مجلة جامعة النهرين العلوم المجلد ١٧ العدد(١) آذار، ٢٠١٤ ص 10-14

دراسة بعض الخواص الميكانيكية لمتراكب Epoxy –MgO

خالد رشاد الراوي* و رفقة عامر سلمان**
قسم الفيزياء، كلية العلوم للبنات، جامعة بغداد.
E-mail:*alrawikad@yahoo.com
E-mail:**refka87s@yahoo.com

الخلاصة

تم في هذه الدراسة تحضير مادة متراكبة ذات اساس بوليمري بطريقة الصب اليدوي وقد حضرت المادة المتراكبة من راتنج الايبوكسي كمادة اساس مدعم بمسحوق اوكسيد المغنيسيوم (MgO) وبكسور وزنية مختلفة (0%،5%،10%،15%،20%،25%) وقد اجري عليها اختبار الانحناء (ثلاثي النقط) واختبار الصلادة الدقيق وقد اظهرت نتائج البحث ان قيم معامل المرونة الانحنائي (E_B) يزداد مع زيادة الكسور الوزنية للمضاف اوكسيد المغنيسيوم كذلك فان الصلادة تزداد بعلاقة لاخطية مع زيادة الكسور الوزنية للدقائق.

الكلمات المفتاحية: المواد المتراكبة، راتنج الايبوكسي، فحص الانحناء، فحص الصلادة.

المقدمة

ان التطور الصناعي والتكنولوجي يعتمد بشكل كبير على التقدم في حقل المواد ونتيجة لهذا التطور الصناعي الكبير الذي شهده العالم في كافة المجالات ظهرت الحاجة لايجاد بدائل للمواد ذات الاستعمالات الصناعية المتعددة بحيث تكون تلك البدائل ذات مواصفات نوعية عالية من حيث الكلفة وخفة الوزن والخواص بصورة عامة وذلك لاعتمادها في التطبيقات الصناعية المتعددة كالطائرات والرادارات والسفن والسيارات وغيرها ولذلك تم انتاج ما يعرف بالمواد المتراكبة [١].

الجزء النظري

المواد المتراكبة

يمكن تعريف المواد المتراكبة بأنها المادة الناتجة من خلط مادتين أو أكثر وبأسس معينة للحصول على مواد جديدة بخصائص ميكانيكية وفيزيائية متميزة تختلف عن خصائص المواد المكونة لها علماً ان خواصها تعتمد على خواص مكوناته وتتكون المواد المتراكبة من المادة الأساس (Matrix) أو الطور المستمر (Continuous Phase) الذي يعمل على ضم وربط مادة التقوية (كالدقائق والالياف) وذالك من اجل تثبيتها والمحافظة عليها من التلف، والمادة الاساس اما تكون معدنية او بوليمرية او سيراميكية, ومادة التدعيم (Reinforcement Material) والتي طالما استعمال بأشكال مختلفة فمنها المساحيق و الألياف والقشور و الحبيبات البيضوية أو الكروية على وفق التطبيق المطلوب انجازه، وتعمل مادة التدعيم عادةً على تحسين أو زيادة متانة (Strength) وجساءة (Stiffness) المادة الأساس كذلك تتصفُ بمعامل قطع عالية ومعامل مرونة عالي، أما مطيليتها فهي مختلفة وقد تكون عالية أو منخفضة اعتمادا على نوع المادة والغرض المستعملة لأجله ومادة التدعيم اما تكون مادة سيراميكية أو معدنية أو بوليمرية، ومن الجدير بالذكر إن مادة الأساس ومادة التدعيم لا تؤدي وظيفتها الأساسية إن لم يكن هنالك بينهما رابطة قوية[2]. والمواد المتراكبة تكون على عدة أنواع فمنها ذات الأساس المعدني مثل الحديد والألمنيوم اذ تتمايز بمتانتها العالية، ولكن ثقل وزنها جعلها محدودة الاستعمال.والنوع الأخر من المواد المتركبة ذات الأساس السيراميكي التي تتحمل درجات الحرارة العالية ولكن مقاومتها للصدمة ضعيفة. إما المواد المركبة ذات الأساس أللدائني (البوليمري) فتعد من أفضل الأنواع وذلك لما تتمايز به من صفات ميكانيكية عالية فضلاً عن سهولة تصنيعها وهي من المواد حديثة الاستخدام في معظم التطبيقات الهندسية والتكنولوجية، ومن اهم متطلبات استعمال هذه المواد المتانة الجيدة والاداء العالي ومقاومتها للاجهادات

الداخلية والخارجية المؤثرة عليها فضلا عن مقاومتها للظروف المحيطة من درجة حرارة وضغط وغيرها[3].

