P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2017,11 (3) :111-116

(*JUAPS*) **مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة**

Open Access

تأثير عدد طبقات ألياف الكفلر على خاصيه الانحناء لخليط متصلد حرارياً

فائق حماد عنتر **خميس ضاري محمود**

جامعه الأنبار – كلية العلوم

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2017/5/15
تاريخ القبول: 2017/7/4
تاريخ النشر: 22 / 6 / 2018
DOI: 10.37652/juaps.2017.145244

الكلمات المفتاحية:

معامل المرونة،
خليط بوليمري،
ألياف الكفلر.

الخلاصة:

يتضمن هذا البحث تحضير مادة هجينه من بتدعيم الخليط (EP80%+UPE20%) بعدد من طبقات ألياف الكفلر بطريقة القولبة اليدوية وبكسر حجمي 30% . تمت دراسة خاصية الانحناء عند درجة حرارة الغرفة قبل وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية، أظهرت النتائج العملية بأن قيمة الانحراف تقل مع زيادة عدد طبقات التدعيم بألياف الكفلر بينما معامل المرونة يزداد مع زيادة عدد طبقات التدعيم قبل وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية.

1-المقدمة والجانب النظري

عرفت تقنيه تصنيع المواد المتراكبة بأبسط صورها منذ قرون عدة حيث استخدامها البابليون في بناء بيوتهم عن طريق خلط نشارة الخشب بماده الطين . تعرف المادة المتراكبة على أنها تلك الأنظمة الناتجة من مزج مادتين أو أكثر مزجاً فيزياوياً بحيث لا يحصل بينهما تفاعل كيميائي [1]. تتكون المادة المتراكبة من مادتين أو أكثر تختلف في الخواص الميكانيكية والفيزيائية [2] . تكون مواد التدعيم بشكل دقائق أو قضبان أو الياف أو صفائح الخ، وهي بذلك تعطي خصائص جيده من مختلف المواد الداخلة في تركيبها والتخلص من العيوب الموجودة فيها لتكون أكثر ملائمه للتطبيقات الصناعية [4,3]. يعتمد الاستخدام العام للمادة المتراكبة بشكل كبير على الخواص الميكانيكية والفيزيائية لهذه المواد لذلك فإن دراسة هذه الخواص تحت تأثير القوى والاحمال في ظروف مختلفة يكتسب أهمية كبيرة لمعرفة مدى ملائمه هذه الخواص لمكان عمل هذه المواد [2]. لذلك يمكن القول إن المادة المتراكبة تتكون من طورين هما: الطور الأول يمثل المادة الأساس (Matrix Material) والطور الثاني يشمل مواد التقوية (Reinforced Material) يرتبط هذان الطوران ببعضهما عن طريق سطح رابط يدعى السطح البيني (Interface) [5].

نظراً لما تتمتع به المواد المتراكبة من خفة وزن وعزل حراري وكهربائي جيد دعت الحاجة الى استخدامها في كثير من المجالات المدنية والعسكرية كصناعه الزوارق والصدارى الواقية من الرصاص مما حفز الكثير من العاملين الى أجراء تعديلات على خواصها الميكانيكية وذلك بتدعيمها بمواد أخرى للوصول الى الهدف المنشود[4,6]. وعلية فقد تم في بحثنا هذا تحضير عينات من مواد متراكبه ذات أساس بوليمري مدعمه بألياف الكفلر ودراسة خاصيه الانحناء. وقد قامت الباحثة (H.Abdullah) واخرون بدراسة خاصية الانحناء لمتراكبات الايبوكسي المدعمة بألياف الكفلر والزجاج ومتراكبات هجينه تم دراسة تأثير نوعية واتجاه وتتابع الطبقات لثلاث أنواع من الالياف وهي ألياف الكفلر 49 المنسوجة عموديا والياف زجاجية منسوجه عموديا وعشوائي ، حضرت باستخدام طريقه القولبة اليدوية (Hand-lay up). أظهرت النتائج ان اختبار الانحناء للعينه المعززة في (كفلر-زجاج-كفلر) تتميز باعلى انحناء [7].

