دراسة تأثير درجة الحرارة على الصلادة(BH)لراتنج الايبوكسي و البولي أستر غير المشبع

*عواطف عذاب محمد** *سيناء ابراهيم حسين** *انعام حسين علي***

تاريخ قبول النشر 2007/9/11

الخلاصة:

يهدف البحث الى قياس معامل الصلادة لراتنجي الايبوكسي والبولي أسترغير المشبع كمادتي اساس للمادة المتراكبة الهجينة، ومواد التدعيم المستخدمة هي الياف هجينة من كفلر-كاربون.

وقد استخدمت طريقة التشكيل اليدوية لتصنيع الواح من راتنج الايبوكسي EP ، وراتنج البولي أستر غير المشبعUPE والواح من متراكبات UPE، EP المدعمة بالياف هجينة(Hybrid fiber) كفلر-كاربون وبكسور حجمية 5،10،15ولكل كسر حجمي عدد طبقات من الالياف(1،2،3).

اجري اختبار الصلادة (Hardness test) بطريقة برينل (Brinell's Hardness) ولوحظ ان اعلى قيمة للصلادة هي عند الكسر الحجمي 5 وعند الطبقة الثالثة التي تحتوي نسبة اكبر من الالياف الهجينة وان الصلادة تقل مع زيادة درجة الحرارة.

المقدمة:

بالرغم من استعمال المواد المتراكبة منذ بداية الحضارة الا ان متطلبات التطور الصناعي الذي يشهده العالم ادت الى تطور علم وتكنلوجيا المواد المتراكبة والدخول في تصنيع مواد جديدة ذات مواصفات متميزة تحدد بموجب الاستخدام المطلوب حيث اصبحت المواد المركبة الجديدة الاساس في تغيير و تطوير التصاميم الهندسية للعديد من السلع و المنتجات الصناعية ولعل اهمها في صناعة السيارت و الطائرات والصواريخ والسفن ومواد البناء ونظرا للاهمية المتزايدة لاستخدام البوليمرات في الصناعة فقد استخدمت الراتنجات المقواة بالالياف (الطبيعية اوالصناعية)لما تتمتع به من خواص اهمها [1-2]:-

1- امكانية تشكيلها باشكال واحجام مختلفة .
2-لاتصدأ ولاتتأكل.
3-مقاومتها جيدة للمواد الكيمياوية و الرطوبة.
4- خفيفة الوزن وذات متانة عالية.
5-عازلة جيدة للكهربائية.

ان الحاجة الى مواد تعوض عن الفلزات و سبائكها في العديد من الصناعات كان الدافع لايجاد ما يسمى بالمواد البوليمرية المركبة. هذا وقد عرف الانسان منذ القدم التعامل مع هذه المواد عندما صنع السومريون و قدماء المصريين قبل الميلاد الزوارق من الياف البردي والقار والخشب [3].

هناك انواع عديدة من المواد الراتنجية الداخلة في صناعة المواد المركبة ولكن تبقى اهمها الراتنجات المصلدة بالحرارة التي تكون بوليمر شبكي التركيب عند تصلبها ولتحضير مادة مركبة يجب توفر عنصرين هامين وهما:-

1- مواد التقوية
2- المواد الاساس (matrix)[4]

ان بعض المواد المتراكبة تكون ذات اساس معدني التي توفر متانة وجساءة عاليتين اعلى من التي توفرها اللدائن والسيراميك وكذلك متانة كسر عالية ولكنها محددة الاستعمال بسبب الوزن العالي للمادة الاساس المعدنية .ان اختبار المواد المضافة اللدائنية او المعدنية او السيراميكية يكون حسب نوعية الاستخدام سواء كانت استخدامات أنشائية او صناعية او تستخدم في مجالات حرارية و كهربائية وتكون على شكل ليف (fiber) مستمر او غير مستمر او صوف(wool) او على شكل قشور(flakes) او دقائق او حشوات (fillers)[5].