ان من اهم المواصفات التي تميزت بها هذه المواد هي ان تكون ذات متانة عالية وذات جساءة عالية وتكون هذه النسبة للمواد المتراكبة ذات الاساس البوليمري عالية ويعبر عنها بنسبة (المتانة الى الوزن) وهي اعلى بعشرات المرات من الفولاذ والالمنيوم فضلاً عن امتلاك هذه المواد مقاومة كلال افضل من المعادن الهندسية التقليدية وكذلك جساءة ومتانة عاليتين ولذلك فمع المواد المتراكبة يمكن ايجاد مجموعة من الخواص تحتاج اليها التطبيقات الهندسية التي لا يمكن توفرها بصورة عالية من المواد السيراميكية او السبائكية او البوليمرية[4].

راتنج الايبوكسي

هو من البوليمرات غير المطاوع بالحرارة (Thermosetting Resins) حيث تتحول من سوائل معقدة إلى مادة صلبة بطرائق فيزيائية وكيماوية ويعد راتنج الايبوكسي من أهم أنواع الراتنجات المستخدمة في الصناعة ويستخدم في معالجة تصلدها البولي امين العضوي لتحويلها إلى راتنج لدن يتصلد بالحرارة [5].

ويعد من المواد المتعددة الاستعمال واهم استخداماتها في التغطية والتي تعطي متانة ومطاطية ومقاوميه للكيمياويات و كذلك من أهم مميزاته انكماش قليل و قوّة كلال جيدةٍ ومعدل زحفه واطئ ومقاومة تأكل وكذلك يستعمل للطلاء واللواصق و تمتاز المتراكبات المشكلة لراتنج الايبوكسي بخاصيتها الجيدة للعزل الكهربائي لكونها مشبعة، وبسب مرونتها الواطئة وهشاشتها العالية وحساسيتها للرطوبة أدت إلى تقييد في استعمالها في هذا المجال [6, 7].

الجزء العملي

المادة الاساس

تم في هذا البحث استخدام راتنج الايبوكسي نوع (Quick mast 105) كمادة اساس في تحضير المواد المتراكبة البوليمرية وهو أردني المنشأ بامتياز من شركة (Fosroc) وهو في الحالة السائلة و يمكن تبلمره وتحوله للحالة الصلبة وذلك بإضافة المصلد (Hardener) حيث يمتاز المصلد بكونه سائل خفيف ذو لزوجة وكثافة واطئتين ولون اصفر شفاف ويضاف الى الراتنج بنسبة (3:1) ويصار الى خلطها يدوياً.

مادة التقوية

استخدم مسحوق اوكسيد المغنيسيوم بصيغته الكيميائية (MgO) لأضافته للمادة الاساس (Matrix) بنسب وزنية مختلفة (0%،5%،10%،15%،20%،25%) والتي تعتبر مادة تقوية اساسية و وحيدة انتاج شركة (Riedel – Dehaen AG) وتعرف على انها مادة سيراميكية.

تحضير العينات

تم اعتماد طريقة القولبة اليدوية Hand lay-up molding في عملية تحضير العينات، وتم اختيار هذه الطريقة دون الطرائق المعقدة الأخرى لسهولتها كونها ملائمة وقليلة الكلفة.اذ تم اعتماد لوح زجاجي مع قالب الصب الزجاجي مع معالجات خاصة لغرض عدم التصاق النماذج مع لوح الصب. اذ تمت عملية صب العينات في ظروف متناظرة وتم خلط المزيج لمدة (8 –10) دقائق وبعدها تصب في القالب المهيء. تترك النماذج لمدة (24) ساعة لغرض اتمام النضوج (Full Curing) ومن ثم تترك لمدة (15) يوم لاكمال عملية البلمرة بشكل كامل قبل المباشرة بفحص العينات.بعد اجراء العمليات السابقة يتم الحصول على نماذج المواد المتراكبة بهيئة الواح ذات سمك (3mm) بعدها يتم اجراء عملية التقطيع لغرض تهيئة النماذج حسب المواصفات القياسية حيث تم تقطيع العينات باستعمال منشار شريطي ذي أسنان ناعمة، أما مرحلة ضبط الأبعاد فيتم باستعمال جهاز التنعيم وبعدها تتم عملية الصقل بأوراق تنعيم بدرجة صفر، وقد تم تحضير عينتان لكل من النسب المذكورة انفا لتقليل نسبة الخطأ والحصول على نتائج اكثر دقة.