1-1 الأنحناء Bending

يمكن تعريف الانحناء على أنهُ قابلية العينة على الانحناء عند تسليط حمل معين بدون حدوث كسر[8]. يعتبر اختبار الانحناء من الاختبارات الميكانيكية المهمة للمواد المتراكبة لأنها تحدد خواص المرونة واللدونة للمادة , أن تحمل المادة لقوى الثني المسلطة بصورة عمودية على محورها الطولي تدعى بمقاومة الثني للمادة يكون لهذا النوع من الاختبارات أكثر من نوع من الإجهادات مثل أجهاد الانضغاط في طبقات المقطع العلوي , وإجهاد الشد في طبقات المقطع السفلي لهذا

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

يعتبر هذا الاختبار من الاختبارات المعقدة والسبب في فشل المادة في بعض الاحيان هو تغلب هذه الاجهادات أحدها على الأخرى وهناك عوامل أخرى تؤثر على هذا الاختبار مثل المسافة بين المسندين ونوع ومعدل التحمل المسلط وأبعاد المقطع العرضي للنموذج [9] .

يمكن حساب اختبار الانحناء بطريقتين وهما: -

1-اختبار الانحناء الثلاثي النقاط (Three-point Test)

2-اختبار الانحناء الرباعي النقاط (Four – point test)

أن اختبار الانحناء الثلاثي النقاط الموضح بالشكل(1) يعتبر الأكثر شيوعاً وسهوله حساب الانحناء ومعامل المرونة وحسب العلاقة التأليه [10]

$$E_b = Slope\ \frac{gl^3}{8I}$$

حيث أن:

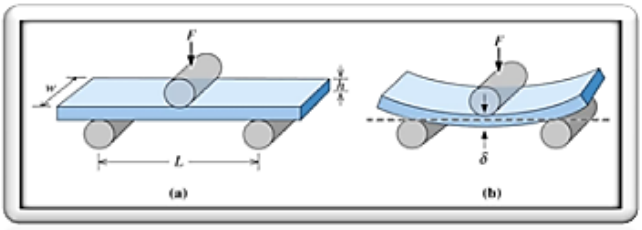
$\frac{gm}{mm}$ Slope=$\frac{mass}{Deflection}$ حيث نجده من علاقه منحنيات الكتله مع الانحراف

L: المسافة بين المسندين (المسافة بين المرتكزين) (mm)

I: عزم القصور الذاتي للمقطع العرضي للعينة (mm^4) التي عرضها b (mm) وسمكها d (mm) من خلال تطبيق العلاقة التالية [11].

$$I = \frac{bd^3}{12}$$

أن الانحراف ***Deflection*** في المادة يتناسب طردياً مع الحمل المسلط وعند زوال الحمل المسلط سوف تسترجع المادة حالتها الأولى وبذلك سوف نستنتج أن المادة تخضع لقانون هوك ***"Hook's" Law*** وان نسبة $\frac{load}{Deflection}$ مقدار ثابت يمثل الميل ***"Slope"***



الشكل(1) عينة اختبار الانحناء ثلاثي النقط [12]

