P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) **مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة** Open Access
2016,10 (2) :90-100

استقصاء الخواص الميكانيكية والحرارية لخليط بوليمري ثلاثي محضر من مواد مختلفة (متصلدة حرارياً، ملدنة حرارياً وإلاستومر) للتطبيقات الهيكلية

سهامه عيسى صالح* **وليد بديوي صالح**** **مصطفى سطام محمد ****

*الجامعة التكنولوجية، قسم هندسة المواد
**جامعة الانبار، كلية التربية للعلوم الصرفة

معلومات البحث:
تاريخ التسليم: 2017/01/02
تاريخ القبول: 2017/03/12
تاريخ النشر: 29 / 10 / 2017
DOI: 10.37652/juaps.2016.132704

الكلمات المفتاحية:
راتنج البولي استر غير المشبع،
راتنج البولي مثيل ميثا اكرليت،
المطاط الطبيعي،
خلائط بوليمرية.

الخلاصة:

يتناول البحث الحالي تحضير مجموعة من الخلائط البوليمرية الثلاثية, تتكون من مادة متصلدة حرارياً هي (راتنج البولي استر غير المشبع (unsaturated polyester resin UP) ومادة مطاوعة للحرارة من (راتنج بولي مثيل ميثا اكرليت PMMA poly (methyl methacrylate)) ومادة المطاط الطبيعي(NR) Natural Rubber) بطريقة الصب اليدوي وقد حضرت المادة الاساس من الخليط البوليمري الثنائي (البولي استر بنسبة 98% والمطاط الطبيعي 2%) (98%UP +2%NR), وتم اضافة راتنج البولي مثيل ميثا اكرليت بنسب وزنية مختارة (0, 5، 10، 15)% الى الخلائط البوليمرية الثنائية وحسب الصيغة التالية (98-X)%UP: X%PMMA +2%NR)) . وتضمن البحث دراسة تأثير النسب الوزنية المختارة لراتنج البولي مثيل ميثا اكرليت على خصائص الخلائط البوليمرية الثلاثية المحضرة وعليه أجريت مجموعة من الإختبارات الميكانيكية المتمثلة (مقاومة الشد ومعامل مرونة الشد والانضغاطية ومقاومة الانحناء ومقاومة الصدمة والصلادة والتوصيلية الحرارية والإنتشارية الحرارية والحرارة النوعية) وجميع هذه الإختبارات تم إجراؤها عند درجة حرارة المختبر، أظهرت نتائج البحث إن قيم (مقاومة الشد و معامل مرونة الشد ومعامل مرونة الانحناء ومقاومة الصدمة ومتانة الكسر والصلادة والتوصيلية الحرارية والحرارة النوعية) تزداد مع زيادة النسب الوزنية لراتنج البولي مثيل ميثا اكرليت في الخلائط البوليمرية الثلاثية. بينما قيم (الانضغاطية ومقاومة الانحناء والانتشارية الحرارية) تنخفض مع زيادة النسب الوزنية لراتنج البولي مثيل ميثا اكرليت في الخليط الثلاثي.

1- المقدمة

إن المواد البوليمرية (Polymeric Materials) تعد من العلوم الحديثة التي لازال الانسان يبحث ويطور فيها وقد اهتم الانسان بتشكيل وتحوير المواد بهدف الحصول على مبتكرات مفيدة، ومن خلال دراسة خواص المواد (المعادن، السيراميك،البوليمرات) المتمثلة بالصلادة والمتانة وتحمل القوى والتوصيلية الحرارية والكهربائية ومقاومة التأكل واللدونة لاحظ الباحثون وجود تباين في خواص تلك المواد[1]. لذلك قام عدد من الباحثين في هذا المجال بتصنيع خلائط بوليميرية مختلفة للحصول على التجانس والتوافق للخليط وبمواصفات عالية وكذلك دُعمت هذه الخلائط لكسب المتانة للخليط , للسعي في سد احتياجات ومتطلبات النهضة العلمية ومتطلبات الحياة البشرية وإيجاد البدائل العلمية للمواد الاحتياطية للمصانع والمكائن , والخلائط البوليميرية تصنع عن طريق خلط عدة بوليمرات معا بشكل متجانس. وتكون الخلائط (ثنائية , ثلاثية , رباعية) اعتماداً على عدد المركبات البوليميرية المكونة للخليط [2].

* Corresponding author at: University of Technology, Department of Materials Engineering
.E-mail address:

بصورة عامة فان الاستقرارية تتطلب التصاق مكونات الخليط مع بعضها بشكل كافٍ لكي يبقى الخليط على وحدته الميكانيكية المناسبة لاستعمال معين وان تحافظ سعة تحمل الثقل لفترة بقاء متوقعة مقبولة لصنف معين[3]. وعليه قام الباحثان (Cherian) و(Thachil) بتحسين متانة الكسر ومقاومة الصدمة للبولي استر غير المشبع وذلك بخلطه مع مواد مرنة ذات مجاميع وظيفية فعالة، وتم مقارنة الخصائص الميكانيكية للخلائط مع البولي استر وحده . واظهرت المواد المرنة ذات المجاميع الفعالة افضل توافق مع البولي استر وحسنت المتانة ومقاومة الصدمة للراتنج المعالج مقارنة مع المواد المرنة غير المعدلة[4]. في عام (2011) قام الباحثان (K. Kaniappan and S. Latha) بدراسة خواص الخليط البوليمري (بولي أستايرن Polystyrene (PS) / بولي مثيل ميثا أكريليت Poly methyl meth acrylate (PMMA)) وأظهرت نتائج الإختبار الميكانيكي ان الخليط البوليمري (PS / PMMA) يتلائم مع كثير من التطبيقات وتحسين بعض الخواص الميكانيكية [5] . من الدراسات الحديثة في تعزيز الخليط البوليمري الهجين (البولي ايثيلين / الايبوكسي مع النسيج من ألياف الكربون). من خلال اضافة ثلاث نسب من مسحوق البولي ايثيلين عالية الوزن الجزيئي إلى مادة الايبوكسي . وأظهرت النتائج أنه تم تحسين في مقاومة الشد عند النسب الواطئة من البولي ايثيلين المضافة للمتراكبات الهجينة . من ناحية أخرى، اظهرت قيم مقاومة الصدمة تدهور في خصائص الصدمة للمتراكبة الهجينة [6]. وفي دراسة سلوك الكسر في راتنجات الايبوكسي المعدلة بالمواد المطاوعة بالحرارة عززت مع ألياف الكربون, فقد لوحظ ان وجود جزيئات من مادة البولي سلفون يحسن سلوك الكسر للمادة المحضرة [7].