الفحوصات الميكانيكية

١- فحص الانحناء

يعد هذا الاختبار من الاختبارات الأساسية للمواد المتراكبة وذلك لتحديد خواص المرونة واللدونة، إذ إن مقاومة الثني للمادة هي قابلية تحمل المادة لقوى الثني المسلطة بصورة عمودية على محورها الطولي وكذلك يعد من

الاختبارات المعقدة كونه يتضمن أكثر من نوع من الاجهادات مثل إجهاد الشد في طبقات المقطع السفلي، وإجهاد الانضغاط في طبقات المقطع العلوي، وأحيانا تتغلب إحداهما على الأخرى وتتسبب في فشل المادة ككل إذ إن هنالك بعض العوامل المهمة والمؤثرة في هذا الاختبار وهي: نوع ومعدل التحميل والمسافة بين المسندين وإبعاد المقطع العرضي للنموذج [8] ولغرض دراسة سلوك الانحناء للعينات المحضرة تم استخدام تقنية الانحناء ذات النقاط الثلاثة (Three Point Bending Test) من خلال استخدام الجهاز المصنع من قبل شركة (Instron) اذ يتم تثبيت العينة على نقطتي الارتكاز افقية ويتم تسليط الحمل في منتصف العينة من الجهة المعاكسة لنقطتي الارتكاز ومن خلال الراسم البياني للجهاز تم الحصول على النتائج مباشرةً بهيئة شكل بياني (للحمل – الانحراف) و بالاستعانة بالمعادلة رقم(1) يمكن حساب منحني (اجهاد الثني– انحراف) وبالاستعانة بالمعادلة (2) يتم حساب معامل المرونة الانحنائي.

$$\delta = \frac{3\,fs}{2\,bd^2} \quad \text{.....(1)}$$

إذ إن :-

δ : إجهاد الثني (Mpa.)

f : الحمل (N)

s : المسافة بين المساند (mm)

b : عرض العينة (mm)

d : سمك العينة (mm)

$$E_B = \frac{m\,S^3}{4\,b\,d^3} \quad \text{.....(2)}$$

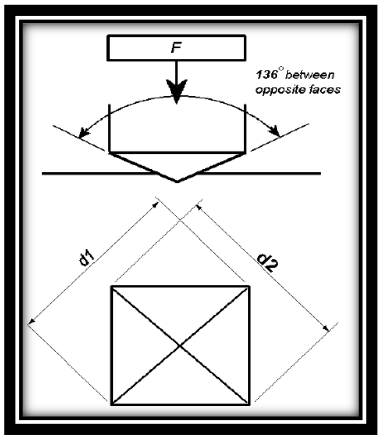
E_B : معامل المرونة الانحنائي

m : ميل الجزء الخطي من منحني (الحمل–انحراف).

٢- فحص الصلادة

ان خاصية الصلادة هي مقاومة سطح المادة للتشوه الدائمي **(plastic deformation)** الذي يحصل عن طرق الثلم **(Indentation)**، القطع **(Cut)**، البلى **(Wear)** والخدش **(Scratching)**، الاختراق **(Penetration)** وقابلية التشغيل **(Machinability)** وتعتمد صلادة المواد على نوع القوة الرابطة بين الجزيئات أو الذرات، نوع السطح، درجة الحرارة العالية والمعاملة الحرارية [3].

تم اجراء اختبار الصلادة المايكروية نوع فيكرز (Vickers micro hardness) المصنع من قِبل شركة **(Time Group Inc.)** موديل **(TH714)** والذي يتكون من اداة التغلغل والتي هي عبارة عن رأس مجهري مدبب بشكل هرم ماسي مربع القاعدة تتقاطع مستوياته عند القمة بزاوية (136°) كما في الشكل(2).



الشكل (1): قياس الصلادة بطريقة فيكرز.