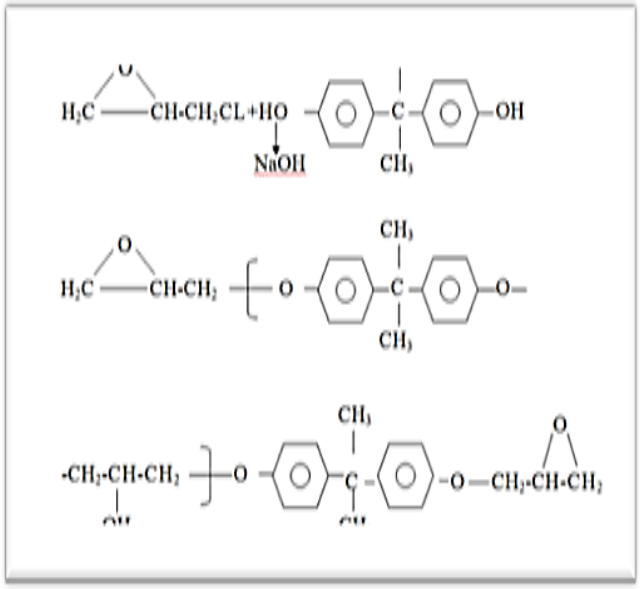
-الجزء العملي Experiment Part

1-2-المادة الأساس Matrix Material

تم استخدام نوعين من المادة الأساس وهما: -

a- راتنج الايبوكسي Epoxy Resin

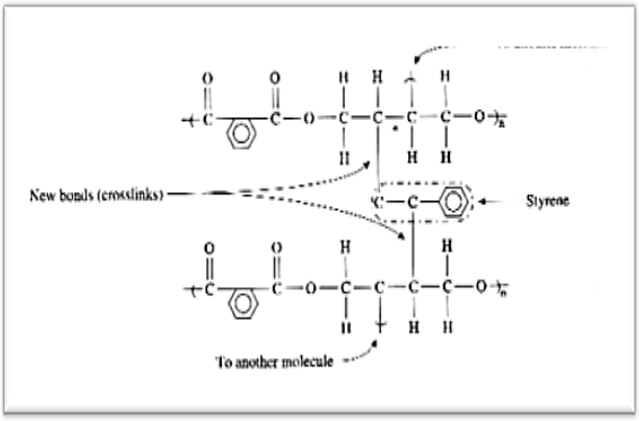
ينتمي راتنج الايبوكسي الى مجموعه الراتنجات المتصلبة بالحرارة حيث تتميز هذه الرتنجات بعدم إمكانيه إعادة تشكيلها بالحرارة بعد تحويلها الى مادة صلبه وذلك بسبب تكون سلاسل بوليمرية طويله متشابكه مع بعضها وهو ما يسمى بالربط التشابكي (Crosslinking) . تم في بحثنا هذا استخدام راتنج الايبوكسي (Epoxy Resin) نوع Quick mast (105*) Base أردني المنشأ يمتاز بأنه سائل شفاف لزج ذو كثافه (1.2 g/cm^3) يضاف اليه مصلد (Hardener) نوع Quick mast (105*) Hardener وبنسبه خلط (3:1). أهم مميزات راتنج الايبوكسي بأنه يمتلك صلادة عالية ومقاومه كيميائية كما يمتلك قابلية التصاق عالي بسبب التركيب الكيميائي لهذا الراتنج والمتمثل في مجموعه الإثيرات والهيدروكسيل والمجاميع القطبيه التي تعطي متانه التصاق عاليه وتكسب المادة صلاده وقوة والشكل (2) يبين تحضير راتنج للايبوكسي.



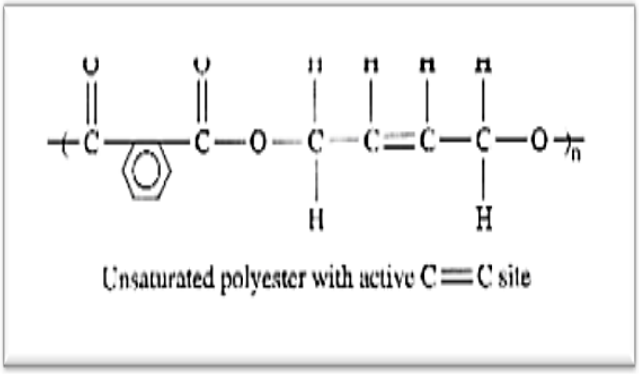
الشكل(2) تحضير راتنج الايبوكسي [13]

b- راتنج البولي أستر الغير مشبع Unsaturated Polyester Resin

بوليمر ذو وزن جزيئي واطئ يتكون من أصرة كاربونية مزدوجة تستخدم لتكون الارتباطات التشابكية لتكون بوليمرات أضافية , ولتوضيح عملية التشابك والأصرة المزدوجة في البولي أستر الغير مشبع في الشكلين(3) و(4) الأتيين:-



الشكل (3) عملية التشابك في البولي أستر الغير مشبع[14]

