P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2016,10 (3) :93-98

(JUAPS) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة

Open Access

دراسة تاثير نوع الليف وعدد طبقات التدعيم على بعض الخواص الميكانيكية لمتراكب بوليمري

فائق حماد عنتر مشعان خلف صالح

جامعة الانبار / كلية العلوم

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2016/12/8
تاريخ القبول: 2017/1/15
تاريخ النشر: 27 / 12 / 2017
DOI: 10.37652/juaps.2016.135147

الكلمات المفتاحية:

ايبوكسي– الياف زجاجية,
الياف الصوف الصخري ط.

الخلاصة:

يتضمن هذا البحث تحضير مواد متراكبة بوليمرية بطريقة القولبة اليدوية Hand–lay up (method) من تدعيم راتنج الايبوكسي بعدد من طبقات الالياف الزجاجية من نوع (E–glass) المحاكة بشكل حصيرة او الياف الصوف الصخري وبكسر حجمي مقداره 30%. النتائج العملية اوضحت بان قيم الصلادة السطحية ومقاومة الصدمة تزداد مع زيادة عدد طبقات التدعيم للعينات المدعمة بالالياف الزجاجية المحاكة بشكل حصيرة وكذلك للعينات المدعمة بالياف الصوف الصخري. كما بينت النتائج بان قيم الصلادة ومقاومة الصدمة للعينات المدعم بالالياف الزجاجية هي اعلى مما للعينات المدعمة بالياف الصوف الصخري.

1.المقدمة:

ان دراسة الخواص الميكانيكية للمواد المتراكبة من الامور المهمة جدا التي يجب اخذها بنظر الاعتبار لانها تحدد سلوكية هذه المواد تحت تاثير الاجهاد المسلط عليها [1] . وتحت تاثير مختلف الظروف الخارجية من ضغط ودرجة حرارة وزمن الاجهاد المسلط وسرعة الاجهاد التي تؤثر كثيرا على الخواص الميكانيكية للمواد المتراكبة ذات الاساس البوليمري فتعتبر دراسة الخواص الميكانيكية من الامور المعقدة جدا . ان المواد المتراكبة هي عبارة عن بناء مكون من مادتين او اكثر ذات مواصفات مختلفة ترتبط مع بعضها بطريقة معينة لتعطي التركيب المرغوب فيها وتكون ذات خصائص افضل من خصائص المواد الداخلة في تكوينها فيما لو استخدمت بشكل منفرد [2، 3] . وتكون مواد التدعيم بشكل دقائق او صفائح او الياف وهي بذلك تجمع الخصائص الجيدة من مختلف المواد الداخله في تركيبها علاوة على التخلص من العيوب الموجودة فيها لتكون اكثر ملائمة للتطبيقات الصناعية [4] .

لذلك يمكن القول ان المادة المتراكبة تتكون من طورين هما الطور الاول ويشمل المادة الاساس (Matrix material) والطور الثاني ويشمل مواد التقوية (Reinforced material) يرتبط هذان الطوران ببعضهما عن طريق سطح رابط يدعى سطح البيني Interface [5]. وقد تتالف المواد المتراكبة من طور اساسي واحد او اكثر ومن مادة تقوية واحدة او اكثر للحصول على العديد المتراكبات بترابط مواد التقوية مع مواد الاساس وهذا تدعى المادة الناتجة بالمواد المتراكبة الهجينة (Hybrid composite material) [6] . ونظرا لما تتمتع به المواد المتراكبة من خفة وزن وعزل حراري وكهربائي جيد فقد ازدادة الحاجة الماسة الى استخدامها في كثير من المجالات المدنية والعسكرية، مما حفز الكثير من العاملين في هذا المجال الى اجراء بعض التعديلات على خواصها وخاصة الخواص الميكانيكية منها وذلك بتدعيمها بمواد اخرى للوصول الى الهدف المنشود من استخدامها في الكثير من التطبيقات [7، 8، 9] ، وعليه فقد تم في هذا البحث تحضير عينات من مواد متراكبة ذات اساس بوليمري مدعمة بالياف الزجاج والياف الصوف الصخري .

