام جهاز قرص لي (Lee's disk) المصنع من قبل شركة (Griffen&George) وفية تم انتقال الحرارة من المسخن الى الاقراص النحاسية وبالتالي الى النموذج ويتم بعدها تسجيل درجات حرارة المحارير في حالة الاتزان.





الشكل(1) يوضح تداخل وتبادل طبقات الالياف الزجاجية مع الياف الكاربون المقطع

1. عينة متراكبة من الياف الزجاج فقط.
2. عينة هجينة (الياف الزجاج + الياف الكاربون المقطع+ الياف الزجاج).
3. عينة هجينة (الياف الكاربون المقطع +ألياف الزجاج +الياف الكاربون المقطع).

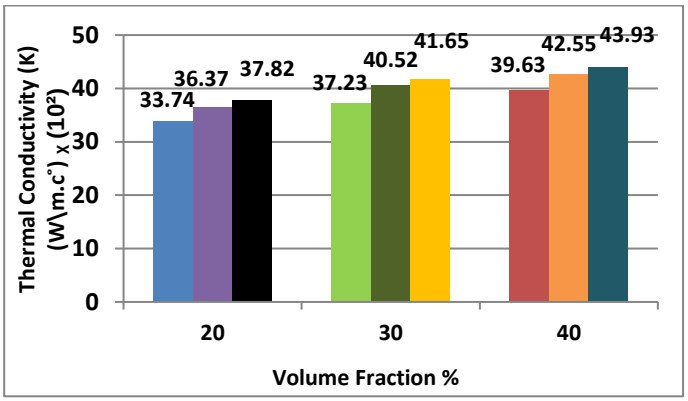
3- النتائج والمناقشة

تم حساب التوصيلية الحرارية من المعادلة (1) ولكافة العينات G1,G2,G3 عند كسور حجمية (40%,30%,20%) وزمن تقسية (2h) و (4h) الشكل (2) يبين زيادة التوصيلية الحرارية بزيادة الكسر الحجمي عند زمن تقسية ثابت مقداره (2h) . ويلاحظ من الشكل (2)بان عينات المجموعة الثالثة (G3) والتي تكون فيها الياف الكاربون المقطع على الوجهين وفي وسطها الياف زجاجية قد امتلكت اعلى قيمة للتوصيل الحراري تليها عينات المجموعة الثانية (G2) واخيرا المجموعة (G1) المتكون من ست طبقات من الالياف الزجاجية فقط .

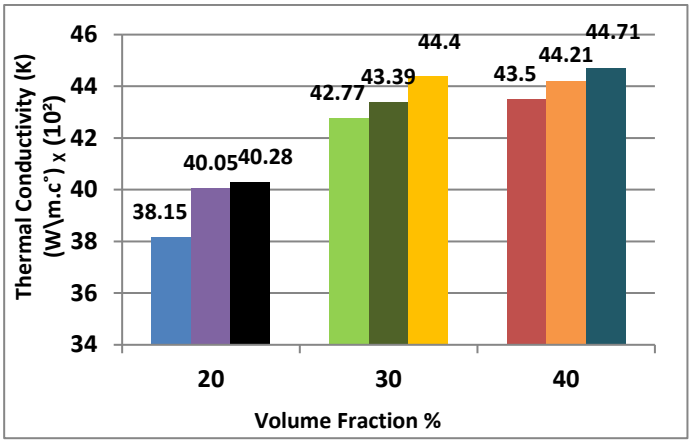
ان المتراكب المكون من عينات (G1) تمتلك توصيلية حرارية ناتجة من زيادة التكاثف والتراص بين طبقات الالياف الزجاجية والراتنج عند زيادة الكسر الحجمي وتعتبر هذه الزيادة في التوصيلية قليلة مقارنة بعينات المجموعة الثانية (G2) والتي تحتوي على الياف الكاربون المقطع ذات التوصيلية العالية في الوسط .

واخيرا نلاحظ ان عينات المجموعة الثالثة (G3) والتي تكون فيها الياف الكاربون المقطع على وجهي النموذج قد امتلكت قيمة عالية للتوصيلية الحرارية وذلك يعود الى توصيليتها العالية في وجهي النموذج التي تؤدي الى امتصاص طاقة حرارية تساعد على الاهتزاز الهيكلي في البنية الداخلية لجزيئات المتراكب وهذا يتفق مع الباحثين [10,11]

عند زيادة زمن التقسية من (2h) الى (4h) نلاحظ ان هناك زيادة في التوصيلية الحرارية ولكافة مجاميع العينات والمختلف الكسور الحجمية وكما موضح بالشكل (3) وذلك لان زيادة زمن التقسية من (2h) الى (4h) يعني زيادة مدة التعرض للحرارة واكتساب العينات طاقة حرارية اكبر وبالتالي زيادة التذبذب حول مواضع الاتزان وهذا يعني زيادة التوصيلية الحرارية . ومن النتائج اعلاه يمكن ان نلاحظ بان زيادة الياف الكاربون المقطع في المركب الهجين تؤدي الى زيادة التوصيلية الحرارية وهذا يتفق مع الباحث [12].