المواد المتراكبة الهجينة (Hybrid Composites) تعد من الاستخدامات الجديدة نسبيا للمواد المتراكبة التي يمكن الحصول عليها من استعمال نوعين او اكثر من الالياف في مادة اساس واحدة او استعمال اكثر من نوع من مواد اساس (الخلائطBlends) علما ان الهجين قد يكون مدعم باكثر من نوع واحد من الالياف[6]. المستخدم هنا حصيرة من هجين (كفلر- كاربون) وتمتاز هذه الالياف بمميزات مهمة منها استخدام راتنج الايبوكسي مع الياف كفلر في صناعة الدروع الواقية واسعة من التطبيقات العملية و الصناعية ودخلت في معظم الصناعات كصناعة القوارب وابدان السيارات وابراج اعمدة الكهرباء وكذلك في التطبيقات الفضائية وحتى الاثاث المنزلية[1].

*مدرس مساعد،قسم الفيزياء،كلية العلوم،جامعة بغداد
**مدرس مساعد،قسم الكيمياء،كلية العلوم للبنات،جامعة بغداد

من الرصاص و صناعة الاحزمة الناقلة والخوذ العسكرية وغيرها من الاستخدامات[7].

المواد المتراكبة:

المواد المتراكبة هي خلط (دمج) لمادتين او اكثر من المواد للحصول على نظام متعدد الاطوار بخصائص فيزياوية مختلفة عن خصائص المواد الداخلة في تركيبه[8].

تصنف المواد المتراكبة الى عدة انواع اعتمادا على مادة الترابط الى متراكبات معدنية وسيراميكية وبوليمرية فالمتراكبات المعدنية تتصف بالصلادة و الكثافة العالية وتكون مادة الاساس فيها من المعدن مثل الحديد و النحاس اما المتراكبات السيراميكية فتكون مادة الترابط فيها من السيراميك مثل الالومينا و كاربيد السيليكون اما المتراكبات البوليمرية تكون مادة الترابط فيها مواد عضوية مثل راتنجات الايبوكسي و البولي أستر[9] وهي عبارة عن مواد متراكبة ذات اساس بوليمري تدعم بعدة انواع من مواد عضوية وغير عضوية مثل (الالياف، الدقائق، الصفائح و اسلاك معدنية) لغرض تحسين بعض الخواص الفيزيائية وادخال صفات جديدة عليها.

الصلادة :

تعد خاصية الصلادة من الخواص الميكانيكية السطحية المهمة التي يمكن تعريفها بانها مقاومة المادة للغرز والتي تمكنها من الاحتفاظ بسطحها سليما متماسكا تحت تاثير الاحمال الخارجية وتعتمد الصلادة كغيرها من الخواص الميكانيكية على نوع السطح ودرجة حرارته والظروف المؤثرة فيه[4].

يمكن قياس الصلادة السطحية بقياس مقاومة الاحتكاك للمادة . ولكن القياس الاكثر شيوعا يتمثل بقياس قطر الاثر الحاصل عند سطح المادة بسبب تغلغل كرة فولاذية اوجسم هرمي الشكل تحت تاثير حمل معين حيث ان درجة او عمق الغرز (Penetration) داخل المادة تعد مقياسا لقابلية المادة على مقاومة التشوه اللدن، ويتميز اختبار الصلادة بكونه لايحتاج الى عينات بابعاد قياسية وبذلك فهو اختبار قليل الكلفة نسبيا.

والصلادة تتناسب طرديا مع مقاومة الشد لمادة محددة اذ ان المواد ذات الصلادة العالية تكون لها مقاومة شد عالية.

وهناك عدة طرائق لقياس الصلادة اهمها طريقة برينل (Brinll's Test) وطريقة روكويل(Rockwell's Test) وطريقة فيكرز(Viker's Test) ورقم القياس المستخدم للصلادة يعتمد على طريقة القياس المستخدمة [10].