يهدف العمل الحالي الى تحضير عينات من خلائط بوليمرية ثلاثية ذات كثافة واطئة ومتانة جيدة و كلفة قليلة تستخدم في التطبيقات الهيكلية لذلك حضرت خلطات بوليمرية من مواد بوليمرية مختلفة و بنسب وزنية مختلفة ودراسة خواصها الميكانيكية والحرارية.

2- المواد و العمل التجريبي

2 -1 المواد المستخدمة

المواد المستخدمة في تحضير العينات تتكون من راتنج البولي استر غير المشبع (UP) وهو احد انواع البوليمرات المصلدة حرارياً المصنع من شركة (Bonyan Kala Chemie) ايراني المنشأ. الراتنج ذات شكل سائل لزج شفاف وردي اللون عند درجة حرارة الغرفة ويخلط مع المصلد (Hardener) وهو مركب شفاف اللون من بيروكسيد مثيل اثيل كيتون (MEKP) بإضافة (2gm) من المصلد لكل (100gm) من الراتنج، المطاط الطبيعي (NR) وهي احد البوليمرات المرنة مطاطياً التي لها القابلية على التمدد والتقلص استخدمت كإحدى مكونات الخليط البوليمري، وراتنج البولي مثيل ميثا اكريليت (PMMA) نوع (Castavaria) المصنعة من قبل الشركة Vertex –Dental Company ويتألف من مسحوق ناعم وهو احد البوليمرات المطاوعة حرارياً.

2-2 تحضير العينات

حضرت عينات من خلائط بوليمرية ثنائية تتكون من البولي استر غير المشبع والمطاط الطبيعي بنسب وزنية ثابتة (98%UP+2%NR) كعينة اساسية وتم اضافة مادة البولي مثيل ميثا اكريليت (PMMA) بنسب وزنية مختارة (0, 5، 10، 15wt.%) الى الخليط البوليمري الثنائي وحسب الصيغة التالية:

(98-X)%UP: X%PMMA +2%NR))، استخدمت طريقة القولبة اليدوية (Hand Lay-Up Molding) في تحضير العينات. تم مزج جميع الخلطات المحضرة عند درجة حرارة الغرفة . يصب المزيج السائل داخل القالب بصورة مستمرة ومنتظمة إلى إن يمتلئ القالب إلى المستوى المطلوب . تترك العينة داخل القالب مدة (24) ساعة لكي تتصلب بشكل نهائي ولإتمام المعالجة توضع العينات في فرن تجفيف مدة ساعتين وبدرجة حرارة (50 °C) حسب تعليمات الشركة المنتجة لمادة البولي استر ومادة البولي مثيل ميثا أكريليت وهذه العملية مهمة لإكمال البلمرة ولإزالة الإجهادات المتولدة من عملية التصنيع.

2-3 الاختبارات

لأجراء اختبار الشد قطعت العينات المحضرة بأبعاد قياسية حسب المواصفات العالمية (ASTMD638-03) لأختبار الشد [8]، إستخدم جهاز اختبار الشد نوع (LARYEE Yaur Tasting Solutione) .وتم أجراء الاختبار بسرعة تحميل ثابتة (5mm/min) عند درجة حرارة المختبر. وتم تسليط حمل إجهاد الشد على عينة الاختبار لغاية حصول الفشل للعينة. ولأجراء إختبار مقاومة الانضغاط, قطعت العينات بأبعاد

وفقاً للمواصفات الأمريكية (ASTM D695) [9] . تم تسليط حمل إنضغاط وبمعدل إنفعال مقداره (5 ملم / دقيقة) وعند درجة حرارة المختبر. ولحساب مقاومة الانحناء استخدمت طريقة إختبار الإنحناء الثلاثي النقاط (Three Point Bending Test) بإستخدام جهاز اختبار الشد المذكور اعلاه. تم تقطيع عينات الإنحناء بإبعاد قياسية وفقاً للمواصفات القياسية العالمية (ASTM D-790) [10]. ثبتت العينة على نقطتي ارتكاز، ويسلط حمل (Load) في منتصف العينة بين المسندين وبمعدل انفعال (5mm/min) لغاية حدوث الكسر كما تم اختبار مقاومة الصدمة للمواد المحضرة في درجة حرارة المختبر وبأبعاد قياسية طبقاً للمواصفات العالمية (ASTM ISO-179) [11] . تم حساب مقاومة الصدمة للمواد المحضرة ومتانة كسر الصدمة بالإعتماد على الطاقة اللازمة لحصول الكسر في العينة، وقد تم اختبار الصدمة بطريقة (Izod Charpy) باستخدام جهاز الصدمة نوع (XJU-22 Tension Impact Test Instrument) والمصنوع من قبل شركة (Testing Machines , Inc , Amityville New York)علماً ان العينات لا تحتوي على شق. تم اختبار ثلاث عينات لكل نسبة خلط لمعظم الاختبارات والنتائج النهائية المسجلة تمثل معدل ثلاث عينات تم اختبارها.

تم إختبار الصلادة بطريقة (Shore D) عند درجة حرارة المختبر وهذه الطريقة ملائمة للمواد البوليمرية المطاوعة حرارياً وكذلك للمواد البوليمرية المصلدة حرارياً حسب المواصفات العالمية (ASTM D2240) [12]، وقد تم أختبار الصلادة في (5) مواقع مختلفة لكل عينة وحسب معدل القراءات، ولدراسة الخواص الحراريه (التوصيلية الحرارية والإنتشار الحراري و الحرارة النوعية لكل وحدة حجم) أستخدم القرص الساخن لهذا الإختبار وفقاً للمواصفات القياسية [13].

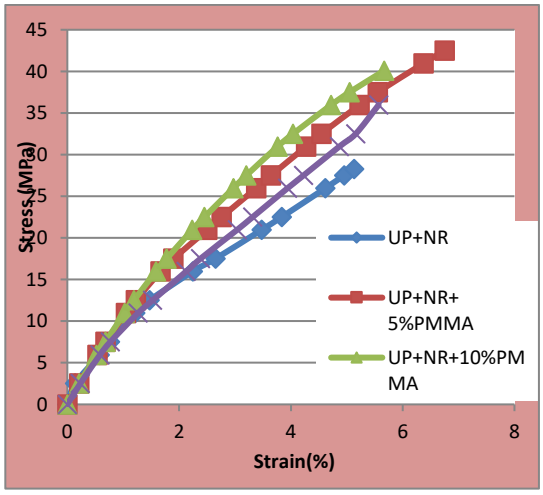
3 – النتائج والمناقشة

3-1 نتائج الاختبارات الميكانيكية:

نتائج أختبار الشد (Tensile Test Resuits): الشكل (1) يوضح سلوك منحنيات (الاجهاد– الانفعال) الخاصة لعينات الخليط البوليمري الثنائي (98%UP+2%NR) وعينات الخلائط البوليمرية الثلاثية ((98-X)% UP: X% PMMA +2%NR)) كدالة للكسر الوزني للبولي مثيل ميثا أكرليت (PMMA).