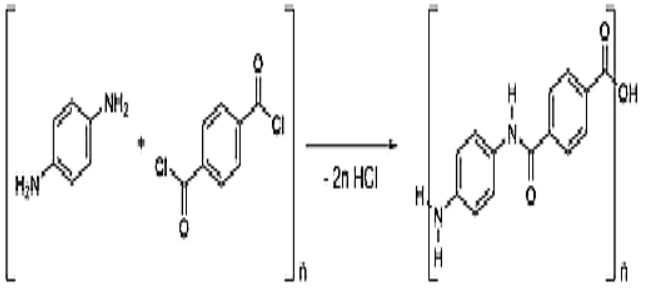


الشكل (4) الأصرة المزدوجة في البولي أستر الغير[14]

تمتاز راتنجات البولي أستر غير المشبع بسهولة تشكيلها وأمكانية معالجتها سريعاً و تمتلك لزوجة تتراوح بين(500−1000) سنتي بواز ، تتصلب وتتحول الى مادة جلاتينية تستغرق فترة 20 دقيقة تكون نسبه الستايرين فيها من %(32−40) ، كلفتة قليلة ونسبة الانكماش فية تتراوح بين %(5−8) بسبب لفظ جزيئه الماء أثناء التفاعل ذو عزل كهربائي عالي ومقاومته الى الماء والمواد الكيميائية تكون ممتازة و يمتلك راتنج البولي أستر الغير مشبع خواص كهربائية وميكانيكية جيدة ويمتاز بمقاومتها الكبيرة للأملاح والمواد الكيميائية والظروف الجوية ، كما انه يمتلك خفة وزن ومتانة عالية إي أن نسبة المتانة الى الوزن عالية بمقارنتها مع أكثر المعادن .

2-2 مواد التقوية Reinforcement Material

تم في بحثنا هذا استخدام ألياف الكفلر 49 محاكه بشكل حصيره ثنائيه الاتجاه (0^0−90^0) ذو كثافه ($1.45g/cm^3$) كمواد تقوية لخليط بوليمري (%80EP+%20UPE) والتي تم تصنيع النماذج منها وهي عباره عن بوليمر يحضر بالبلمرة التكثيفية لمركبي (Terephthaloyl chloride) و (P−Phenylenediamine). أن الياف الكفلر تكون بشكل سلسله بوليميرية خطيه غير متقطعة بسبب الترابط الموجه لحلقات البنزين كما تمتاز بخفه الوزن والمتانة العالية والشكل (5) يوضح التركيب الكيميائي لألياف الكفلر.

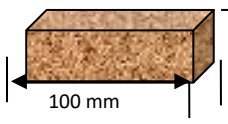


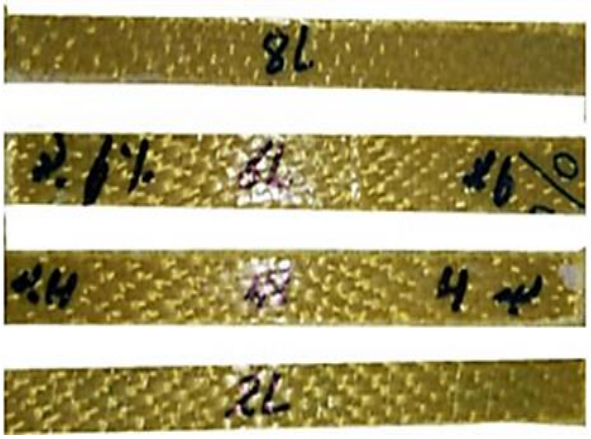
الشكل (5) التركيب الكيميائي لألياف الكفلر

3-2 تحضير العينات Preparation of Samples

حضرت عينات المواد المتراكبة من خليط بوليمري (%80EP+%20UPE) مدعم بعدد من طبقات ألياف الكفلر (8L,6L,4L,2L) وبكسر حجمي 30%. إن طرق تصنيع المواد المتراكبة عديده ولكل طريقة محاسنها ومساوئها وأيضا لكل منها مجال مناسب تطبق فيه. تم استخدام طريقة القولبة اليدوية (Hand lay-up molding) في تحضير العينات لأنها من أبسط الطرق ويمكن الحصول من خلالها على عينات بأشكال وأحجام وأبعاد مختلفة وحسب القياسات العالمية (ASTM) الموضحة بالجدول (1)، حيث جرى وضع ألياف الكفلر على شكل طبقات وكذلك وضع ورق حراري أسفل وفوق طبقات ألياف الكفلر وذلك لضمان استخراج العينة بعد أكمال عملية التصلب الشكل(6) يوضح الصور الفوتوغرافية لعينه الانحناء.