كذلك تتأثر الصلادة بنوع المحاليل التي تغمر فيها النماذج المختبرة فقد توصل (Hirschberg)[11] الى ان صلادة برينل للبولي أستر غير المشبع (UP) تقل بنسبة 70% عند غمرها في محلول من حامض الكبريتيك بتركيز 10% ودرجة60 مئوية ولمدة 51 يوم ، اما عند غمرها في محلول قاعدي من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 10% ايضا و بدرجة 60 مئوية ولمدة 51 يوم فان الصلادة تقل بنسبة 80%.

كما درس (Minaura) [12] كيفية تاثير صلادة البولي يورثين عند تعرضه الى درجات حرارة عالية و كذلك عند غمره في الماء بدرجة 70 مئوية ولمدة 50 يوم.

في هذا البحث تم قياس الصلادة بطريقة برينل (Brinll's Hardness) عند تعرض العينات الى درجات حرارية مختلفة.

الجزء العملي:

المادة الاساس (Matrix Material):-

استخدم في هذا البحث نوعان من مواد الاساس هما راتنج الايبوكسي وهو من نوع (Concur Esive 1315) وكثافته ($1.13g/cm^3$) مع المصلب الخاص به وهو من نوع الايبوكسي نفسه وكثافته ($0.86g/cm^3$) وهو مصنع من شركة (MBT Middle East) من الامارات العربية . والنوع الاخر هو البولي أستر غير المشبع (UPE) وهو يشكل سائل شفاف متصلد حراريا كثافته(g/cm^3 1.2) قابل للمعالجة الى الحالة الصلبة عند تصليده بأضافة محلول مصلد (Hardener) شفاف اللون ، وهو مركب بيروكسيد مثيل اثيل كيتون (MEKP) ويضاف بنسبة (2g) لكل (100g)) من الراتنج ، ولتعجيل عملية التصلب تم استخدام (Cobalt Octoate) بنسبة (0.3g) لكل(1g) من الراتنج . علما ان المواد المذكورة اعلاه جهزت من شركة(IPI) (Intermid Petrochemical Industrial) ويجب الانتباه الى ان المواد المضافة لاتضاف سوية لان هذا يؤدي الى تحلل عنيف ولاينتج المادة المطلوبة . لذا تضاف المادة المعجلة في البداية الى الراتنج ثم تضاف المادة المصلبة بعد ضمان تجانس الراتنج مع المادة المعجلة.

مواد التدعيم:

لقد استخدم في هذا البحث حصيرة من هجين كفلر-كاربون اذ ان الياف الكاربون المستخدم من نوع عالية الانفعال (High strain) التجارية المحضرة عادة من التفحم و التحلل الحراري المسيطر عليه لالياف البولي اكريلو نتريل (PAN) في درجة حرارية تقارب(2600C°) حيث يحصل على الياف الكاربون التي تمتاز بثباتها العالي للمواد الكيميائية و الحوامض. والياف الكفلر المستخدم من نوع 49 و

لونها اصفر و تنتمي الى صنف البولي اميدات الاروماتية (Aromatic polyamide)، وتعد مرنة وحالته البلورية لاتتغيربعد اجراء عملية تلدينها عند درجات حرارية لاتتجاوز (350C°) وتتصف بخاصية التبلور العالي (Highly Crystalline).