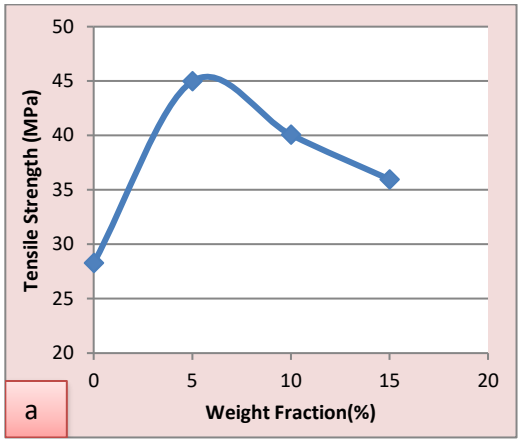
من خلال الشكل يلاحظ ان منحنيات (الإجهاد – الإنفعال) تتكون من منطقة تشوه مرن متمثلة بالعلاقة الخطية بين الإجهاد والإنفعال، ومن خلال هذه المنطقة تم حساب معامل المرونة . تعاني المادة البوليميرية ضمن حدود هذه المنطقة تشوهاً مرناً ناتجاً عن شد واستطالة السلاسل البوليميرية دون حصول تكسر في الأواصر، ينحرف بعدها هذا المنحنى عن السلوك الخطي نتيجةً تولد شقوق داخل المادة البوليميرية، تنمو هذه الشقوق وتتجمع مع زيادة الإجهاد مكونة شقوق أكبر حجماً، وتستمر التشققات بالنمو مع الإجهاد المسلط لغاية حصول الكسر في العينة .

أن الترابط القوي بين مكونات الخليط البوليمري وما بين السلاسل البوليميرية سوف لا يسمح بتكون العيوب الداخلية (الشقوق) بشكل سريع، وبدوره يؤدي إلى تقليل حركة الجزيئات وبالتالي تؤدي إلى تقليل الانفعال وانزلاق السلاسل البوليميرية أثناء الشد . وفي حالات أخرى يبدأ الكسر عند السطوح الخارجية في مواقع التشوهات أو العيوب كالخدوش أو الثلمات أو الشقوق الداخلية التي تعمل كمناطق لتركيز الإجهادات التي تؤدي إلى ارتفاع قيمة الإجهاد إلى حدود تتجاوز فيها قوة التآصر الداخلية وبالتالي يحدث الكسر [14][15].

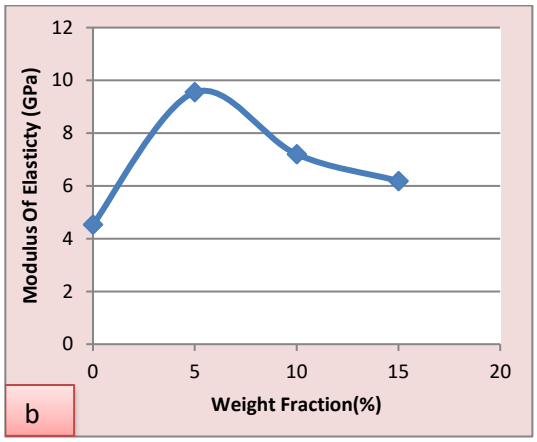


شكل (1) منحنى (الاجهاد – الانفعال) للخلائط البوليمرية الثلاثية ((98-X)%UP: X% PMMA+2%NR)

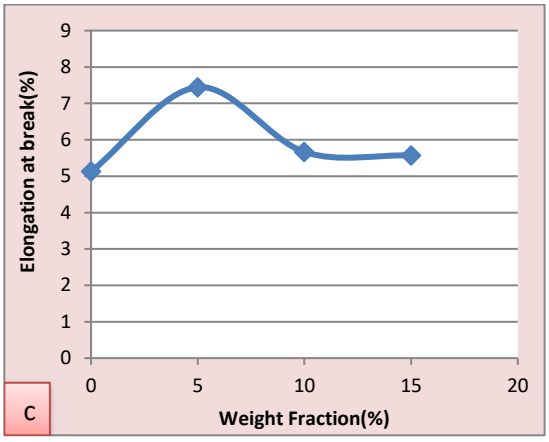
الاشكال (2-a) و (2-b) و (2-c) توضح تأثير اضافة مادة (PMMA) كعنصر خلط ثلاثي على خواص مقاومة الشد (Tensile Strength) ومعامل المرونة (Modulus of Elasticty) والنسبة المئوية للاستطالة عند الكسر (% Elongation at break) للخليط البوليمري الثلاثي على الترتيب. يلاحظ من الشكل ان مقاومة الشد ومعامل المرونة تزداد بزيادة الكسر الوزني لمادة (PMMA) في الخليط لتصل الى اعلى قيمها عند النسبة 5% وتبقى قيمها اعلى مما هي عليه في حالة الخليط الثنائي(98%UP: 2%NR) عند زيادة نسبة للبولي مثيل ميثا أكرليت في الخليط الى اعلى من 5%من النسب الوزنية، ويعود ذلك إلى ان التوزيع المتجانس المادة للبولي مثيل ميثا اكرليت(PMMA) في داخـل البنية التركيبية للخليط البوليميري الثلاثي (استنادا الى فحص SEM)وهذا سوف يؤدي الى زيادة الترابط بين مكونات الخليط البوليمري, علاوة على زيادة تشابك السلاسل البوليميرية في الخليط البوليمري الثلاثي، وبالتالي يؤدي الى زيادة خواص الشد (مقاومة الشد و ومعامل المرونة) للخليط البوليمري الثلاثي المحضر[16]، كما يلاحظ من الشكل (2-c) ان النسبة المئوية للاستطالة عند الكسر (% Elongation at break) لعينات الخليط البوليمري الثلاثي، تزداد مع زيادة مادة (PMMA) في الخليط لتصل الى اعلى قيمها عند النسبة 5%. وهذا يعود الى طبيعة كل من مادة (PMMA) ومادة المطاط الطبيعي فعندما تضاف الى البولي استر غير المشبع سوف تزيد من الاستطالة والقابلية على التمدد وذلك لأمتلاكهما جزيئات مرونة بالمقارنة مع جزيئات البولي استر غير المشبع. ومن خلال نتائج اختبار الشد تبين ان اضافة مادة (PMMA) الى خليط البولي استر غير المشبع قد غير سلوك منحنيات (الاجهاد– الانفعال) للمواد المحضرة الى سلوك ذات متانة وصلابة (Hard and Tough).