1.1 الصلادة :

تعتبر الصلادة من الخواص الميكانيكية المهمة لدراسة سطح المادة ، وتعرف بأنها مقاومة سطح المادة للغرز أو الخدش ، أو هي

* Corresponding author at: University of Anbar - College of Science7
E-mail address:

مقاومة المادة للتشوهات اللدنة الموضعية. وتعتمد صلادة المواد على نوع القوة الرابطة بين الجزيئات او الذرات وعلى نوع السطح (ناعم ، خشن) ودرجة الحرارة والظروف المؤثرة فيها [10]. يعتبر اختبار الصلادة من الاختبارات السهلة وذلك لأنه لا يحتاج الى اجهزة معقدة وغالية الثمن اضافة الى ذلك اننا لا نحتاج الى تحضير عينات خاصة وان العينات لا تتعرض الى اتلاف اذ لا تتكسر عند اجراء الاختبار ولا تشّوه بشكل كبير، وفي بحثنا الحالي تم قياس صلادة سطح الخلائط البوليمرية بطريقة شور (D) (Shore (Durometer)Hardness Test) والتي هي مقياس لمقاومة المواد للاختراق من قبل ابرة خاصة تُحدث انبعاج داخل سطح هذه المادة [11].

2.1 الصدمة:

تعد فحوصات مقاومة الصدمة مقياساً لمقاومة المادة البوليمرية للانكسار تحت تأثير الإجهاد بسرع عالية, يمكن تعريف مقاومة الصدمة على أنها مقدار الطاقة الممتصة في أثناء التصادم لجسم ذي كتلة محددة (المادة المراد اختبارها) إلى مساحة المقطع العرضي للعينة عند الكسر ، وتحسب مقاومة الصدمة (I.S) من العلاقة آلاتية [12]:

$$I.S = \frac{E_c}{A} \qquad (1-1)$$

إذ إن

I.S: مقاومة الصدمة (KJ/m^2 Impact Strength).

E_c: الطاقة المطلوبة للكسر (KJ).

A: مساحة المقطع العرضي للعينة (m^2).

تعتمد مقاومة الصدمة على عدة متغيرات منها: نوع المادة وتوزيع الإجهادات ،وظروف التصنيع، والظروف البيئية, ومعدل الانفعال, ودرجة الحرارة. وبشكل عام فإن مقاومة الصدمة للبوليمرات المطيلية (Ductile) أعلى من مقاومة الصدمة للبوليمرات الهشة (Brittle) ، وبما يخص البوليمرات المطاطية (Elastomers) فإن مقاومة الصدمة لها عالية جداً. إن تأثير تغير درجة الحرارة في مقاومة الصدمة يكون محدوداً للراتنجات غير المطاوعة للحرارة فقد وجد أن مقاومة الصدمة لهذه المواد ثابتة تقريباً لدرجات حرارية تتراوح ما بين (80-200 °C)[13]. وبما يخص الراتنجات المطاوعة للحرارة فتعتمد مقاومة الصدمة على درجة الحرارة اعتماداً كلياً , إذ تزداد مقاومة الصدمة بازدياد درجة الحرارة وذلك بسبب الارتخاء الذي يصيب الأواصر وقوى الترابط الجزيئية مما يسمح بامتصاص مقدار أكبر من الطاقة في السلوك اللدن.

2. الجزء العملي

1.2 المواد المستخدمة

المادة الاساس التي استخدمت في تحضير المادة المتراكبة هي راتنج الايبوكسي نوع (Polyprime-Ep) المصنع في شركة (Henkel Polybit Co.) الاماراتية , ويمتاز بأنه سائل شفاف كثافته بحدود (1.2 gm/cm^3) متوسط اللزوجة , له قابلية الالتصاق وقليل الانكماش وقابل للمعالجة الى الصلبة بإضافة المصلد (Hardener) الخاص به وهو عبارة عن مادة سائلة شفافة خفيفة القوام عديمة اللون , تضاف بنسبة (1:2) ويحدث بينهما التفاعل في درجة حرارة المختبر والايبوكسي من البوليمرات المتصلدة حرارياً .