تحضير العينات

استخدمت الطريقة اليدوية في تحضير العينات وبطريقة القولبة(Moulding) لجميع النماذج قبل وبعد التقوية بالالياف فقد استعملت قوالب ذات قاعدة من الالومينيوم نظيفة ومصقولة و خالية من العيوب ، وقد تم تحضير العينات من راتنج الايبوكسي حيث تم وزن كمية من راتنج الايبوكسي ثم اضيف اليها مقدار كاف من المصلب و بنسبة وزنية تعادل 1:3 ، وبعدها تم خلط المحتويات داخل وعاء بلاستيكي بوساطة اليد لمدة 3 دقائق ثم صب المزيج في القالب المهيأ لعملية القولبة وترك لمدة 24 ساعة لغرض اكتمال عملية التصلب في درجة حرارة المختبر. وكذلك عينات من راتنج البولي أستر غير المشبع حيث تم وزن كمية من الراتنج ثم اضيف اليها مقدار من المواد المعجلة وهي اوكتوات الكوبلت (Cobalt Octoate) و بنسبة 0.3g لكل 100g من الراتنج ، بعد ذلك يضاف المصلب وهو محلول شفاف اللون ذو رائحة قوية وهو مركب بيروكسيد مثيل اثيل كيتون (MEKP) وبنسبة 2g لكل 100g من الراتنج وبعدها تخلط المحتويات في وعاء بلاستيكي بوساطة اليد ثم صب المزيج في القالب المهيأ ويترك لمدة 24 ساعة لغرض اكتمال عملية التصلب في درجة حرارة المختبر .

وتم تحضير عينات من راتنج الايبوكسي والبولي أستر غير المشبع المدعمة بألياف الكفلر والكاربون بأختلاف الكسر الحجمي.

النتائج والمناقشة:

جهاز اختبارالصلادة Hardness Test (Instrumental)

تم حساب الصلادة للمواد المتراكبة في هذا البحث بأستخدام طريقة برينل (Brinell's Hardness)، وتتلخص هذه الطريقة باستخدام كرة فولاذية صلدة تضغط خلال سطح المادة المراد فحصها لمدة (15sec) باستخدام حمل قياسي وبعد ازالة الحمل المسلط على المادة وازالة الكرة ،يتم قياس قطر الاثر المتولد على السطح،ويمكننا حساب رقم صلادة برينل (BH) من خلال النسبة بين القوة المسلطة الى مساحة الاثر الكروي المتولد على السطح وكما يأتي [13]:-

رقم صلادة برينل (BH) = القوة المسلطة (N) / مساحة الاثر(mm^2)

$$BH=\frac{F}{1/2\,\pi\,D\,[D-\sqrt{D^2-d^2}]} \quad \ldots\ldots (I)$$

حيث:

F :الحمل المسلط (Newton) ،D: قطر الكرة (mm) ، d: قطر الاثر (mm).

وبالنسبة لفحوصات الصلادة التي تكون فيها اداة الغرز كروية فأن نسبة قطر الاثر (d) الى قطر الكرة(D) يجب ان يتراوح بين (0.3-0.6) ، وهذا يحصل اذا كانت قيمة (F/D^2) تساوي مقدارا ثابتا للمادة الواحدة[14].وقد استخدم المكبس الهيدروليكي لتسليط الحمل المستخدم في الاختبار .

اختبار الصلادة:- (Hardness Test)

تستعمل تجارب الصلادة لقياس مقاومة المادة للتشوهات اللدنة في المناطق السطحية منها ، اذ تستخدم في هذه التجارب عادة رؤوس دقيقة من مواد صلدة تستطيع ان تتغلغل في هذه المادة الصلدة[15].

وقد تم اجراء اختبار الصلادة بأستخدام طريقة برينل (Brinell's Method) وللانموذجات كافة بأستخدام كرة فولاذية قطرها(5mm) وبأستخدام حمل يتراوح بين (500-1000N) وبدرجات حرارية مختلفة (20±2 C°,40±2 C°,60±2 C°) وتبعا لقطر الاثر (d) المتولد على سطح العينات المختلفة ، تم الحصول على نتائج الصلادة بأستخدام العلاقة (I).

اظهرت الفحوصات التي اجريت نتائج فحص الصلادة لمتراكب EP قبل التقوية بالالياف الهجينة وبعدها و الموضحة بالاشكال(1-a,b,c) حيث نجد ان اعلى قيمة للصلادة هي عند الكسر الحجمي 5 عند الطبقة الثالثة التي تحتوي نسبة اكبر من الالياف الهجينة ويلاحظ ان الصلادة تزداد بزيادة عدد الطبقات للكسور الحجمية كافة.