(a) مقاومة الشد



(b) معامل مرونة الشد

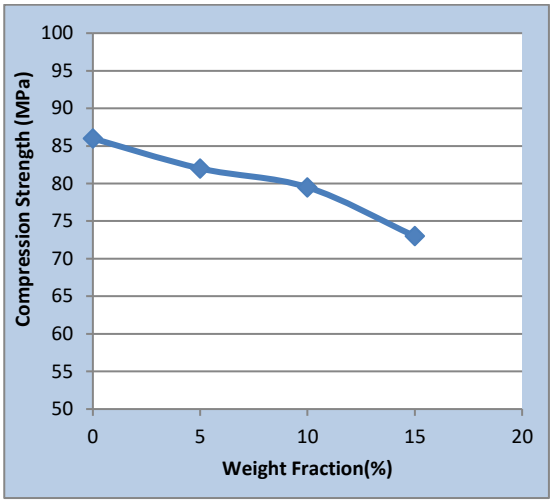


(c) النسبة المئوية للاستطالة

شكل (2) (a) مقاومة الشد (b) معامل المرونة الشد (c) النسبة المئوية للاستطالة عند الكسر لعينات الخلائط البوليمرية الثلاثية (:98-X)%UP (x% PMMA+2%NR) كدالة للكسر الوزني للبولي مثيل ميثا أكرليت في الخليط

نتائج اختبار الإنضغاط

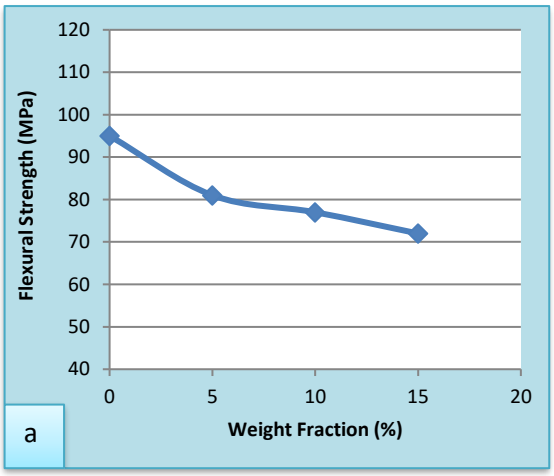
شكل (3) يمثل العلاقة بين الكسر الوزني لراتنج (PMMA) ومقاومة الإنضغاط لعينات الخلائط البوليمرية الثلاثية، يلاحظ من خلال الشكل إن قيم مقاومة الإنضغاط تنخفض بزيادة الكسر الوزني لراتنج (PMMA) في الخليط البوليمري. ويعود هذا الى طبيعة التركيب الكيميائي للسلاسل (PMMA) البولي مثيل ميثا اكرليت لامتلاكها اثنان من المجاميع الجانبية (side group) مجموعة المثيل(CH_3) ومجموعة ميثا اكرليت($COOCH_3$) وان وجود هكذا مجاميع في التركيب الكيميائي للسلاسل يزيد من الحجم الحر في البنية المجهرية للخليط مما يقلل من مقاومة الإنضغاط للخليط البوليمري الثلاثي[15][17].



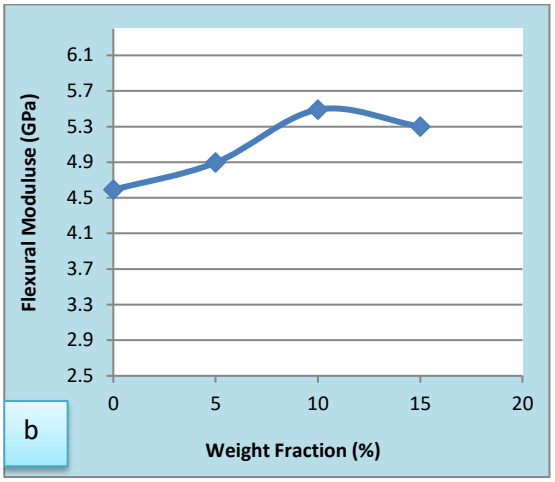
شكل(3) مقاومة الانضغاط للخلائط البوليمرية الثلاثية ((98-X)%UP:X% PMMA+2%NR) كدالة للكسر الوزني للبولي مثيل ميثا أكرليت PMMA في الخليط

نتائج اختبار الانحناء :

تخضع العينة في اختبار الانحناء لمعدل إجهاد بطيء يسمح بتفاعل الشقوق مع مكونات المادة، كما تتأثر مقاومة الانحناء (Flexural Strength) بشكل كبير بقوة الربط بين مكونات الخليط البوليمري الثلاثي، من خلال منحني (الإجهاد – الإنفعال) تم حساب معامل مرونة الإنحناء (Flexural Moduluse) ومقاومة الإنحناء مباشرةً من جهاز اختبار الإنحناء لكافة العينات . الشكل ((4-a) و(4-b)) يمثل العلاقة بين الكسر الوزني لراتنج (PMMA) ومقاومة الانحناء ومعامل مرونة الانحناء لعينات للخليط البوليمري الثلاثي على الترتيب، يلاحظ من خلال الشكل (4-a) ان قيم مقاومة الانحناء تنخفض قليلا بأضافة مادة (PMMA) الى الخليط الثنائي، يعود ذلك الى مدى قابلية الربط بين مكونات الخليط البوليمري حيث تعتمد مقاومة الانحناء وبشكل رئيسي على العيوب والشقوق الموجودة داخل المادة [18].كما يعود الى ما ذكر سابقاً (عند مناقشة الانضغاط) الى طبيعة التركيب الكيميائي لسلاسل البولي مثيل ميثا اكرليت لامتلاكها اثنان من المجاميع الجانبية مما تزيد من الحجم الحر وهذا يزيد من زحف السلاسل بالمقارنة بطبيعة السلاسل البوليمرية لمادة البولي استر غير المشبع بأنها تمتلك سلاسل ترتبط فيما بينها بأصره تساهمية (cross link) وعليه فإن مقاومة الانحناء سوف تقل عند اضافة مادة PMMA الى الخليط البوليمري عند زيادة الحمل الانحنائي المسلط. في حين يلاحظ من الشكل (4-b) قيم معامل مرونة الإنحناء تزداد مع زيادة مادة (PMMA) في الخليط لتصل الى اعلى قيمها عند النسبة 10%. ان المادة البوليميرية تعاني من تشوهاً مرناً ناتجاً عن شد واستطالة السلاسل البوليميرية دون حصول تكسر في الأواصر ضمن حدود المرونة وان مادة البولي مثيل ميثا اكرليت تعد من المواد البوليمرية المطاوعة للحرارة الصلبة فسوف تعرقل من استطالة سلاسل الخليط البوليمري عندما تكون تحت احمال ضمن حدود المرونة وبالتالي يؤدي الى زيادة معامل مرونة الإنحناء.