2.2مواد التقوية Reinforcement Materials

1- الالياف الزجاجية Glass Fibers

أن الالياف الزجاجية المستخدمة في التدعيم هي من نوع (E-glass) المحاكة بشكل حصيرة وتكون من النوعية الخشنة , وكثافتها (2.60 g/cm^3) وتعتبر الاكثر شيوعاً في الاستخدام بسبب متانتها وصلابتها الجيدتين وسهولة إنتاجها وتوافرها في الطبيعة .

2- ألياف الصوف الصخري

تصنع هذه الألياف من صخور البازلت بشكل الياف طويلة ألياف متقطعة , وتمتلك الياف الصوف الصخري كثافة مقدارها (0.7 g/cm^3). تعد هذه الألياف من العوازل الحرارية نظراً لما تمتاز به من مقاومة حرارية عالية تصل الى (8000 °C) , وتمتاز بمقاومة كيميائية عالية وكفأة في العزل الحراري والصوتي ومنع انتشارالحريق

3.2 تحضير العينات المتراكبة البوليمرية

Preparation of Composite Polymer Samples

تم استخدام لطريقة القولبة اليدوية (Hand Lay-up Molding) في عملية تحضير المتراكبات البوليمرية ، وذلك لأنها من الطرق السهلة والناجحة والشائعة الاستعمال ولكن لها عده مساوئ تعد عملية غير انتاجية فعدد االقطع الذي ينتج باليوم الواحد قليل وتحتاج وقت لتصنيع قطعة واحدة وايضا تستخدم لتصنيع اجزاء معينة مثلا القوارب وابدان السيارات وتحتاج الى ظروف محيطة ملائمة كدرجة الحرارة والرطوبة. تم تحضير نوعين من العينات المتراكبة حسب نوع الليف المستخدم :

1- عينات متراكبة مكونة من تدعيم راتنج الايبوكسي بالالياف الزجاجية المحاكة بشكل حصيرة بعدد من طبقات التدعيم (5,4,3,2) وبكسر حجمي مقداره30%.

2- عينات متراكبة مكونه ايضا من تدعيم راتنج الايبوكسي بالياف الصوف الصخري وبعدد من طبقات التدعيم (5,4,3,2) وبنفس الكسر الحجمي 30%.

3-

4.2 تقطيع وتنعيم العينات

لغرض اجراء اختبارات الصلادة السطحية ومقاومة الصدمة فقد تم تقطيع وتنعيم العينات حسب الابعاد القياسية العالمية الخاصة بكل فحص وكما موضح بالجدول (1).

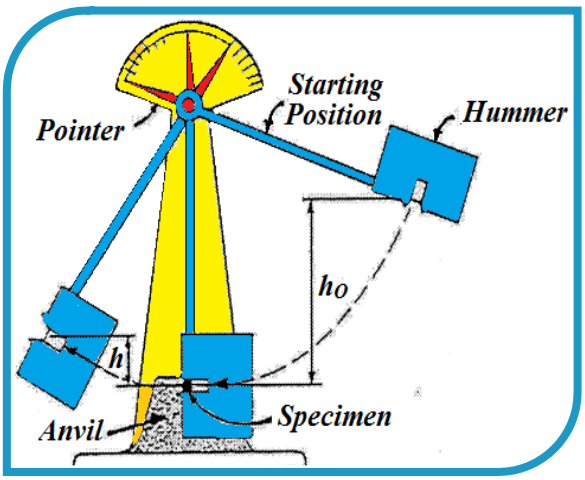
3 . الأجهزة

3-1 جهاز إختبار الصلادة

تم قياس الصلادة للعينات باستخدام طريقة شور (D) والجهاز المستعمل لهذا الاختبار من نوع (HUATEC GROUP Hardness Tester HT-6600C Shore D) والمصّنع من قبل شركة (HUATEC) الصينية ويتكون الجهاز من اداة غرز بشكل ابرة تخترق سطح العينة لتسجل مقدار صلادة سطح العينة وجميع اختبارات الصلادة تم اجراؤها بدرجة حرارة الغرفة. وتكرار العملية عدة مرات في اماكن مختلفة من سطح العينة لمراعات العوامل المؤثرة على دقة القراءة مثل تجانس سطح العينة ونعومتها وخلوها من الشوائب والفجوات فيتم قراءة قيمة الصلادة .