اما نتائج فحص الصلادة لمتراكبUPE والموضحة في الاشكال (2-a,b,c) حيث نلاحظ ان اعلى قيمة للصلادة هي عند الطبقة الثالثة من الكسر الحجمي 5، وتزداد الصلادة بزيادة عدد الطبقات للكسور الحجمية . ان زيادة طبقات الالياف في متراكب UPE ادت الى زيادة الطاقة اللازمة لمقاومة التشوه ومن ثم زيادة صلادتها ، هذه الزيادة كانت مختلفة اعتمادا على عدد الطبقات وعلى الكسر الحجمي للالياف في المادة التي تعمل على اعاقة التشوه . ولقد ابدت المادة الهجينة خصائص صلادة عالية مقارنة بالمادة الاساس[16].

فالمادة الاكثر صلادة هي التي تقاوم اداة الغرز وتولد اثرا صغيرا ،بينما تولد المادة اللينة اثر اكبر[14]

وتمرعملية التشوه اثناء الغرز بثلاث مراحل اساس ، وهي كالاتي[17]:-

1- المرحلة الاولى تتم بحصول التشوه المرن (Elastic Deformation) عبر بداية تغلغل اداة داخل سطح الانموذج.
2- باستمرار التحميل يتحول الى تشوه مرن-لدن (Elastic-Plastic).
3- المرحلة الثالثة تحصل بعد رفع الحمل عن النموذج الذي يعاني من اثر متبقي (Residual Impression) .

ويلاحظ بصورة عامة ان هناك زيادة في الصلادة لجميع النماذج في حالة التقوية مقارنة بتلك غير المقواة ، وذلك بسبب وجود الالياف التي تتحمل الجزء الاكبر من الاجهاد المسلط ، وكذلك تتناسب هذه الطاقة عكسيا مع عمق الغرز في النماذج الواقعة تحت تاثير فحص الصلادة . ان الالياف تعمل كمعوقات للكسر (Crack stopper) [18] ، اضافة الى طبيعة المركب وتغير خواصه الفيزيائية والهندسية ويمكننا ان نعزو ذلك لكون المادة المتراكبة الهجينة تحتوي حصيرة محاكة بزاوية (0°-90°) من الالياف الهجينة وبذلك فانها تمتلك مقاومة اعلى للتخدش والغرز ،بسبب تناظر خواصها في كلا الاتجاهين ، بالاضافة للصلادة والمتانة العاليتين للالياف الهجينة[19].

ومن المعروف ان هذه الالياف المحاكة باتجاهين تتصف بالتجانس الميكانيكي كما تتصف بالمتانة العالية ، لوجود الياف الكفلر ولكونها غزول طويلة مستمرة ،وبسبب ماتمتاز به هذه الالياف من تجانس وتكون الفراغات فيما بينها قليلة ، ووجود التراصف للالياف الطويلة وعند نشر مادة الترابط عليها ستنفذ بعض من هذه المواد الرابطة وهذا بدوره سيولد طبقة من مادة الترابط تقع ما بين طبقتين من الالياف ،وعند الاختبارسيتم نقل الطاقة عبر مادة الترابط الى الالياف ومن ثم تشتتها بالاتجاه العمودي والمستعرض على مستوي الاجهاد.

ولكن بزيادة الكسر الحجمي فان المادة الاساس ستقل وبهذا فان عملية الربط بينها وبين الالياف ستقل مما يؤدي الى نقصان قيم الصلادة بزيادة الكسر الحجمي .

ان المادة الهشة التي تعاني تشوها قليلا قبل الكسر تحتاج الى طاقة قليلة لكسرها، بينما المادة المطيلية التي تعاني تشوه لدن كبير تحتاج الى طاقة كبيرة وبذلك فان اختبار الصلادة يعطينا معلومات عن مقاومة المادة للتشوه[20].