(a) مقاومة الانحناء

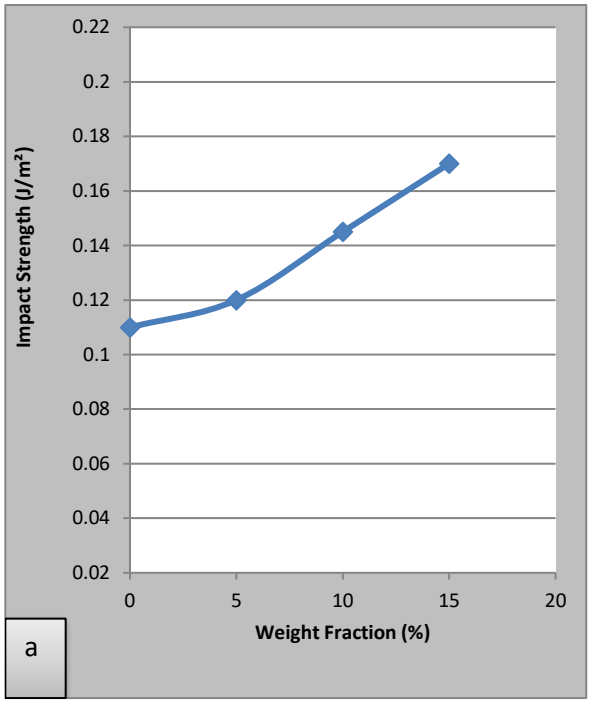


(b)معامل مرونة الانحناء

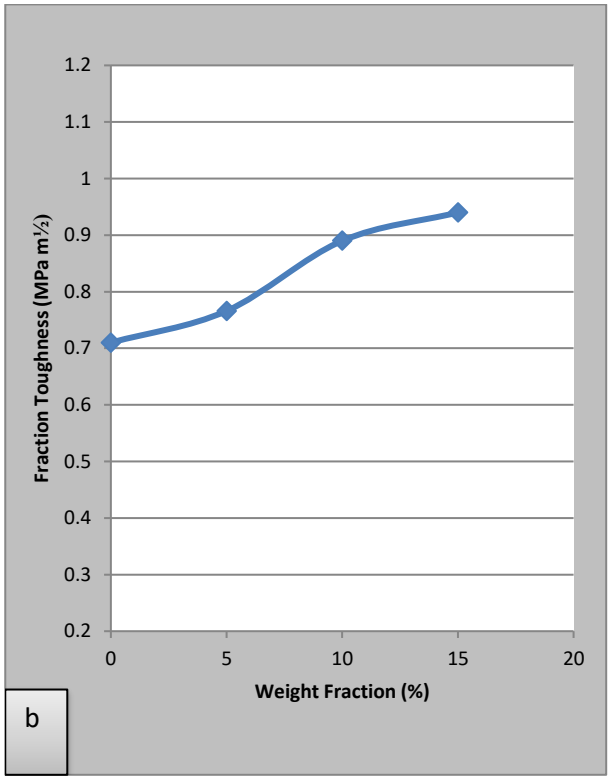
شكل (4): (a) مقاومة الانحناء , (b) معامل مرونة الانحناء للخلائط البوليمرية الثلاثية ((98-X)%UP:X% PMMA+2%NR) كدالة للكسر الوزني للبولي مثيل ميثا أكرليت PMMA في الخليط

نتائج اختبار الصدمة:

إن اختبار الصدمة هو أحد الإختبارات الميكانيكية المهمة التي تتعرض فيها المادة إلى حمل حركي سريع جداً، من خلال قيمة مقاومة الصدمة (G_c) للخليط البوليمري وباستخدام معامل مرونة الإنحناء (E_b) المستحصل من اختبار الإنحناء، تم حساب متانة كسر الصدمة (K_c)(Fracture Toughness) للخلائط البوليمرية، الشكل (5-a) والشكل (5-b) يمثل العلاقة بين الكسر الوزني لراتنج (PMMA) ومقاومة الصدمة ومتانة الكسر لعينات الخليط البوليمري الثلاثي على الترتيب، يلاحظ ان قيم مقاومة الصدمة ومتانة الكسر تزداد بزيادة الكسر الوزني لمادة PMMA في الخليط، ويعود ذلك الى وجود راتنج (PMMA) مع وجود نسبة من المطاط الطبيعي في الخليط البوليمري ذات اساس بولي استر غير مشبع ساهم في زيادة مقاومة الصدمة. لان السلاسل الجزيئية في البولي استر غير المشبع غير قادرة على الانفصال والاستجابة للاجهادات الميكانيكية السريعة كونها ترتبط فيما بينها بأصرة تساهمية وبهذا ينتج عن الصدمة كسر هش عند اختبارها بمفردها , على عكس البوليمرات المطاوعة واللدنة التي تمتلك مقاومة صدمة عالية ناتجة عن مقدرة السلاسل الجزيئية الكبيرة على فك تشابكها والاستجابة السريعة للاجهادات الميكانيكية المؤثرة كونها ترتبط فيما بينها بأصرة ثانوية، وبشكل عام يمكن القول ان مقاومة الصدمة للبوليمرات المطاوعة والمطاطية اعلى من مقاومة الصدمة للبوليمرات الهشة [18]. وعليه ان زيادة القيم جاءت نتيجة زيادة متانة المادة المتراكبة (أي زيادة الطاقة الممتصة) وكذلك يعود الى تحمل راتنج (PMMA) جزءاً من الاجهاد الصدمي لنفس الاسباب المذكورة في بند اعلاه.