الشكل (2) يوضح مقارنة التوصيلية الحرارية مع الكسر الحجمي وزمن التقسية لكافه العينات عند زمن تقسية (2h)



الشكل (3) يوضح مقارنة التوصيلية الحرارية مع الكسر الحجمي وزمن التقسية لكافه العينات عند زمن تقسية (4h)

الاستنتاجات

1- تزداد التوصيلية الحرارية لكافة العينات بزيادة الكسر الحجمي وزمن التقسية.

2- ان التوصيلية الحرارية للعينات المتراكبة الهجينة (G3) والتي تكون فيها الياف الكاربون المقطع على وجهي النموذج وفي الوسط طبقتان من الالياف الزجاجية المتعامدة هي اعلى من بقية العينات تليها عينات المجموعة الثانية (G2) والتي تكون فيها الياف الكاربون المقطع في وسط العينة بين طبقتي الالياف الزجاجية واخيرا عينات المجموعة (G1) المتكونة من الالياف الزجاجية فقط.

3- كلما ازدادت نسبة الياف الكاربون على وجهي العينة الهجينة كلما ازدادت توصيليتها الحرارية وهذا ناتج عن التوصيلية الحرارية العالية لألياف الكاربون المقطع.

المصادر

[1] H.W.C. Yiband , J.B. Shortall , "J. of Adhesion " , Vol. 8, No 2 , p.p , (155-169) , (1976).

[2] شيلان رفيق عارف , "دراسة تأثير عدد طبقات متراكب الايبوكسي المدعم بالالياف الزجاجية العشوائية المتعامدة والمتوالفة في متانة الكسر والتوصيلية الحرارية" , رسالة ماجستير , كلية العلوم , جامعة بغداد, (2003).

[3] Abass, R. A., and Sallah, R. M., "Study the Effect of Temperature on the Mechanical and Thermal Properties of a Substance Composites Hybrid," Journal of Education College, The University of Mustansiriya, Vol. 1, No. 1, pp. 157-176, (2005).

[4] مجيد شهاب احمد , "تأثير مادة التقوية على بعض الخواص الميكانيكية والفيزياوية لمتراكب (ثرموسيت-الياف) " ,رساله ماجستير , جامعة الانبار , كلية العلوم , (2016)

[5] M.G.James , "Mechanics of materials " , 6ed , homson , conada , (2004).

[6] B-B. Jonsen , Kinloch A.J and Tyalor A.C "Polymer" ,vol. 46,7352,(2005)

[7] B. Poon , C.Chum , A.Hilter , "J. of applied Polymer science" , vol. 92 , pp,(109-115),(2004).

[8] B. C. Poon , S.P.Chum , A.Hilter , " Polymer science" , vol. 45, pp,(893 -903) ,(2004).

[9] D . Olmos and etal , " composite science and Technology " , vol. 66, pp(27-58) ,(2006).

[10] علي جاهل سلمان "تأثير التقوية بالألياف على الموصلية الحرارية والخواص الميكانيكية للراتنجيات المتصلدة بالحرارة", مجلة القادسية للعلوم الهندسية ,المجلد 4,العدد1(2011)

[11] علي جاهل ,علي ابراهيم,عبدالله فياض,"دراسة تأثير الكسر الحجمي على قيم الموصلية الحرارية لمتراكبات البولي أستر الدقائقية",مجلة الكوفة للفيزياء , المجلد4,العدد1,(2011)

[12] عواطف عذاب محمد "دراسة تأثير الحرارة والمحاليل الكيميائية على التوصيلية الحرارية لراتنج البولي استر غير المشبع", مجلة جامعة النهرين, المجلد 12,العدد1 , (2009).

P- ISSN 1991-8941 E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2017,11 (2) :55-59

Effect of the volume fraction and curing time on thermal conductivity properties for some fibrous hybrid composites

Fayq H. Anter **Noor S. Salih**

Abstract

In this research a hand –lay up method was employed to prepare hybrid composites from epoxy resin rein forced with woven roving glass fiber at different volume fraction (20%,30%,40%).Thermal conductivity was measured at the above volume fractions and curing time (2h),(4h).Experimental results showed that ,the thermal conductivity values increase with increasing the volume fraction and curing time.