3-2 جهاز اختبار الصدمة

لغرض حساب الطاقة المطلوبة للكسر والتي يمكن من خلالها حساب مقاومة الصدمة للمادة, تم استعمال جهاز الصدمة نوع جاربي (Charpy Test) الموضح في الشكل(1) والمصنع في شركة (Testing Machines ING., Amity ville) في الولايات المتحدة , وهو من الأجهزة ذات التركيب البندولي التي تمتلك طاقة كسر تفوق الطاقة اللازمة لكسر النموذج قيد الاختبار, يمكن تعيين قيمة مقاومة الكسر للمادة باستخدام العلاقة (1-1) والمادة التي تمتلك طاقة كسر عالية تكون ذات مقاومة عالية.



الشكل(1): جهاز فحص مقاومة الصدمة

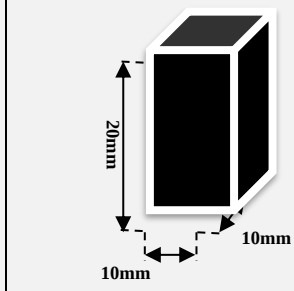
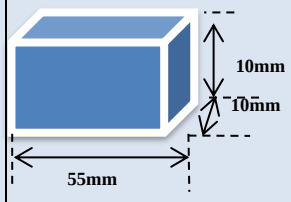
4 .النتائج والمناقشة:

4-1. نتائج اختبار الصلادة

أستخدمت طريقة شور (D) , لقياس صلادة العينات بدرجة حرارة الغرفة . أظهرت النتائج العملية لاختبارات قيم الصلادة الموضحة بالجدول (2) بأن هناك زيادة خطية في قيم الصلادة مع زيادة عدد طبقات التدعيم سواءاً بالالياف الزجاجية المحاكة بشكل حصيرة أو الياف الصوف الصخري وأن زيادة قيم الصلادة تعود ألى زيادة التراص الذي يقلل من حركة جزيئات البوليمر (المسافات بين السلاسل البوليمرية القصيرة) مما يؤدي الى زيادة مقاومة المادة الى خدش والقطع فتزداد مقاومتها للتشوه اللدن أذ تعتمد صلادة المادة على نوع قوى الترابط بين الذرات والجزيئات والمسافة بين السلاسل (البوليمرات) فكلما كانت قوى الترابط عالية تزداد قيمة الصلادة وبذلك فأن الترابط القوي عند السطح البيني بين راتنج الايبوكسي والالياف الزجاجية والياف الصوف الصخري هو نتيجة لزيادة الترابط التشابكي لهم والذي ينتج عنه حيز مغلق يعمل على زيادة الصلادة وهذا يتفق مع نتائج الباحث [14]. كما ان الالياف تتمتع بالصلادة العالية ومقاومة التشوه اللدن العاليتين مما يجعلها تتحمل الجزء الاكبر من الاجهادات [16,15].

ويلاحظ بان العينات المدعمة بالياف الصوف الصخري امتلكت قيمة صلادة اقل مما عليه في تلك المدعمة بالياف الزجاج على الرغم من امتلاكها جميعا نفس الكسرالحجمي بين المادة الرابطة والمادة المدعمة ويعود سبب ذلك الى وجود الفجوات الهوائية والمسامات بين الياف الصوف الصخري التي قد تعرقل دخول الايبوكسي بين الالياف وبالتالي نقصان الصلادة كما ان نقصان حركة جزيئات البوليمر الناتج من زيادة التشابك والتراص يؤدي الى زيادة مقاومة المادة للخدش وتتفق هذه النتيجة مع نتئج الباحثين [18,17] .