(a) مقاومة الصدمة

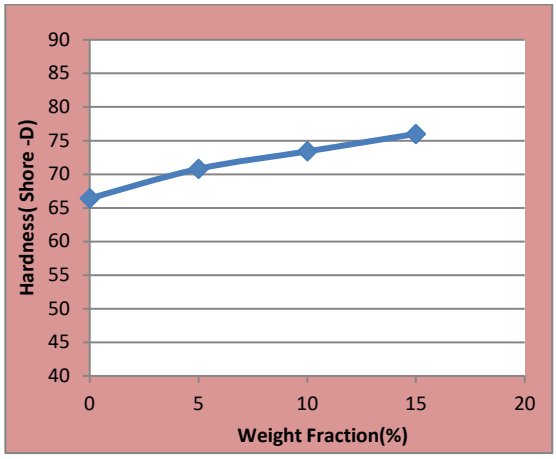


(b) متانة الكسر

شكل (5): (a) مقاومة لصدمة , (b) متانة الكسر للخلائط البوليمرية الثلاثية (UP: X% PMMA+2%NR)(98-X)%) كدالة للكسر الوزني للبولي مثيل ميثا أكريليت PMMA في الخليط

نتائج إختبار الصلادة:

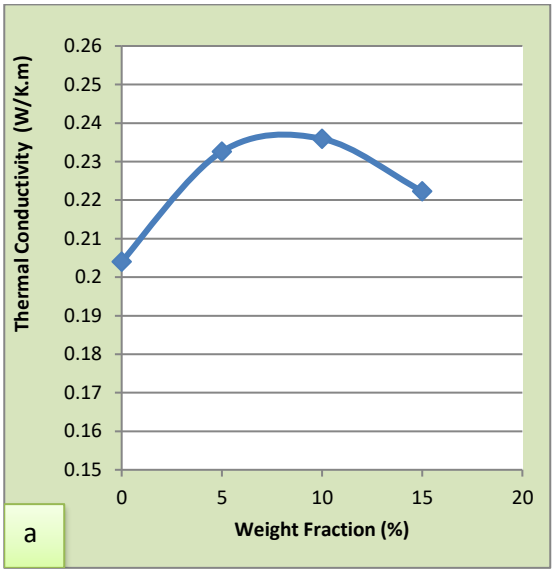
الشكل (6) يمثل العلاقة بين الكسر الوزني لمادة البولي مثيل ميثا اكريليت (PMMA) وقيم الصلادة لعينات الخلائط البوليمرية، وإن قيم الصلادة تزداد بزيادة الكسر الوزني لمادة (PMMA)، ويعود ذلك إلى طبيعة مادة البولي مثيل ميثا اكريليت التي تمتلك صلادة ومقاومة عالية، وإلى زيادة التشابك بين مكونات الخليط الذي يقيد من حركة السلاسل البوليمر، مما يؤدي الى زيادة مقاومة المادة الى الخدش والقطع، فتزداد مقاومتها للتشوه اللدن اذ تعتمد صلادة المادة على قوى الربط بين الذرات أو الجزيئات والمسافة بين السلاسل البوليمرية فكلما كانت قوى الترابط عالية تزداد قيمة الصلادة [15][16].



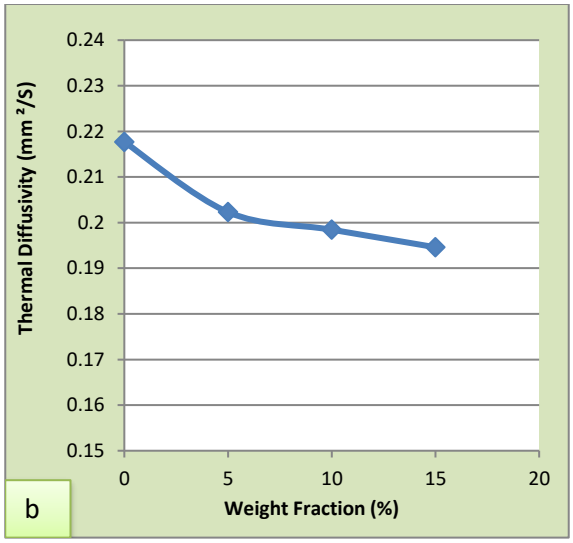
شكل (6) : صلادة الخلائط البوليمرية الثلاثية (UP: (x% PMMA+2%NR)) كدالة للكسر الوزني للبولي مثيل ميثا أكريليت PMMA

2-3الخصائص الحرارية:

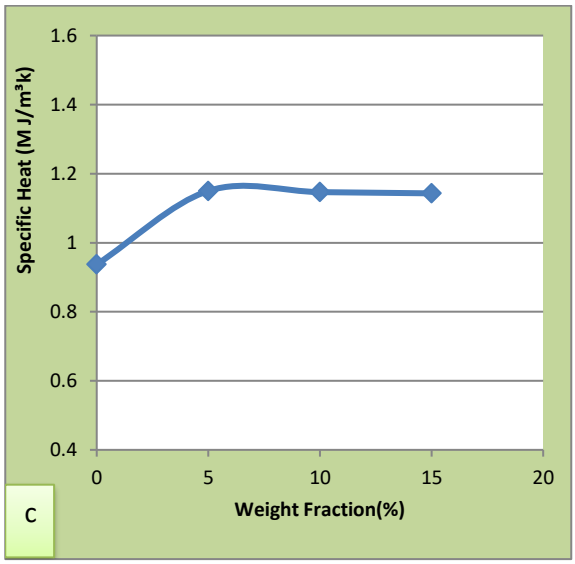
تعد آلية إنتقال الطاقة الحرارية عبر المادة الصلبة، أحد الظواهر الفيزيائية الأساسية التي من خلالها يمكن دراسة وتفسير سلوك المادة عند تغير الدرجات الحرارية . والشكل (7-a) يمثل العلاقة بين الكسر الوزني لراتنج (PMMA) وقيم التوصيلية الحرارية لعينات الخليط البوليمري، حيث يلاحظ إن قيم التوصيلية الحرارية لخليط (البولي استر غير المشبع والمطاط الطبيعي) تزداد عند أضافة البولي مثيل ميثا اكريليت (PMMA) ويعود ذلك إلى عدم النظامية في بنيتها (عشوائية) بسبب احتواء(PMMA) على مجموعتين مجموعة (CH_3) ومجموعة ($COOH_3$) مما جعل عملية انتقال الطاقة الحرارية من طرف الى اخر عملية صعبة. وترتبط هذه النتائج إلى الخصائص الحرارية لكل مادة يحتويها الخليط البوليمري وطبيعة رد فعل التفاعل بين جميع مكونات الخليط البوليمري، فضلا عن قوة الترابط بين هذه المكونات. والشكل (7-b) يمثل العلاقة بين الكسر الوزني لراتنج (PMMA) والإنتشارية الحرارية لعينات الخليط البوليمري، حيث إن الإنتشارية الحرارية تنخفض عند زيادة الكسر الوزني للبولي مثيل ميثا اكريليت والسبب لان الإنتشار الحراري يعتمد على كثافة المواد، وعند زيادة الكثافة يؤدي إلى خفض الإنتشارية . ومن الشكل (7-c) يمكن ملاحظة أن قيم الحرارة النوعية ازدادت مع زيادة الكسر الوزني للبولي مثيل ميثا اكريليت والسبب ان الحرارة النوعية تعتمد على نوع المادة وكثافتها، وكثافة المادة تتناسب عكسيا مع التوصيلية الحرارية وعكسيا مع المسامية [19].