حيث يتم تثبيت العينة تحت هذه الاداة لذلك تم تقطيع العينات بطول (40mm) وبعرض (20mm) وبسمك (3mm) (هذا ما يتلائم مع ابعاد الجهاز) حيث سلطت حمل بمقدار (25gm) وبزمن (5sec.) يتم حساب رقم فيكرز للصلادة عن طريق قياس اطوال القطرين (d_1,d_2) ومعدل القيمة لهما (D) ومن ثم تطبيق العلاقة (3).

$$HV = \frac{2f\sin\frac{136^\circ}{2}}{D^2} \quad \text{.....(3)}$$

إذ إن :-

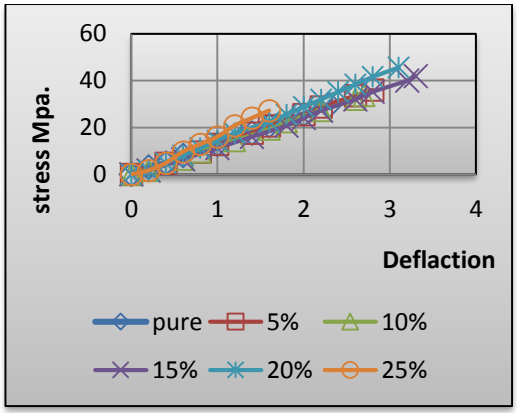
HV : صلادة فيكرز

f: مقدار الحمل

D: معدل طول القطرين

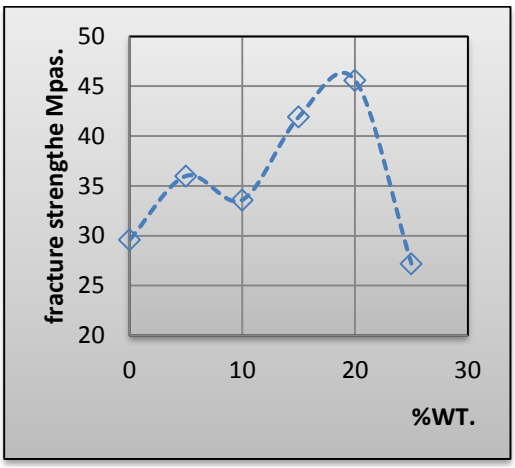
النتائج والمناقشة

أجري اختبار الانحناء ثلاثي النقط للعينات المحضرة من مادة الأيبوكسي EP قبل أضافة دقائق المادة السيراميكية MgO وعينات اخرى بعد اضافة دقائق المادة السيراميكية بنسب وزنية مختلفة (5%،10%،15%،20%،25%) وتم الحصول على منحني (الحمل– انحراف) ومن هذه المنحنيتم الحصول على منحني (اجهاد الثني– انحراف) للايبوكسي ونماذج المواد المتراكبة ولجميع النسب الوزنية المطروحة خلال البحث من خلال تطبيق العلاقة (1) وكما مبين في الشكل (2).



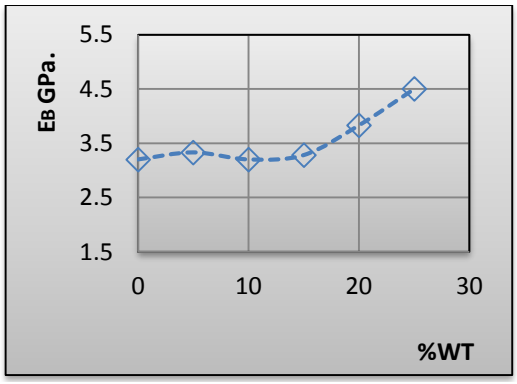
الشكل (2): يوضح العلاقة بين إجهاد الثني– الانحراف لمادة الأيبوكسي والمواد المتراكبة من الايبوكسي ودقائق اوكسيد المغنيسيوم وبكسور وزنية مختلفة.

حيث يتبين من هذا الشكل ان مع زيادة النسب الوزنية يزداد قيمة اجهاد الكسر وكما مبين في الشكل (3) وهذا يعود الى قوة الترابط بين المادة الاساس والتقوية ثم يعود للنقصان عند نسبة (25%) و سبب ذلك يعود الى تراكم الحشوة وقوة تلاصقها بالمادة الاساس [9].



