الخواص الميكانيكية لراتنج البولي ستايرين المقوى بألياف الأرمايد

محمود عبد حسان
جامعة القادسية
مدرس مساعد

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة تأثير التقوية بالألياف على الخواص الميكانيكية لراتنج البولي ستايرين المقوى بألياف الأرمايد . لقد شملت هذه الخواص كل من مقاومة الصدمة ومقاومة الشد حيث تم في البداية إستخراج الخواص الميكانيكية لراتنج البولي ستايرين قبل وبعد التقوية بالألياف ، حيث تم تقوية الراتنج بنسب وزنية مختلفة من ألياف الأرمايد (15% ,30% ,45%,60%) و دراسة تأثير ذلك على الخواص المذكورة. حصل تحسن في قيمة هذه الخواص بعد التقوية بالألياف إضافة إلى زيادة قيمة هذه الخواص مع زيادة نسبة التقوية بالألياف . فبالنسبة لمقاومة الصدمة إرتفعت من($8Kj/m^2$) إلى ($160Kj/m^2$) ومقاومة الشد من (37Mpa) إلى (328Mpa) ولنسب التقوية 0% و 60% على التوالي .

الكلمات الدالة: المادة المركبة ، الخواص الميكانيكية ، راتنج البولي ستايرين ، ألياف الأرمايد .

MECHANICAL PROPERTIES OF POLYSTYRENE RESIN REINFORCED BY ARAMID FIBERS

Mahmoud A. Hassan
Al-Qadisiya University
Assist. Lecturer

ABSTRACT
In this research the effect of the reinforcement by fibers on Mechanical properties of polystyrene resin reinforced by aramid fibers was studied .The properties included impact strength , tensile strength Where the Mechanical properties were extracted for polystyrene resin before reinforcement by fibers, then we reinforced the resin by different weight percentage from aramid fibers (%15,%30, %45, %60)and studied the effect on the above mechanical properties. An Improvement was happened in these properties after reinforcement by fibers The value of mechanical properties will increase with increasing percentage of reinforcement . Impact strength increased from($8Kj/m^2$) to ($160Kj/m^2$) and compressive strength from (37Mpa) to (328Mpa) for reinforcing percentages 0% and 70% respectively .

KEYWORDS: Mechanical Properties, Polystyrene Resin, Aramid Fibers.

المقدمة

تتكون المادة المركبة من دمج مادتين أو أكثر تختلف في خواصها الميكانيكية والفيزيائية. إن عملية الدمج هذه تؤدي إلى الحصول على مادة جديدة ذات خواص هندسية وفيزيائية تختلف عن خواص المواد الداخلة في تركيبها . يعتمد الإستخدام العام للمادة المركبة بشكل كبير على الخواص الميكانيكية والفيزيائية لهذه المواد لذلك فإن دراسة هذه الخواص تحت تأثير القوى والأحمال في ظروف مختلفة يكتسب أهمية كبيرة لمعرفة مدى ملائمة هذه الخواص لمكان عمل هذه المواد [1]. يوجد في الطبيعة الكثير من الأمثلة على المواد المركبة ومنها ألياف السليلوز مع مادة الخشب . أما في الصناعة فإن تقوية الراتنجات بالألياف الصناعية هي الأكثر إنتشاراً. و لتصنيع مادة مركبة يجب توفر مادتين هما [2]: المادة الأساس وتكون أما مواد معدنية متكونة من المعادن وسبائكها وتتميز بثقل وزنها ومتانتها العالية أو قد تكون مواد سيراميكية والتي تمتاز بخفة وزنها ومقاومتها المرتفعة لدرجات الحرارة العالية ولكنها ضعيفة المقاومة لقوى الصدم. كذلك تكون المادة الأساس مواد بوليميرية وهي الأكثر إستعمالاً وإنتشاراً لِما تتميز به من خواص ميكانيكية وحرارية جيدة ، ومن الأمثلة على المواد البوليمرية راتنج البولي ستايرين و الفينول والبولي أستر . المادة الثانية هي مادة التقوية يجب توفر ميزتين أساسيتين في هكذا مواد وهي المقاومة العالية والمطيلية المنخفضة حتى تستطيع تقوية المواد الأساس . هناك عدة طرق للتقوية منها التقوية بالدقائق ،التقوية بالتشتت ،أما أكثر أساليب التقوية شيوعاً فهي التقوية بالألياف نظراً لما تتميز به من قوة كبيرة مقارنة بالمواد الراتنجية ، وتكون الألياف بأنواع وأشكال مختلفة فمنها ما يكون بشكل مستمر أو مقَطعْ أو بشكل ظفائر محاكة .

