دراسة خاصيتي الصدمة والصلادة لمواد متراكبة مدعمة بالألياف

عبد المجيد عيادة أبراهيم السامرائي[1] ، عدنان رعد أحمد السامرائي[1] ، بلقيس محمد ضياء الدباغ[2]

[1] قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

[2] قسم العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنلوجية العراق

الملخص

في هذا البحث حضرت مواد متراكبة ، راتنج الايبوكسي (SlioxEp400) كمادة اساس، بينما مواد التقوية اشتملت الياف (الكفلر، الكاربون ، الزجاج ، البولي بروبيلين ، البولي فينيل كلورايد) .

العينات المصنعة كانت بكسر حجمي (V_f = 25%) لكل الالياف المذكورة اعلاه .

المتراكبات الهجينة حضرت باستعمال الياف (البولي فينيل كلورايد مع الكاربون) و (البولي بروبيلين مع الزجاج) .

الخصائص الميكانيكية التي تم دراستها تضمنت (مقاومة الصدمة ، الصلادة) ، أظهرت نتائج اختبار الصدمة امتلاك الياف الكفلر أعلى قيمة لمقاومة الصدمة ($109.11\ KJ/m^2$) بينما اقل قيمة كانت لالياف البولي بروبيلين ($4.51\ KJ/m^2$) .

أما نتائج اختبار الصلادة لوحظ امتلاك الياف الزجاج اعلى قيمة لصلادة Shore-D (80.2) بينما اقل قيمة كانت لالياف البولي بروبيلين (24.6) .

أظهرت الخصائص الميكانيكية مع درجات الحرارة لجميع العينات تأثيرها الواضح .

الكلمات المرشدة

الألياف ، المواد المتراكبة ، الخواص الميكانيكية ، المواد الهندسية .

المقدمة

يعتمد التطور الصناعي والتكنولوجي بشكل كبير على التقدم في حقل المواد ونتيجة لهذا التطور ظهرت الحاجة للتعويض عن المواد التقليدية المستعملة في الصناعة بمواد بديلة تحمل صفات هندسية عالية تتفوق بها على المواد التقليدية لاستخدامها في صناعة السيارات والسفن والطائرات والصناعات الكهربائية والمعدات الرياضية وغيرها [1] .

تمتلك البوليمرات اذا ما دعمت بمواد اخرى متانة عالية فمن الممكن الحصول على مادة جديدة تحقق القاعدة المثلى للمواد المتراكبة ،وهي اعلى نسبة متانة الى الوزن [2] .

لقد ازداد استخدام المواد المتراكبة ذات الاساس البوليمري بعد التطور الكبير في صناعة البوليمرات فبدات تستخدم الراتنجات المقواة بالالياف (الطبيعية او الصناعية) لما تتمتع به من خواص اهمها :

1. امكانية تشكيلها باشكال واحجام مختلفة .
2. لاتصدأ ولا تتاكل .
3. مقاومتها الجيدة للمواد الكيمياوية والرطوبة .
4- خفيفة الوزن وذات متانة عالية .

لذلك اكتسبت الراتنجات المسلحة شهرة واسعة كمادة حديثة تدخل في الصناعة واعتبرت كبدائل للمواد التقليدية وسبائكها في العديد من الاستخدامات [3] .

الجانب النظري والعملي

في هذا البحث تم استخدام المادة الاساس وهي راتنج الايبوكسي (Epoxy Resin) نوع (Sliox Ep 400) ، اما المصلد المستخدم فهو ((Metaphenylene Diamine (MPDA) وهو مادة سائلة خفيفة القوام ذات لون شفاف ،يضاف المصلد الى الراتنج بنسبة (3:1) أي (1g) من المصلد لكل (3g) من الايبوكسي ويحدث بينهما التفاعل عند درجة حرارة الغرفة ، اما مواد التقوية التي تم أستخدامها فقد اقتصرت على خمسة انواع من الالياف وهي: الياف (الكفلر(49) ، الكاربون ، الزجاج E-glass،البولي بروبيلين ، البولي فينيل كلورايد) .

اضافة الى استخدام رغوة السيلكا المسماة تجاريا بالايروسيل (Aerosial 200) ذات كثافة مقدارها ($2gm/cm^3$) وحجم حبيبي (0.012μm) ومساحة سطحية ($200m^2/gm$) [4] .