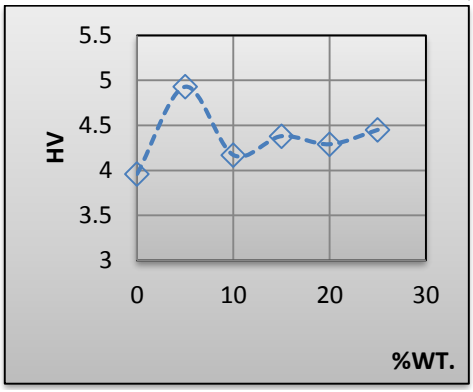
الشكل (3) يوضح قيم اجهاد الكسر للمادة الاساس والمتراكبات.

ومن علاقة (الحمل– انحراف) تم حساب معامل المرونة الانحنائي (E_B) للمادة الاساس ومتراكباتها التي أظهرتها العينات الخاضعة للاختبار وكما مبينة في الشكل (4) من خلال تطبيق المعادلة (2) حيث يتبين من هذا الشكل ان معامل المرونة الانحنائي يزداد بزيادة نسبة التدعيم حيث سجلت نسبة (25%) اعلى قيمة كون المادة السيراميكية المضافة ذات مطيلية اعلى من المادة الاساس [10].



الشكل (4): يوضح قيم معامل المرونة للمادة الاساس والمتراكبات.

في اختبار الصلادة للايبوكسي EP والمواد المتراكبة الشكل(5) الذي يوضح تأثيرالنسب الوزنية على قيم الصلادة حيث لوحظ ان اعلى قيمة للصلادة عند نسبة (5%) وذلك لكون المادة المضافة (اوكسيد المغنيسيوم) تمتاز بصلادة عالية كونها مادة سيراميكية حيث يلاحظ ان كل قيم الصلادة للمتراكبات لكل النسب الوزنية اعلى من صلادة الايبوكسي [10].



الشكل(5): يوضح قيم الصلادة للمادة الاساس والمتراكبات.

الاستنتاجات

١-اجهاد الكسر يزداد بزيادة النسب الوزنية.

٢-معامل المرونة الانحنائي يزداد بزيادة النسب الوزنية.

٣-تزداد صلادة المتراكب كلما زادت النسب الوزنية للـ (MgO) المضاف.

المصادر

[1] Michael Ash F. & David Jones R.H., "Engineering Materials 2" Cambridge university/ England, 1999.

[2] سلوان بهنام عبد الاحد الساعور "دراسة الخواص الميكانيكية لمواد مركبة باستخدام ألياف الزجاج والكفلر" رسالة ماجستير، قسم المكائن والمعدات، الجامعة التكنولوجيا، ١٩٩٨.

[3] Meyers M.A., Chawla K. K., "Mechanical Behavior of Materials", Prentice- Hall, Inc New Jersey, 1999.

[4] Biron M. "Thermosots & Composite" Elsevier Science Ltd, 2003.

[5] Shaki La Umair "Environmental Impaets of Fiber Composite" Material Master in Environmental Stategese Research in Royal Institute of Technology in Kanada, 2006.

[6] Anderson J.C., Leaver K.D., Leevers P. & Rawlings R.D. "Materials Science For Engineers" 5th edition, Ltd, 2003.

[7] سعد ميخائيل ايليا "دراسة الخصائص الميكانيكية والتوصيلية الحرارية لمادة متراكبة ذات اساس بوليمري مقواة بدقائق الالمنيوم واوكسيد الالمنيوم" رسالة ماجستير، هندسة المواد/ الجامعة التكنولوجية، ٢٠٠٧.

[8] Hodgkhinson. J.M., "Mechanical Testing Of Advance Fiber Composites" Wood head Publishing Ltd & CRC Cambridge, England press LLC, 2000.

[9] سماره جاسم محمد الجبوري "دراسة بعض الخصائص الميكانيكية لمتراكب بوليمر- سيراميك" رسالة ماجستير، علوم للبنات، جامعة بغداد، ٢٠٠٨.

[10] احمد احمد سرحان ، "دراسة الخصائص الميكانيكية والحرارية لمتراكبات بوليمرية من قشور جوز الهند "رسالة ماجستير، علوم تطبيقية/ جامعة تكنولوجية، ٢٠٠٧.

Abstract

In this study a polymeric composite material was prepared by hand- layup technique from epoxy resin as a matrix and magnesium oxide as a reinforcement with ratio (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%) to resin. Three point bending testing & Hardness testing were investigated and the results illustrate the bending elastic modulusis improved and the hardness increasing with (MgO) concentration increase.