الجدول (1) الابعاد القياسية لعينة الانحناء

نوع الاختبار	الابعاد القياسية	المواصفات القياسية العالمية
اختبار الانحناء Three−point test		ASTM-D790-86



الشكل(6) الصور الفوتوغرافية لعينه الانحناء

3-النتائج والمناقشة Results and Discussion

3-1 نتائج اختبار الانحناء Results of Bending Test

تم اجراء اختبار الانحناء للعينات كافة باستخدام طريقة الانحناء الثلاثي النقاط (Three points Bending test) أن الهدف الرئيسي من اجراء هذا الاختبار هو معرفة السلوك الخطي أو ما يسمى (Hookean Behavior) للمادة الواقعة تحت تأثير الحمل المسلط بالاتجاه العمودي على المستوي السطحي للمادة ، أذ تسترجع المادة حالتها الأولى عند زوال الحمل المسلط عليها أي ان المادة تخضع لقانون هوك (Hooks Law) ، ان نسبة الكتلة على الانحراف (Mass/Deflection) مقدار ثابت وهذا يمثل الميل الذي من خلاله يمكن حساب معامل المرونة (E) . الشكل (7) يوضح تأثير التدعيم بالألياف في الظروف الطبيعية على سلوك الخليط تحت حمل الانحناء وهو تأثير كبير حيث أن الانحناء او الانحراف الحاصل لعينات المادة المتراكبة بتأثير الحمل المسلط هو اقل بكثير مما هو علية في حالة الخلائط البوليمرية الغير مدعمة حيث أن مقدار الانحراف عند الطبقتين (2L) هو (9.31mm) ليصبح عند الطبقة (8L) هو (0.86mm) عند التأثير على العينتين بكتله مقدارها (800 gm) والموضحة بالجدول(2) ، سبب ذلك هو أن الاجهاد المسلط على المادة المتراكبة سوف يتوزع على كل من الالياف والمادة الأساس والألياف هي التي ستتحمل الجزء الأكبر من الحمل المسلط بما ان الطبقة8L هي التي تمتلك اعلى الطبقات فأن الاجهاد المسلط سوف يتوزع على عدد الطبقات وبالتالي سوف يقل الانحراف وهذا يتفق مع نتائج الباحث [7] . الشكل (8) يوضح علاقة الكتلة مع الانحراف بعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية لمدة (24 h) للعينات كافة حيث نلاحظ بأن قيم الانحراف للعينات كافة قلت عن قيمتها في حالتها الطبيعية، وذلك للدور الإيجابي الذي قامت به الاشعة فوق البنفسجية في تحسين خواص البوليمر وبالتالي زيادة التشابك وتقسية المادة المتراكبة. الشكل (9) يوضح مقارنة معامل يونك قبل وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية ، نلاحظ بان قيم معامل يونك تزداد بزيادة عدد طبقات الياف الكفلر ، ففي الظروف الطبيعية نلاحظ أن قيمه معامل يونك عند الطبقتين (2L) هي (12.3 Map) أما عند الطبقة (8L) تصبح قيمة معامل يونك(21.5Mpa) كما موضح بالجدول(3) ، حيث نلاحظ حصول انحناء دون حصول كسر نهائي يؤدي الى كسر المادة الأساس مع بقاء الالياف متصلة مع بعضها علاوة على كون هذه الألياف تتميز بمعامل مرونة عال هو E_K=125 GN/M^2 ، أما عند تعرض المادة المتراكبة للأشعة فوق البنفسجية لمدة (24 h) تكون قيمه معامل يونك عند الطبقتين (2L) هي (13 Map) أما عند الطبقة(8L) تكون قيمة معامل يونك (22.9 Map) . نلاحظ زيادة في قيمة معامل يونك بزيادة عدد طبقات الياف الكفلر وبعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية والسبب يعود الى الأشعة فوق البنفسجية قامت بتحسين الخواص الميكانيكية للبوليمر بزيادة التشابك وأكمال عملية التقسية للبوليمر وهذا يتفق مع نتائج الباحث [15].