ان الغرض من استعمالها لمنع ترسيب الالياف ضمن راتنج الايبوكسي لذا تم خلط نسبة قليلة جدا من رغوة السيلكا وبنسبة (1%) من الكسر الحجمي الكلي ، اذ تعد هذه المادة ذات تاثير كبير في السيطرة على اللزوجة .

تم تهيئة قالب خاص لعملية الصب مصنوع من الحديد المغلون وبابعاد (25×25cm) ، اما المتراكبات فكانت بكسر حجمي (25%) وذلك بالاعتماد على العلاقات التالية [5] :

$$\Psi = \frac{W_f}{W_c} \times 100\% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3.1) \qquad (1)$$

$$W_c = W_f + W_m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3.2) \qquad (2)$$

$$\Phi = \frac{1}{1 + \frac{1-\Psi}{\Psi} \cdot \frac{\rho_f}{\rho_m}} \qquad (3)$$

حيث :

Ψ: الكسر الوزني للالياف في المتراكب .

W_c, W_m, W_f: وزن الالياف والمادة الاساس والمتراكب على التوالي .

ρ_f, ρ_m: كثافة الالياف والمادة الاساس على التوالي .

Φ: الكسر الحجمي للالياف في المتراكب .

تم اتباع تقنية القولبة اليدوية (Hand Lay-Up Molding) في عملية تحضير القوالب والتي اشتملت على المتراكبات الاتية :

- المادة المتراكبة الاولى : الايبوكسي المدعم بحصيرة من الياف الزجاج .
- المادة المتراكبة الثانية : الايبوكسي المدعم بحصيرة من الياف الكفلر .
- المادة المتراكبة الثالثة : الايبوكسي المدعم بحصيرة من الياف البولي بروبيلين .
- المادة المتراكبة الرابعة : الايبوكسي المدعم بحصيرة من الياف البولي فينيل كلورايد .
- المادة المتراكبة الخامسة : الايبوكسي المدعم بالياف الكاربون .
- المادة المتراكبة السادسة : الايبوكسي المدعم بحصيرة من الياف الزجاج والياف البولي بروبيلين الهجينة .
- المادة المتراكبة السابعة : الايبوكسي المدعم بحصيرة من الياف الكاربون والياف البولي فينيل كلورايد الهجينة .

يمكن التعبير عن مقاومة الصدمة بالعلاقة الاتية [6] :

$$\text{مقاومة الصدمة} = \frac{\text{الطاقة المطلوبة للكسر (KJ)}}{\text{مساحة المقطع العرضي للعينة } (m^2)}$$

النتائج والمناقشة

اختبار الصدمة

تم اتباع طريقة جاربي لنماذج غير محززة عند اجراء هذا الاختبار كمحاولة لقياس الممانعة لنمو الشق حتى حدوث الكسر ، اذ ان بعضا من الطاقة الاولية الموجودة كطاقة كامنة في المطرقة تمتص من قبل العينة خلال حدوث الكسر ، حيث ان الطاقة الممتصة تعتمد على طبيعة المكونات الداخلة في تصنيع المادة المتراكبة ومدى مقاومتها للاجهاد الخارجي المسلط عليها ، بالاضافة الى ان هذا الاختبار يزودنا ببعض الخصائص المهمة كالمتانة ، المطيلية ، وخصائص الكسر ، لهذا فهو يستخدم بصورة واسعة في الصناعة [7,8] .

الجدول (1) يبين مقاومة الصدمة لكافة المتراكبات المحضرة عند درجات حرارية مختلفة .

الجدول (1) مقاومة الصدمة لكافة المتراكبات عند درجات حرارية مختلفة

Type of Material	I.S(KJ/m^2)			
	20±2°C	30±2°C	40±2°C	50±2°C
Ep+P.V.C	23.51	44.29	75.07	95.03
Ep+C.F	49.98	51.85	58.89	69.54
Ep+K.F	109.11	153.13	213.17	238.87
Ep+P.P	4.51	9.02	13.96	15.55
Ep+G.F	34.33	39.78	48.84	56.76
Ep+P.V.C+C.F	31.12	36.73	44.45	52.24
Ep+P.P+G.F	22.51	28.11	37.95	46.81

يلاحظ من النتائج بأن افضل مقاومة صدمة تم الحصول عليها كانت لراتنج الايبوكسي المدعم بالياف الكفلر لما تتميز به هذه الالياف من خواص متانة ومقاومة صدمة عاليتين تجعل المادة المتراكبة الحاوية عليها ذات خواص افضل .