خواص المواد المركبة

تعتمد الإستخدامات العامة والهندسية للمواد المركبة إلى حد بعيد على خواصها الميكانيكية والفيزيائية مثل مقاومة الشد والمرونة وقابلية المادة للإستطالة ومقاومتها للحرارة والظروف البيئية مثل الرطوبة وأشعة الشمس وغيرها من الخواص التطبيقية الأُخرى . إن جميع هذه الخواص تعتمد كثيراً على التركيب الجزيئي للراتنج وعلى وزنه الجزيئي وعلى القوى الجزيئية . كما تعتمد هذه الخواص إلى حد كبير على مواد التقوية وعلى المواد المضافة مثل الحشوات والملدنات[3] . ومن الخواص المناقشة في هذا البحث ما يأتي :

1- مقاومة الصدمة (Impact Strength) .

تُعبر مقاومة الصدمة عن قدرة المادة لمقاومة الكسر تحت تأثير حمل مفاجئ ، كما تعتبر مقياساً لمتانة المادة حيث المواد الأكثر متانة هي التي تبدي أعلى مقاومة للصدمة . ويمكن تحسين مقاومة الصدمة للراتنجات بإضافة بعض المحسنات مثل مطاط بيوتادين أو إضافة الملدنات أو بترتيب وتراصف السلاسل البوليمرية ولكن أكثر الطرق فاعلية في تحسين مقاومة الصدمة هي التقوية بالألياف[3] .

2- مقاومة الشد (Tensile Strength) .

تعتبر مقاومة الشد مقياساً لقابلية المادة على مقاومة القوى الساكنة التي تحاول سحب المادة وكسرها . تتكون المواد المركبة الليفية من ألياف قوية هشة مغمورة في المادة الأساس التي تتصف بكونها أكثر مطيلية . تبدأ المادة المركبة بالإستطالة بشكل خطي في البداية إستجابة للجهد المسلط ومع إستمرار التحميل يحصل إنحراف نتيجة لوصول المادة الأساس إلى نقطة الخضوع في حين تستمر الألياف بالإستطالة و المقاومة حتى تنهار مقاومتها.وعندما تتهشم المادة الأساس تفشل المادة المركبة كلياً[4] .

الجزء العملي

أولاً- المواد المستخدمة في البحث .

1- راتنج البولي ستايرين وكثافته($1.05g/cm^3$) .

2- ألياف الأرمايد (Aramid Fibers) . بشكل ظفائر محاكة ($0°-45°$) ذات كثافة ($1.47g/cm^3$) .

ثانياُ- نماذج الإختبارات .

1- نماذج إختبار الصدمة (Impact Specimens) .

نماذج إختبار الصدمة نوع شاربي (Charpy Impact) صنعت حسب المواصفات القياسية (ASTM- E23) بعمق الحز في النماذج (0.5 mm) ونصف قطر قاعدة الحز(0.25 mm) وبزاوية حز($45°$) .

2- نماذج إختبار مقاومة الشد (Tensile Specimens) .

تم إعتماد المواصفة القياسية (ISO – R – 527) في تصنيع نماذج إختبار مقاومة الشد. أُستخدم هذا الإختبار لمعرفة خواص المادة المركبة تحت تأثير حِمل شد محوري بإتجاه واحد ، حيث تم إستخدام جهاز الإختبارات العام (Universal Instrument) في قياس هذه الخاصية وبمعدل حِمل (20 KN) . ويمكن حساب مقاومة الشد من القانون التالي:-

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

حيث :

σ = مقاومة الشد (N/m^2).

F= الحمِل المسلط (N).

A = مساحة المقطع العرضي للنموذج (m^2).

النتائج والمناقشة

تمتلك الخواص الميكانيكية للمادة المركبة أهمية كبيرة في مجال إستخدام هكذا مواد ، حيث يجب أن تكون قيم هذه الخواص عالية ومقبولة حتى تؤدي عملها بكفاءة . ومن خلال هذه الإختبارات التي أُجريت على راتنج البولي ستايرين المقوى بألياف الأرمايد حصلنا على النتائج الموضحة في المخططات البيانية والتي تُمثل قيم مقاومة الشد ومقاومة الصدمة والصلادة ومقاومة الإنثناء نسبة إلى نسبة التقوية بالألياف .

الشكل 1 يوضح قيم مقاومة الصدمة مع نسبة التقوية بالألياف ، حيث تعتبر مقاومة الصدمة بشكل عام منخفضة للراتنجات نظراً لهشاشتها ولكن بعد تقويتها بالألياف تزداد قيمة مقاومة الصدمة ويرجع السبب في ذلك إلى كون الألياف سوف تتحمل الجزء الأكبر من طاقة الصدم المسلطة على المادة المركبة مما يُحسن هذه المقاومة . وهكذا تزداد مقاومة الصدمة مع زيادة نسبة التقوية بالألياف [5].

تعتبر الراتنجات من المواد الهشة حيث مقاومتها للشد منخفضة جداً وهذا ما نراه في **الشكل 2** ، ولكن عند إضافة الألياف إلى هذه المواد تتحسن مقاومتها للشد بصورة كبيرة حيث إن الجزء الأعظم من الجهد المسلط تتحمله الألياف مما يرفع مقاومة الشد للمادة المركبة وذلك لأن الألياف تتميز بمطيليتها المنخفضة . وتزداد مقاومة الشد بزيادة نسبة الألياف المضافة حيث تشغِل الألياف حيز أكبر داخل الراتنج مما يسمح بتوزيع الحِمل المسلط عليها بشكل أفضل [6].