جدول (1): الابعاد القياسية لعينات الصلادة ومقاومة الصدمة [19].

نوع الاختبار	الأبعاد القياسية للعينات	النظام القياسي
اختبار الصلادة Hardness Test		ASTM
اختبار الصدمة Impact Test		ISO – 179

الجدول(2): يبين قيم الصلادة كدالة لعدد طبقات التدعيم بالألياف الزجاجية (G.F) Glass Fibers والياف الصوف الصخري Rock Wool (R.W.F) Fibers

Layer No.	Hardness (Shore D)	
	G.F	R.W.F
2	66.3	59.66
3	71.33	62.16
4	74.33	69.5
5	76	72.16

4-2 نتائج أختبار مقاومة الصدمة:

قياسات مقاومة الصدمة اجريت بطريقة جاربي (Charpy Method) في درجة حرارة الغرفة, و حسب العلاقة اعلاه اذ بنيت النتائج العملية لفحوصات مقاومة الصدمة المدرجة في الجدول (3) بأن أعلى قيمة للصدمة كانت للعينات المدعمة بالألياف الزجاجية وأقل قيمة الياف الصوف الصخري , لآن الالياف الزجاجية المحاكة بشكل حصيرة ستعمل كمقومات لتقدم الكسر ناتجة من قوة الترابط بين هذه الالياف والمادة البوليمرية من خلال السطح البيني , لذا فأن هذه الالياف الزجاجية سوف تتحمل جزءاً من الاجهاد الصدمي ومن ثم الزيادة في مقاومة الصدمة [20]. أما الياف الصوف الصخري فأنها تمتلك أقل مقاومة للصدمة ويعزى ذلك الى وجود الفراغات الهوائية في الياف الصوف الصخري أضافة الى النهايات الحرة التي تتمركز عندها الاجهادات وتزداد بزيادة نسبة الألياف , مما يؤدي الى جعل مادة الترابط (الراتنج) أقل انتشاراً بين الألياف ومن ثم يسلك المتراكب سلوكاً هشاً [14] , والياف الصوف الصخري تعطي أقل مقاومة وتسمح بانتشار راتنج الأيبوكسي بين طبقاتها بصورة كاملة وبذلك يكون تمركز الإجهاد على منطقة من المتراكب دون الأخرى وبذلك سلك هذا النوع من المتراكبات سلوكاً هشاً مما يعطي أقل مقاومة للصدمة.

الجدول(3): قيم مقاومة الصدمة كدالة لعدد طبقات التدعيم بالألياف الزجاجية (G.F) و الياف الصوف الصخري

Layers No.	Impact (K J / m^2)	
	G.F	R.W.F
2	60	20.7
3	80	32.4
4	88	43.5
5	97	60.8

5.الاستنتاجات Conclusions

1.تزداد قيم الصلادة بزيادة عدد طبقات التدعيم لراتنج الايبوكسي المدعم بالالياف الزجاجية المحاكة بشكل حصيرة نوع (E-glass)او الياف الصوف الصخري وان عينات صلادة الالياف الزجاجية قد امتلكت اعلى قيمة من الياف الصوف الصخري.

2. تزداد مقاومة الصدمة بزيادة عدد طبقات التدعيم ولكافة أنواع الالياف (الالياف الزجاجية او الياف الصوف الصخري). وان مقاومة الصدمة للالياف الزجاجية المحاكة بشكل حصيرة هي اعلى ممالبقية العينات ولمختلف طبقات التدعيم.

المصادر:

[1] Marc Andrew Megers, KrishanKumar chalwla,"Mechanical Behavior of Materials", PrenticeHall, New Jersey, (1999).

[2] Hull.O & T.W.Clyne, "An Introduction to Composites Materials", Cambridge University Press , (1996).