نلاحظ ان قيم طاقة الكسر للراتنج قد ازدادات بشكل مميز بعد تدعيمه بالالياف على اختلاف انواعها ، وذلك لان الالياف تعمل على توزيع الاجهاد على حجم اكبر من البوليمير وتقلل من احتمال تركز الاجهاد عند منطقة معينة بالاضافة الى انها تعمل كمعوقات للكسر وتمنع نمو الشقوق الصغيرة التي تحدث نتيجة الصدمة ، لذا فان وجود الالياف في البوليمرات يزيد من مقاومة الصدمة لها [9,10] .

يمكن ان نفس تتصرف نفس المادة بشكل قصف او بشكل لدن حسب الظروف الخارجية المؤثرة عليها فنجد ان المادة التي تتحمل تشوه لدن اكبر اثناء اجراء الاختبار في درجات الحرارة الاعتيادية ربما تتكسر كمادة هشة اذ اختبرت بدرجة حرارية منخفضة ومن هذا نستنتج ان الحصول على متانة عالية يتطلب مقاومة ومطاوعة عاليتين،لذا تعد المواد القصفة (الهشة) ذات متانة واطئة لانها لاتتحمل سوى تشوه لدن طفيف قبل الكسر ولهذا السبب يعد من الخطورة أستخدام مثل هذه المواد في الهياكل، اذ قد يحدث الكسر بشكل مفاجيء وبدون تشوه ملحوظ [11] .

لقد اثبتت نتائج هذا البحث بأن طاقة الكسر تزداد بأرتفاع درجة الحرارة وذلك بسبب ارتخاء الاواصر بين جزيئات المادة وحركتها انزلاقيا وهذا يعطيها امكانية امتصاص جزء من الطاقة مما يؤدي الى زيادة الطاقة اللازمة للكسر [12] .

من خلال نتائج البحث يتضح أعتماد قابلية المادة للكسر بالدرجة الاساس على نوع الليف المستخدم واتجاهه في المادة الاساس وعلى متانته وشدة تحمله للظروف البيئية [13] .

اختبار الصلادة

تعد الصلادة خاصية مركبة اذ انها توحد بين خواص مقاومة التشوه والاختراق والتخدش ... الخ ، وتعتمد معظم فحوصات الصلادة على اساس مقاومة الاختراق (Penetration Resistance) لسطح المادة [14] .

والجدول (2) يبين تغيير قيم صلادة شور مع درجة الحرارة .

الجدول(2) تغير قيم صلادة شور مع درجة الحرارة

Type of Material	Shore-D Hardness No.			
	20±2°C	30±2°C	40±2°C	50±2°C
Ep+P.V.C	57.5	51.1	40.9	31
Ep+C.F	79	77.6	49.4	43.4
Ep+K.F	55	40	37.3	26.4
Ep+P.P	24.6	20.2	19.1	14.3
Ep+G.F	80.2	69	56	45.2
Ep+P.V.C+C.F	53	43	38.5	27.6
Ep+P.P+G.F	34.5	33	29	28

نلاحظ من الجدول تاثير التدعيم بالالياف في تحسين قيم صلادة الراتنج وخاصة عند استخدام الياف الزجاج مما يؤكد التاثير الايجابي لعملية التدعيم بهذا النوع من الالياف في تحسين خصائص سطح المادة المتراكبة المحضرة منها ، اذ تمتلك الياف الزجاج الخواص المتفردة التي يتميز بها الزجاج الاعتيادي من حيث الصلادة ، الشفافية ، ومقاومة التاكل [15,16] .

نلاحظ انخفاض الصلادة لجميع المتراكبات عند ارتفاع درجات الحرارة ، اذ يمكن تفسير ذلك وكالاتي :

عند درجات الحرارة الواطئة فان المتراكبات تمتلك حالة شد في الروابط الموجودة بين جزيئاتها مما يؤدي الى تقييد حركة هذه الجزيئات وبهذا تصبح المادة المتراكبة صلدة ،اضافة الى انه الالياف ستعمل على توزيع الحمل المسلط على مساحة اكبر مما يؤدي الى تقليل الاجهاد المسلط على وحدة المساحة وبهذا ستلاقي الابرة الصلدة القوية صعوبة في الغرز ، اما عند ارتفاع درجات الحرارة فان ذلك سيتسبب في انخفاض قوى الترابط بين جزيئات المادة المتراكبة مما يجعلها لينة وبالتالي فان اداة الغرز ستغرز بسهولة داخل العينة .