اما المادة المتراكبة المنفردة، فان العشوائية في توجيه الالياف يقلل من تاثير مقاومتها للغرز،وبصورة عامة فأن فائدة التدعيم كانت لتحسين خاصية الصلادة لكلا الخليطين وبشكل خاص عند زيادة درجة الحرارة.

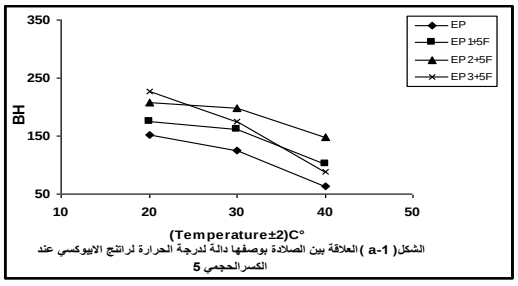
وبالنسبة الى تاثير درجة الحرارة على قيم الصلادة ،فهو ذو تاثير سلبي وللانموذجات جميعا قيد البحث،وسبب ذلك هو ان زيادة درجة الحرارة تؤدي الى حركة الوحدات الابتدائية للسلاسل الجزيئية وارتخاء الاواصر فيما بينها ،مما يؤدي الى زيادة ليونة المادة،وبالتالي اضعاف مقاومتها للتخدش والغرز[21].

وكذلك لزيادة درجة الحرارة تاثير سلبي على صلادة المواد المتراكبة عموما،ولكن بمستوى اقل، وذلك بسبب عدم تأثر الالياف بزيادة درجة الحرارة ولكن عند درجة حرارة (60C°) فان صلادة المواد المتراكبة قد تناقصت بشكل ملحوظ بسبب تحول سلوك المادة الاساس الى السلوك اللين عند هذه الدرجة ،وبشكل خاص المواد المتراكبة المبنية على اساس خليط.

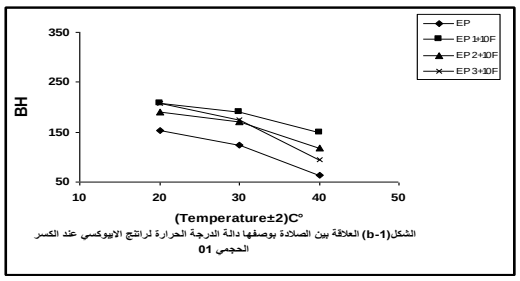
عند تدعيم كلا الخليطين بالالياف ،فان الصلادة قد تحسنت بشكل ملحوظ ،وذلك لكون الالياف هي التي ستتحمل الجزء الاكبر من الاجهاد المسلط ،بالاضافة لمقاومتها العالية للتشوه اللدن [22] علما ان صلادة الخليطين لوحدهما اقل من صلادة الخليطين بعد التقوية[23] ويعود ذلك الى ان الايبوكسي يمثل جدار الخلية بحيث ان جدار الخلية يمثل الموقع الرئيسي الذي تتم فيه عملية التداخل ولما كانت الصلادة تمثل خاصية سطحية ،فالخليط يمتلك صلادة اعلى[24].

نستنتج من ذلك ان اختبارات الصلادة اثبتت انها تقل مع زيادة درجات الحرارة ولجميع النماذج وبنسب متفاوتة.وعموما فان المقواة سواء كانت للايبوكسي او البولي استر كانت صلادتها اكبر مما هي عليه في المادة الراتنجية لوحدها.