(a) التوصيلية الحرارية



(b) الانتشار الحراري

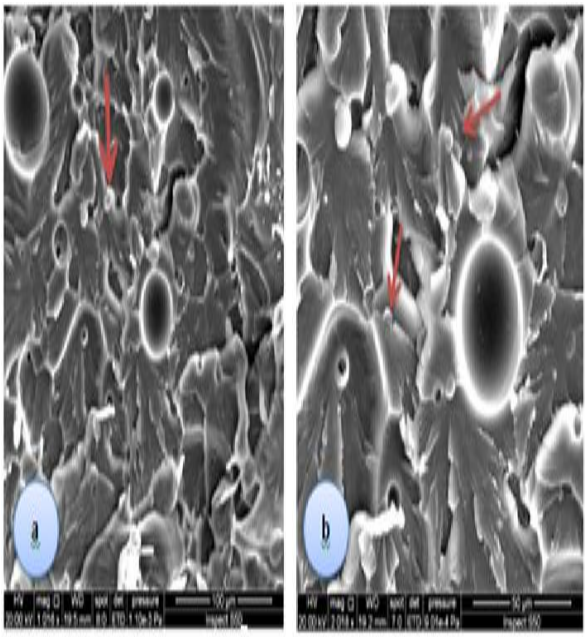


(c) الحرارة النوعية

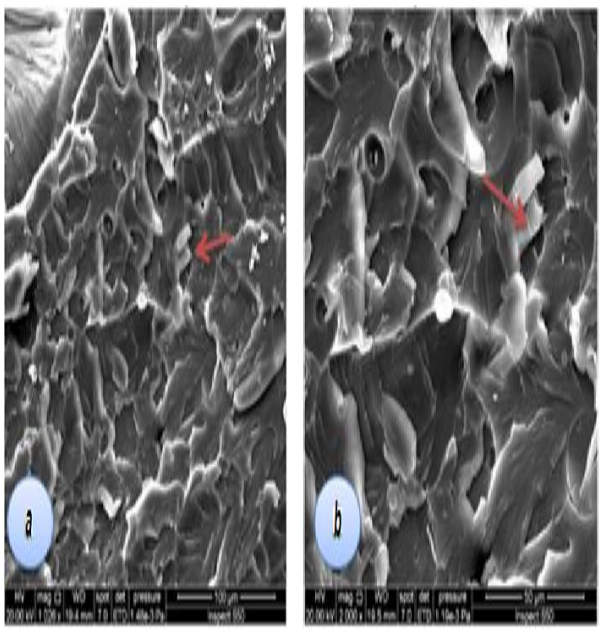
شكل (7): (a):التوصيلية الحرارية و (b):الانتشار الحراري و(c): الحرارة النوعية للخلائط البوليمرية الثلاثية (98-X)%UP: X% (PMMA+2%NR) كدالة للكسر الوزني للبولي مثيل ميثا أكريليت PMMA

3-3اختبار المورفولوجية المجهر الالكتروني الماسح:

التصوير الفوتوغرافي SEM للمورفولوجيا سطح الكسر لخليط البوليمري (93%UP+5%PMMA+2%NR) والخليط البوليمري (88%UP+10%PMMA+2%NR) مبين في الشكل (8) والشكل (9)، من خلال التصوير الفوتوغرافي يلاحظ ان مورفولوجية سطح الكسر للخليط البوليمر أظهرت تشكيل متجانس حيث يلاحظ ان البنية المجهرية لمورفولوجية سطح الكسر للخلائط البوليمرية الثلاثية تظهر كطور شبه مستمر (semi-continuous phase) متجانس كما يلاحظ تكوين مناطق بيضاء صغيرة شبيهه بالقطرات كروية (وموضحة من خلال الاسهم) وقد رسخت (embedded) في بنية الخليط البوليمري وانها تمثل طور مادة المطاط الطبيعي تظهر على هيئة تراكيب بحجوم ميكروية مشتت داخل بنية الخليط البوليمري الثلاثي, وأفيد من خلال الاعمال السابقة أن ظهور جزيئات المطاط كقطرات كروية سيكون بمثابة مراكز تشتيت الطاقة في المواد المتصلبة حراريا [20]. وأظهرت هذه النتائج عدم وجود اطوار منفصلة سائدة في نظام الخلائط البوليمرية الثلاثية مما يؤكد الى تكون تشكيل متجانس عبر ربط هيكلية الشبكة [21]. واظهرت مورفولوجية سطح الكسر الى ترابط بيني جيد بين جميع مكونات الخليط البوليمري. مما ادى الى تحسناً في نتائج الخواص الميكانيكية للخلائط البوليمرية الثلاثية المحضرة ويرجع ذلك أساسا إلى تعزيز التلاصق أو التفاعلات البينية بين مكونات الخلائط البوليمرية الثلاثية.



شكل (8): يوضح التصوير الفوتوغرافي SEM للخليط البوليمري الثلاثي(93% UP+5%PMMA+2%NR) حيث ان :- (a) عند تكبير x= 1000، (b) عند تكبير x= 2000



شكل (9): يوضح التصوير الفوتوغرافي SEM للخليط البوليمري الثلاثي(88% UP+10%PMMA+2%NR) حيث ان :- (a) عند تكبير x= 1000، (b) عند تكبير x= 2000

4- الإستنتاجات:

إن أضافة مادة البولي مثيل ميثا اكرليت والمطاط الى البولي استر غير مشبع ادى إلى تحسين بعض الخصائص الميكانيكية والفيزيائية والمتمثلة بخواص (مقاومة الشد، معامل مرونة الشد، المطيلية، معامل مرونة الانحناء، مقاومة الصدمة، متانة الكسر، الصلادة، التوصيلية الحرارية والحرارة النوعية) وعليه ان مزج مادة البولي مثيل ميثا اكرليت والمطاط الطبيعي سيكون بمثابة مراكز لتشتيت الطاقة في مادة الخليط البوليمري ذات اساس البولي استر غير مشبع مما حسن في متانة الكسر للمادة الخليط المحضر وهذا ما عززته نتائج الفحص المجهري الالكتروني وعليه ان فكرة اضافة مادة البولي مثيل ميثا اكرليت والمطاط الطبيعي وبنسب محدودة الى مادة البولي استر من المتوقع أن تكون ناجحة في تطبيقات الهيكلية.