الأستنتاجات

1. المادة المتراكبة المكونة من الايبوكسي المدعم بالياف الكفلر أمتلكت أعلى مقاومة صدمة بينما أقل قيمة كانت لالياف البولي بروبيلين وان جميع المتراكبات أبدت زيادة في مقاومة الصدمة عند أرتفاع درجات الحرارة وبشكل متفاوت .

2. أعلى صلادة كانت للمادة المتراكبة المكونة من الايبوكسي المدعم بالياف الزجاج بينما أقل قيمة كانت لالياف البولي بروبيلين، وان جميع المتراكبات أبدت انخفاض في الصلادة عند أرتفاع درجات الحرارة وبشكل متفاوت .

المصادر

[1] K.K.Chawla;"Composite Materials",Springer – Verlag ,New York Inc .,(1987) .

[2] M.Bikales ,"Encyclopedia of polymer Science and Engineering ",John and wiley sons ,Vol.4,(1985) .

[3] M.W.Gaylord ,"Reinforced Plastics Theory and practice ",Cahners pablishing Co.,(1974) .

[4] م. ف.اشبي ود.ر.ه .جونس'ترجمة د.جعفر طاهر الحيدري " المواد الهندسية مدخل لخواصها وتطبيقاتها " 'الجامعة التكنولوجية . (1990)'

[5] Derek Hull,"An Introduction to Composite Materials ",Cambridge University press First published in (1981).

[6] R.Crawford ,"Plastic Engineering ",Second Edition ,pergman press.UK,(1987) .

[7] Rami dwaikat and Amr ibrhem, Mechatronics Engineering Department (2012) .

[8] Kessler ,Adams ,Discoll,"Instrumented Impact Testing of plastics and Composite Materials ",By ASTM,(1987) .

[9] Suzuki , Y,Mackawa.H.Yokoyama, Journal of Material Science ,Vol.28,No.7, April,(1993) .

[10] س. تيمو شنكو ،د.ه يونج ترجمة د.مجدي ابراهيم غبريال ،د.باسم محمود عباس كلور ،"مبادىء مقاومة المواد "،الجامعة التكنولوجية ،(1986) .

[11] H.Thomas Hahn and Jerry,"Composite Materials Testing and Design", sevent conference , ASTM ,Technical pub. Philadelphea ,(1986) .

[12] Herrmann,K.P., and Larsson ,L.H.,"Fracture of Non Metalic Materials ",Brussels ,(1987) .

[13] Mike Meier ,"Mechanical properties "Department of Chemical Engineering and Materials science ,University of California ,Davis , (2004) .

[14] د.اكرم عزيز محمد "كيمياء اللدائن 'دار الكتب للطباعة والنشر 'جامعة الموصل '(1993) .

[15] Sami Rizkalla,Mina Dawood ,David Schnerch ,"Development of a carbon fiber reinforced polymer system for strengthening ,steel structures ",Elsevier Ltd,(2008) .

[16] T.Hirai and K.Niihara ,"Journal of Material Science ",Vol.14,No.9,(1979) .

Study of the impact and hardness properties for fiber reinforced composite materials

Abdul-Majeed E.Al-Samar'ai[1] , Adnan R.Al- Samar'ai[1] , Balqies M.Al Dabag[2]
[1] *Dp.of physics , college of education , University of Tikrit , Tikrit , Iraq*
[2] *applied scince department , University of technology , Baghdad , Iraq*

Abstract

In this research composite materials have been prepared;with epoxy resins (Sliox Ep 400)as amatrix, while the reinforcements were (kevlar, glass, carbon, p.p,p.v.c) fibers .
Specimens were fabricated with volume fraction (V_f = 25%) for each fiber mentioned above .
Hybrid composites also were also prepared using (p.v.c+C.F) and (p.p+G.F) .
Mecanical properties were studied including (Impact Strength, Hardness) .
For impact test Kevlar fibers has ahigher value for impact strength (109.11 KJ/m^2),while the less value was for polypropylene fibers (4.51 KJ/m^2) .
For hardness test glass fibers has ahigher value for hardness Shore-D (80.2),while the less value was for polypropylene fibers (24.6) .
In all mechanical properties heat degree are affected on all specimens .