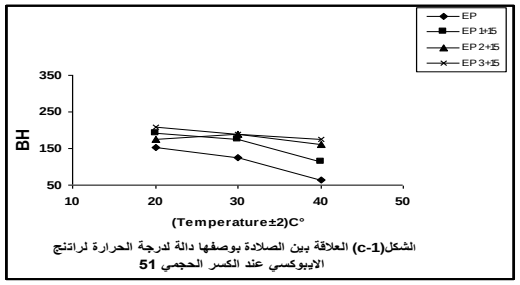
وان قيمة الصلادة لرتنج EP بدون تدعيم تساوي $63N/mm^2$ بدرجة 60C° اما القيمة المنشورة للراتنج فهي $62N/mm^2$ بدرجة حرارة 50C°(4) اما بالنسبة لقيمة الصلادة للبولي أستر (بدون تدعيم) تساوي $90N/mm^2$ بدرجة 60C° والقيمة المنشورة هي $85N/mm^2$ بدرجة 50C°[4].



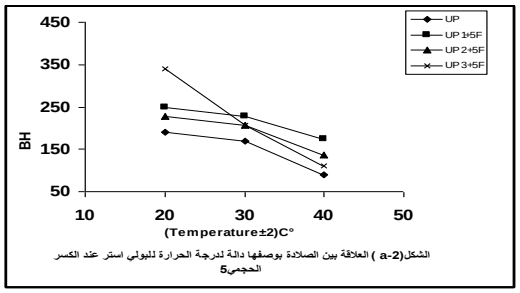
الشكل(a-1) العلاقة بين الصلادة بوصفها دالة لدرجة الحرارة لراتنج الايبوكسي عند الكسرالحجمي 5



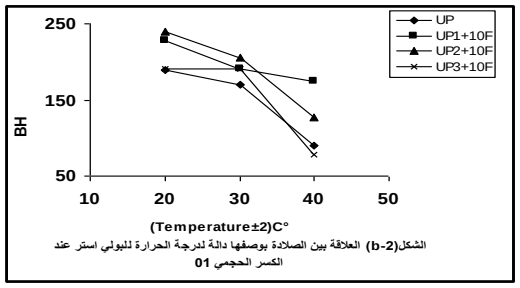
الشكل(1-b) العلاقة بين الصلادة بوصفها دالة الدرجة الحرارة لراتنج الايبوكسي عند الكسر الحجمي 01



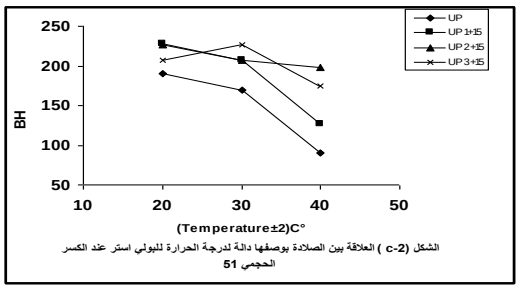
الشكل(1-c) العلاقة بين الصلادة بوصفها دالة لدرجة الحرارة لراتنج الايبوكسي عند الكسر الحجمي 51



الشكل(2-a) العلاقة بين الصلادة بوصفها دالة لدرجة الحرارة للبولي استر عند الكسر الحجمي5



الشكل(2-b) العلاقة بين الصلادة بوصفها دالة لدرجة الحرارة للبولي استر عند الكسر الحجمي 01



الشكل (2-c) العلاقة بين الصلادة بوصفها دالة لدرجة الحرارة للبولي استر عند الكسر الحجمي 51

المصادر:

1-M.W.GayLord; 1974"Reinforced Plastic Theory and Practice" Cahners Publishing CO.

2-D.Hull; 1981"An Introduction to Composite Materials" Cambridge University Press.

3-M.O.W.Richardson; 1977"Polymer Engineering Composites" Applied Science Pub. London.

4-د.بلقيس الدباغ؛1996 "تسليح ودراسة خواص راتنجي الايبوكسي والبولي أسترغير المشبع" رسالة دكتوراه،قسم العلوم التطبيقية ،الجامعة التكنلوجية.

5-K.J.PASCOE; 1987"An Introduction to the properties of Engineering Materials" Published by Van Nostrand Reinhold (U.K) CO. Ltd. Third Edition, p (387).

6- D.Shailaja and M.Yaseen; 1995"Journal of Polymer Materials" vol (12), No1, p (31-38).