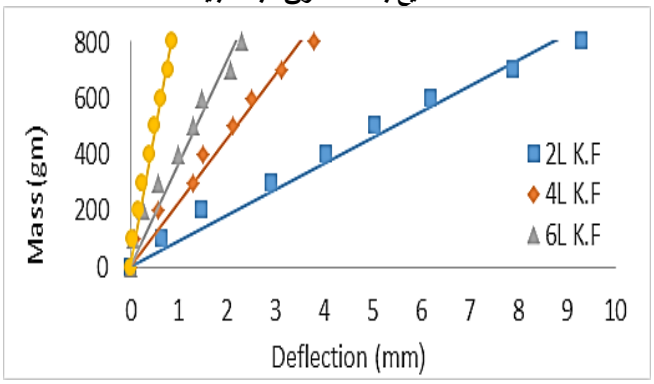
No. of kevler Layers	*Sample Composition* Blend (EP%80+UPE%20)	Young modulus MPa×10^{-2}	
		N.C	*UV*
2	Blend + 2 L	12.3	13
4	Blend + 4 L	15.2	16.2
6	Blend + 6 L	18.1	19.7
8	Blend + 8 L	21.5	22.9

الجدول(2) علاقة الكتلة مع الانحراف لعينات الخليط المدعم بألياف كفلر قبل وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية

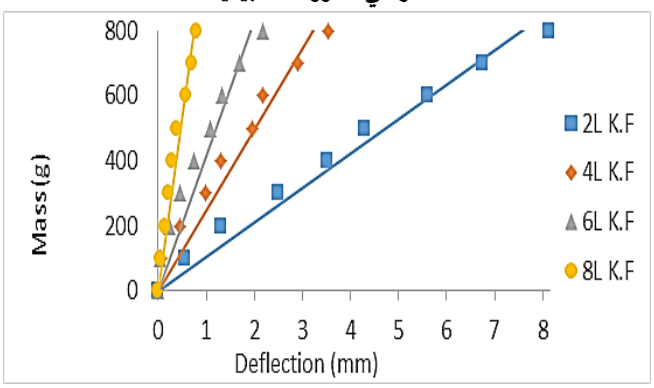
Mass (gm)	Deflection (mm)							
	NO of kevler fiber layers							
	Normal condition				Irradiation(UV)			
	2L	4L	6L	8L	2L	4L	6L	8L
100	0.65	0.08	0.06	0.04	0.55	0.05	0.04	0.03
200	1.48	0.58	0.26	0.16	1.31	0.45	0.23	0.13
300	2.9	1.3	0.56	0.24	2.5	0.98	0.44	0.21

400	4.05	1.5	0.99	0.38	3.5	1.3	0.75	0.29
500	5.03	2.11	1.3	0.5	4.3	1.95	1.08	0.37
600	6.2	2.49	1.46	0.62	5.6	2.18	1.33	0.56
700	7.9	3.11	2.05	0.78	6.75	2.9	1.68	0.7
800	9.31	3.78	2.3	0.86	8.13	3.53	2.18	0.8

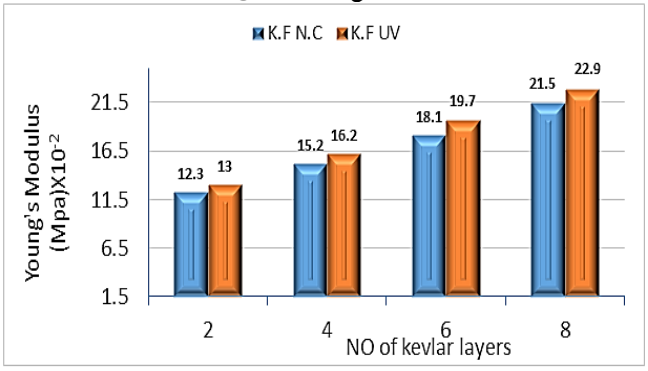
الجدول(3) تغير معامل يونك مع عدد طبقات الياف الكفلر في الخليط قبل وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية



الشكل (7) علاقة الكتلة مع الانحراف للخليط المدعم بعدد من طبقات ألياف الكفلر في الظروف الطبيعية



الشكل (8) علاقة الكتلة مع الانحراف للخليط المدعم بعدد من طبقات ألياف الكفلر بعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية



الشكل (9) علاقة معامل يونك مع عدد طبقات الكفلر في الخليط قبل وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية

4-الاستنتاجات:

1- يقل مقدار الانحراف بزيادة عدد طبقات ألياف الكفلر قبل وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية.

2- تزداد قيمة معامل يونك بزيادة عدد طبقات ألياف الكفلر قبل وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية.

3- يكون مقدار الانحراف اقل بعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية أما معامل المرونة فيزداد بعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية.

المصادر:

1. M.A.Megers, krishan kumar chalwla" Mechanical Behavior of Materials " ,Prentice Hall,New Jersey ,(1999).
2. علي هوبي حليم " تحسين خواص المواد اللدائنية المقساة " ، رسالة ماجستير ، جامعة بابل ، (1999).
3. W.D.Callister , " Materials science & Engineering An Introduction", Jown wiley & sons , Inc , (2003).
4. "Mechanical Properties of Composites Based on Low Styrene Emission polyester Resins for Marine Application ", Christophe Baley , Y . Perrot, peter Davies, Journal of Applied Composite Materials ,Vol. 13,No. 1, January ,pp.(1-22),(2006) .
5. لميس علي خلف "دراسة الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لمتراكبات البولي أستر غير المشبعة والمدعمه بالياف الزجاج والنايلون "، رساله ماجستير، قسم هندسة المواد ، الجامعه التكنولوجية ، (2006) .
6. R.A.Higgins, "Materials for Engineering and Technicas", Elsevier Ltd,(2006).
7. H.W.Abdullah,H.I.Jaffa and K.R.Al-Rawi" Study of Bending Property for Epoxy / Kevlar-Class Fibers and Hybrid Composite" Eng.Tech.Journal,Vol.33,Part(B),No.9,(2015).
8. Hibbeler R.C, "Mechanics of Materials", 6th Ed, Pearson prentice Hall, (2005).
9. J. Delmont, "Technology of Carbon & Graphite Fiber composite", Van Nostr & Reinhold Co/ New York, (1981).
10. R. Donald .Askeland & Pradeep P. Phule ,"The Science &Engineering Of Material " 4th ed. PWC , (2006).

11. G.R.J" Plastic Engineering.2nd ed.,Pergomol press,U.K ,(1987).
12. A.D. Sarkar, "Friction and Wear", Academic press, Inc. , London, (1980).
13. J. Wiley and Sons, Inc., " Encyclopedia of polymer Science and Technology", Vol. 6, U.S.A,(1967).
14. A.Brent Strong ," Plastic Materials and Processing",2nd ed ,ytisrevinU gnuoY mahgirB (2000).
15. بلقيس محمد ضياء* حسن شاكر مجدي** ورغد حسين محمد "دراسة تاثير الاشعة فوق البنفسجية (UV)على بعض الخصائص الميكانيكة لمتراكبات الايبوكسي" مجلة الهندسة والتكنولوجيا المجلد 27 العدد 15(2009).

Effect of number of Kevlar fiber layers on bending property of thermoplast blend.

Khamees Dhari Mahmoud **Faiq Hammad Anter**

Abstract:

This research includes preparation hybrid material by reinforcing the blend (EP80%+UPE20%) with number of Kevlar fiber layers by hand lay-up method and volume fraction 30% . Bending property was studied at room temperature before and after (UV) irradiation Expermental results showed that ,the value of deflection decreases with increasing the number of reinforcing Kevlar fiber layers while modulus of elasticity increases with increasing the number of reinforcing layers before and after UV irradiation .