المصادر:

1. W.J. Work , K. Horie , 2004." Polymer Blends Definitions", International union of pure and applied chemistry.
2. Abu-Abdeen M. and I. Elamer I, 2010 “Mechanical and swelling properties of thermoplastic elastomer blends”, Materials and Design, (31) pp: 808–815.
3. Wang D., Zhao X., Jia H., Yu X., Li Q., Wang, Zhou L. H., Dang G. and Chen C, 2011. Toughening of thermosetting resins with thermoplastic polyimide: thermal, morphological and mechanical characterization, Advanced Materials Research Vol: 150-151, pp: 1330-1335.
4. A. Benny Cherian and Eby Thomas Thachil, 2003. " Journal of Elastomers and Plastics" , Vol: (35), No:(4), PP: (367-380) .

13. Bashir M. S., 2006. "Thermal Conductivity of Saturated Samples Using the Hot-Disk Technique", Elounda, Greece, pp: (140-145).
14. .S. C. Siong, 2008. "Eeffects of polystyrene–modified natural rubber on the properties of polypropylene / polystyrene blends", University Sains Malaysia.
15. Sihama I. Al-Shalchy, Kadhum M. Shabeeb, Rula F. Hasan, 2015. "Comparative Study of Some Properties of Two Groups' Binary Polymer Blends Prepared By a Twin-Screw Extruder" " Eng. & Tech. Journal Vol:(33) part A No:(8),pp:(1971-1985).
16. Sihama Issa Salih, , Safaa Nayyef, Alyaa H .Abd alsalam and Ammar Mousa Hasan , 2015. "Evaluation of Mechanical Properties of Polymer Composites Reinforced by different Metal Powders " Eng. & Tech. Journal, Vol. 33, Part (B), NO:(3), pp :(1348-1360).
17. Christophe Bale , 2006. "Mechanical Properties of Composites Based on Low Styrene Emission Polyester Resins for Marine Application", , Y. Perrot, Peter Davies, Journal of Applied Composite Materials, Vol:(13), No:(1), pp: (1-22).
18. Sihama, I. S., Jawad, K. O. and Qahtan, A. H, 2015. "Comparative Study the Flexural Properties and Impact Strength for PMMA Reinforced by Particles and Fibers for Prosthetic Complete Denture Base", The Iraqi Journal for Mechanical and Material Engineering, Vol:(15), No: (4), PP:(289-307).
19. Annual Book of ASTM Standard,2006. "Standard Test Method for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement Methods", D 792, Vol: (09.01),pp: (1-5).
5. K. Kaniappan and S. Latha ,2011. " Certain Investigations on The Formulation and Characterization of Polystyrene /Poly(methyl methacrylate) Blends", International Journal of Chem. Tech. Research, Vol: (3), No:(2), pp: 708-717.
6. Y. Dobah, Y. Ghazzawi And M. Bourchak , 2015." Mechanical Properties Of Hybrid Carbon Fiber Reinforced Polyethylene And Epoxy Composites" ,Arpn Journal Of Engineering And Applied , Vol:(10), No: (16), Issn:(1819-6608) ,pp: (7053-7057)
7. H.J. Carrillo-Escalante1, A. Álvarez-Castillo, A. Valadez-González And P. J. Herrera-Franco, 2016. "Effect Of Fiber-Matrix Adhesion On The Fracture Behavior Of A Carbon Fiber Reinforced Thermoplastic-modified epoxy matrix". Carbon Letters Vol: (19), pp: (47-56).
8. Astm, D. 638, 2003 . Standard Test Method for Tensile P Plastics
ASTM, West Conshohocken, PA.
9. Astm, D. 695, 2002 .Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics. ASTM materials standards.
10. ASTM,D.790-03, 2003.". Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials," ASTM International, West Conshohocken, PA.
11. Annual Book of ISO Standard, 2006. "Standard Test Method for Unnotched Izod Impact Testing of Plastics", ISO-179, pp: (1-2).
12. Annual Book of ASTM Standard, 2003. "Standard Test Method for Plastics Properties-Durometer Hardness", D (2240-03), pp: (1-12).

21. D.Hussinaiah, M.Prasad, K.Mohanaraju, and A.B. Samui,2014. "Synthesis and Characterization of Silicone epoxy resin /poly (methyl methacrylate) Interpenetrating Polymer Networks", IOSR Journal of Engineering, ISSN (e): (2250-3021), ISSN (p): (2278-8719), Vol: (04), pp:(49-60).

20. D. G. Dikobe, A. S. Luyt, 2010. "Comparative study of the morphology and properties of PP/LLDPE/wood powder and MAPP/LLDPE/wood powder polymer blend composites" Express Polymer Letters ,Vol:(4), No:(11), pp:(729–741).

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2016,10 (2) :90-100

Investigation of Mechanical and Thermal Properties of the ternary Polymeric Blend prepared from Different materials (Thermosets, Thermoplastic and Elastomer) for Structural Applications

Sihama I. Salih **Wleed B. Salih** **Mustafa S. Mohammed**

Email:Sihama_Salih@yahoo.com

Abstract

In this paper, prepare a set of ternary polymer blend , consisting of thermosets material which is (unsaturated polyester resin (UP)) and thermoplastic material (poly methyl methacrylate(PMMA)) and elastomers material which is natural rubber material (Natural Rubber (NR)) by hand lay-out technique. the basis material was prepared from the blend of binary polymeric materials (polyester (UP) 98% with natural rubber (NR)%2)) then the material of (poly methyl methacrylate(PMMA)) was added by weight % (0,5,10,15) to binary polymer blend and according to the following formula: [(100-X) % UP: X% PMMA)+2% NR]. The research study included the effect of addition of weight percentages of poly (methyl methacrylate) PMMA) on the blends properties ternary polymer blend, and test the mechanical & physical properties like (the tensile strength and modulus tensile elasticity and compressive strength, and flexural strength, impact and fracture toughness and hardness and thermo- physical properties like thermal conductivity and thermal diffusivity beside specific heat) , all of these tests were conducted under laboratory temperature, the results showed that the values (tensile strength and modulus tensile elasticity, flexural modulus and impact strength and fracture toughness and hardness and thermal properties thermal conductivity and specific heat) increases with the weight ratios of the (poly methyl methacrylate) in tri- polymer blend. While values the compressive strength, flexural strength and thermal diffusivity decreases with the increase in the weight ratios of the (poly methyl methacrylate(PMMA)) in the the polymeric blends.