الإستنتاجات

1- إنخفاض قيم الخواص الميكانيكية لراتنج البولي ستايرين كونه من المواد الهشة .

2- تحسُن قيم هذه الخواص الميكانيكية لراتنج البولي ستايرين بعد تقويته بألياف الأرمايد ، وتزداد قيم الخواص الميكانيكية مع زيادة نسبة الألياف المضافة . فبالنسبة لمقاومة الصدمة إرتفعت من($8Kj/m^2$) إلى ($160Kj/m^2$) ومقاومة الشد من (37Mpa) إلى (328Mpa) ولنسب التقوية 0% و 60% على التوالي .

المصادر

[1] Michel Biron " Thermoplastics and thermoplastic composites " , 1st edition , Elsevier , 2007.

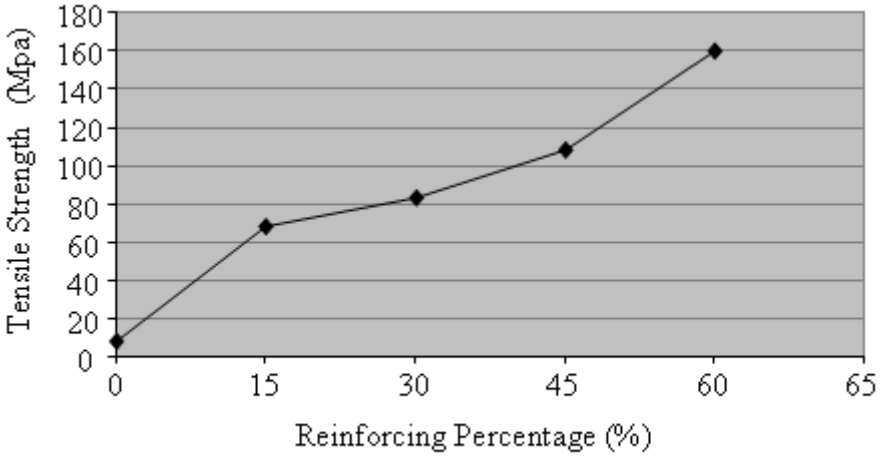
[2] Mallick ,P.K. "Fiber-reinforced composites: materials, manufacturing, and design", 3rd edition , CRC Press, 2007 .

[3]G.Morom , E.Drukkler , A.Weinbery , and J. Banbaji "Impact Behavior of Carbon/Aramid Hybrid Composite ",Composites , Vol.17 , No.2 , 1990 , pp.150-153.

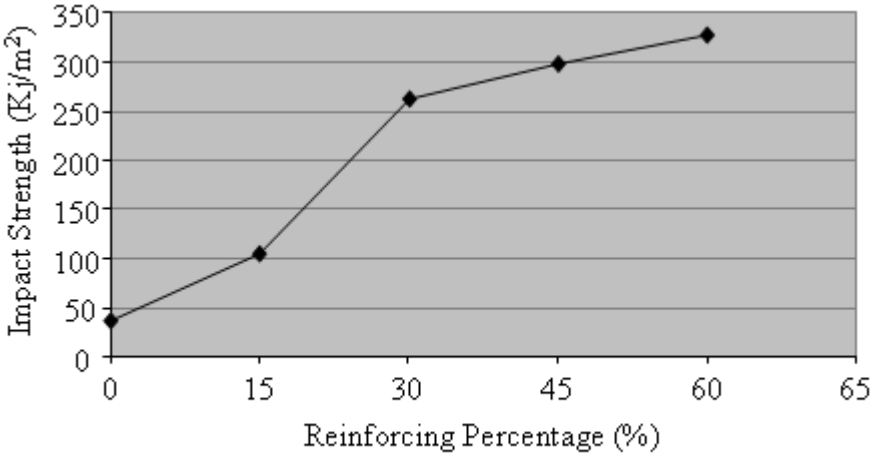
[4] Mittelman and I. Roman "Tensile Properties of Real Unidirectional Aramid/Epoxy Composite", Composites, Vol.21, No.1, 1990, pp.63-69.

[5]Ali I.Al-Mosawi "Study of Some Mechanical Properties for Polymeric Composite Material Reinforced by Fibers", Al-Qadisiya Journal For Engineering Science, Vol. 2, No 1, 2009, pp. 14 – 24.

[6]Abbas A. Al-Jeebory, Ali I.Al-Mosawi, Samara A. Al-Qurashi "Difference Fibers Reinforcement percentage and its Effect on Mechanical Properties of Thermosetting Resins" , Al-Qadisiya Journal For Engineering Science ,Special Issue, second Conference of Engineering College , Al-Qadisiya University ,19-20 October , 2009.



الشكل 1 مقاومة الصدمة لراتنج البولي ستايرين المقوى بألياف الأرمايد



شكل 2 مقاومة الشد لراتنج البولي ستايرين المقوى بألياف الأرمايد