[3] W.D.Callister, "Materials science &Engineering An Introduction", Jownwiley & sons , Inc, (2003).

[4] Christophe Baley, Y. Perrot, Peter " Mechanical Properties of Composites Based on Low Styrene Emission Polyester Resins for Marine Application",

[5] لميس علي خلف "دراسة الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لمتراكبات البولي أستر غير المشبعة والمدعمة بالياف الزجاج وألياف النايلون"، رسالة ماجستير،قسم هندسة المواد، الجامعة التكنولوجية،(2006).

[6] R. F. Gibson ,"Principles of Composite Material Mechanics", Mc. Graw Hill, Inc, New York. (1994)

[7] K. K. Chawla, "Composite Materials", springer-verlag ,NewYork , Inc, (1987).

[8] M. H. Alaa,"Study The physical properties of polymer Blends Reinforced by Metal Laminates and Microcotton,"Master Thesis, University Of Technolongy, Department Of Material Applied Sciences, 2012.

[9] K. Dinokaran and M. Alagar, "Development and Characterization of Vinyl ester Oligomer (VEO) modified Unsaturated Polyester Intercross linked and Composites", International T. of Polymeric materials, Tayler and Francis Inc. Vol. , PP()m2003., vol. 52 (11-12),pp. 957-966, 2003.

[10] D. William, Jr. callister, "Materials science and Engineering An Introduction", 7th ed., 2007.

[11] D. Kopeliovich, "Shore (Durometer) Hardness Test," Subs & Tech, last modified: 28 Apr, 2012.

[12] M. Hollman, "Composite Aircraft Design ",USA . Monterey –California (1993).

[13] بلقيس ضياء الدباغ , "تسليح ودراسة خواص راتنج الايبوكسي والبولي استر غير المشبع" , أطروحة دكتوراه\ قسم العلوم التطبيقية , الجامعة التكنولوجية , (1996).

[14] M. H. Alaa,"Study The physical properties of polymer Blends Reinforced by Metal Laminates and Microcotton,"Master Thesis, University Of Technolongy, Department Of Material Applied Sciences, 2012.

[15] هناء حسين ," دراسة بعض الخواص الميكانيكية المترو حرارية لمركبات الايبوكسي المدعمة بالصوف الصخري والصوف الزجاجي", رسالة ماجستير , كلية العلوم , جامعة بغداد 2008.

[16] هبة جمعة جعفر, "تأثير الألياف على سلوك الأخماد للمواد المركبة ذات أساس بوليمري", رسالة ماجستير, الجامعة التكنلوجية, بغداد, 2010.

[17] W. Yang, W. Shi, Z. M. Li, B. H. Xie, J. M. Feng and M. B. Yang, "Mechanical properties of glass bead-filled linear low-density polyethylene", Journal of elastomers and plastic] Vol 369 , PP. 251-265, 2004.

[18] علي حسين رسن , دراسة السلوك الميكانيكي والحراري لمواد هجينة , رسالة ماجستير , قسم العلوم التطبيقية , الجامعة التكنولوجية, (2003),

[19] Wright W.W.,"Composites", Vol. 12, No.3. PP.(201-205),(1981).

[20] J.Pand , and D.Sharma , " Fracture Touhness of short glass fiber and glass particulate hybrid compsites ", fiber science and Technology , vol 21, No.4 , pp.(307-317), 1984.

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2016,10 (3) :93-98

STUDY OF THE EFFECT OF FIBER TYPE AND THE NUMBER OF REINFORCING LAYERS ON SOME MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMERIC OVERLAYS

FAYIC H. ANTER MISHAAN K. SALIH

E.mail:

Abstract

This work includes preparation polymeric composite materials by hand-lay up method layers of glass fiber type (E-glass) and Rock wool fiber at volume fraction 30%. Practical results showed that the surface hardness and impact strength increase with increasing the number of reinforcing layers for the two types of fibers . Also the results showed that the values of hardness and impact strength for the samples reinforced with glass fiber more than that of samples reinforced with rock wool fibers.