7-K.Othmer; 1982"Encyclopedia of Chemical Technology" John Wiley and Sons Inc.

8-شيلان رفيق؛2003 "دراسة تأثير عدد طبقات الايبوكسي المدعم باليياف الزجاج العشوائية والمتعامدة والمتوالفة في متانة الكسر التوصيلية الحرارية" رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد.

9-M.M.Schwartz; 1984"Composite Materials Hand book" McGraw Hill CO.NewYork.

10-زيد عاصم اسماعيل ؛2004"دراسة الخواص الفيزيائية لخلائط بوليمرية مدعمة"رسالة ماجستير، قسم الفيزياء،كلية العلوم،الجامعة المستنصرية.

11-P.Hirchberg; 1984"Corrosion in Grosslinked Unsaturated Polyester "International poly.Sc.and technology, Rapra CO,vol(11),No(12) p(23).

12- Y.Minaura, Yamashita, S.Okamoto ;1977"International Polymer Science and Technology" vol(4),No(8),p(9).

13- W.Bolton; 1998"Engineering Materials Technology" Third Edition, Butter Worth-Heineman.

14-D.F.Bagddley, J.A.Cannon; 1988"Progressive Engineering Materials" Hodder and Stoughton, First Published.

15-M.D.Baijal; 1982"Plastics Polymer Science and Technology" John Wiley and Sons, New York

16-B.Harris; 1975"Composites" vol (60), No (5), p (197-201)
17-هادي غني الخزرجي؛2002"دراسة بعض الخواص الميكانيكية والحرارية والكهربائية لراتنج الايبوكسي المدعم ببعض المضافات اللاعضوية"رسالة ماجستير،رسالة ماجستير،قسم الكيمياء،كلية التربية-ابن الهيثم،جامعة بغداد.
18-ناصر عبد الله؛1992 "دراسة الخواص الميكانيكية للمواد المركبة" رسالة ماجستير، قسم العلوم التطبيقية،الجامعة التكنلوجية.
19-J.Comyn; 1985"Polymer Permeability" Eksvuer Applied Science Pub, London.
20-زيجنيف د.جسيرديبسكي،1985 "طبيعة وخواص المواد نظام SI" ترجمة د.عواد الزحلف،الجزء الثاني،جون ويلي وأولاده.
21-R.J.Crawford; 1987"Plastics Engineering" Second Edition, Pergamon Press, New York.
22-نورا طيب الذهبي؛2002 "دراسة الخواص الفيزيائية لمتراكبات بوليمرية" رسالة ماجستير،كلية العلوم، قسم الفيزياء ،الجامعة المستنصرية.
23-اوهام محمد حميد السعدي؛2000 "دراسة تأثير التدعيم بالالياف على بعض الخصائص الفيزيائية لمادة متراكبة " رسسالة ماجستير،قسم العلوم التطبيقية،الجامعة التكنلوجية.
24- Y.Suzuki, H.Mackawa and Yokoyam;1993" Journal of Material Science "vol(28) ,No(7),p(1725-1732).

STUDY OF TEMPERATURE EFFECT ON THE HARDNESS FOR EPOXY RESIN AND UNSATURATED POLYESTER

Awatif Adab Mohammed* ***Sinaa Ibrahim Hussein****
Inaam Hussein Ali**

*College of Science, Baghdad University
**College of Science for Women, Baghdad University

Abstract:

This search aim to measure Hardness for Epoxy resin and for unsaturated Polyester resin as base materials for composite Hybrid and the materials used is Hybrid fiber Carbon-Kevlar.

The Hand Lay-up method was used to manufacture plates of Epoxy resin (EP) and unsaturated Polyester EP,UPE backed by Hybrid fiber (Carbon-Kevlar) and with small volume fraction 5,10 and 15 for every there are Layer of fibers (1,2 and 3).

The hardness test was count for material EP, UPE resin and there composites and that we notice that the Hardness (HB) decreased with increase of temperatures.