دراسة تأثير محتوى المالئات واللدائن الحرارية في الخصائص الميكانيكية للمطاط الطبيعي المفلكن

محمد على مطر
قصي خزعل موجر
قسم الكيمياء/ كلية التربية / جامعة القادسية

استلم البحث في:16 تشرين الثاني 2014، قبل البحث في :٢١ كانون الاول 2014

الخلاصة

درست في هذا البحث الخواص الميكانيكية لمزائج المطاط الطبيعي بنسب مختلفة (100:0 phr, 85:15 ,70:30، 55:45 and)، باستعمال نوعين من المالئات (اسود الكاربون، وثنائي اوكسيد التيتانيوم النانوية) وتبين من الاختبارات التي اجريت على النماذج المحضرة أن زيادة محتوى المالئات تحسين خصائص الشد (قوة الشد، ومعامل المرونة، والاستطالة، والصلادة والانضغاطية) . كما تبين من النتائج ان وجود البولي بروبلين (PP) في تركيبة المزيج يعمل على تقليل درجة الانتفاخية وان زيادة محتواه في تركيبة المزائج (Blends) يؤدي الى حصول مقاومة كبيرة للمواد الكيميائية (الحوامض ، القواعد والزيوت).

الكلمات المفتاحية : المطاط الطبيعي، ومزائج المطاط ، والمالئات ، والخواص الميكانيكية.

المقدمة

نظراً للتقدم العلمي الحاصل في صناعة البوليمرات صار من الممكن الحصول على مواد بوليميرية جديدة ذات صفات مرغوبة فيها عن طريق مزج البوليمرات . وتعرف المزائج البوليميرية بأنها ناتج مزج نوعين او اكثر من البوليمرات مزجاً فيزيائياً ، إذ يمتلك المزيج الناتج خواص مشتركة بين المركبات الاساسية ، وهذا يعتمد على نوعية البوليمرات وطريقة المزج [1-2] . وبذلك يمزج المطاط الطبيعي مع انواع مختلفة من البوليمرات كاللدائن الحرارية وذلك للحصول على مجموعة كبيرة من الخصائص التي لا تتوافر في المطاط الام كالصلادة العالية والمقاومة الكيميائية للحوامض والقواعد والزيوت ، إذ تمتلك اللدائن عند استعمالها في درجة حراره مناسبة بعض الخصائص كالمرونة والقدرة على التكيف في درجة حرارة الغرفة ، ومقارنة مع المطاط الاعتيادي تمتلك اللدائن الحرارية مميزات تجارية ، لذا يتم معالجتها بالآلات الحرارية وتؤدي هذه المعالجة الى توفير الوقت والطاقة وانخفاض الهدر المادي عن طريق اعادة تدوير بقايا المواد [3] . يعُد المطاط الطبيعي واحداً من أهم انواع المواد المطاطية المستعملة في الصناعة بسبب امتلاكه صفات تتفوق على المطاط الصناعي إذ يمتلك قوة شد عالية، ورجوعية عالية، ومقاومة انثناء في درجات الحرارة الواطئة ومقاومة عالية للتمزق والقطع [4]. ومن أجل الحصول على خصائص مناسبة تستعمل في تطبيقات محددة في بعض الاحيان تضاف المالئات إلى المطاط الطبيعي للحصول على تلك الخصائص وقد استعملت مجموعة متنوعة وواسعة من المالئات في صناعة المطاط لأغراض مختلفة من أهمها التقوية وتخفيض التكاليف المادية، وتحسين خصائص المنتج [5] . وتهدف الدراسة الى التحقق من تأثير محتوى انواع المالئات واللدائن الحرارية في الخواص الميكانيكية للمزائج المطاطية ، وفي هذا البحث درسنا استعمال مزيج من المطاط مع البولي بروليين و لوحظ تحسن في قوة الشد، ومعامل المرونة، والاستطالة، والصلادة، والانضغاطية باستعمال المالئات واللدائن الحرارية.

٢. طرائق العمل

٢-١ . المواد المستعملة

مطاط طبيعي(SMR20) ، بولي بروبلين مجهز من شركة (Sabic.Co)/K.S.A ، واسود الكاربون مجهز من شركة (Thai carbon product Co,Ltd)/Thailand،وثنائي اوكسيد التيتانيوم النانوي مجهز من شركة (NanoShel)/Americano ، وثنائي اوكسيد الزنك ، وحامض السيتياريك ، (TMTD,MBTS و الكبريت) مجهز من شركة (Chemmin Co. Ltd.) Thailand/ .

٢-٢. الاختبارات الفيزيائية – الميكانيكية للنماذج

٢-٢-١: خصائص الشد

تم قياس خصائص الشد (قوة الشد ، معامل المرونة ، الاستطالة) للأنموذج المحضر بصورة دامبل وباستعمال جهاز القياس المجهز من شركة (LARYEE Co)/ China) ذي حمولة ٢٠ كيلو نيوتن وسرعة ٢٠٠ مم / دقيقة وفي درجة حرارة الغرفة طبقا لمواصفات (ASTM D-412).

٢-٢-٢: اختبار الصلادة والانضغاطية

تم قياس النماذج بعد فلكنتها بحسب طريقة شور (Shore A) وطبقاً لمواصفات (ASTM D-2240) بدرجة حرارة الغرفة ، كما تم قياس انضغاطية النماذج طبقاً لمواصفات (ISO 1653).

٢-٢-٣: اختبار الانتفاخية

أجري هذا الاختبار طبقاً لمواصفات (ASTM D-471)، إذ غمرت النماذج بكأس زجاجية مغلقة بإحكام ومملوءة بالأسيتون ، وحفظت بدرجة حرارة الغرفة لمدة ٩٦ ساعة لحين ثبوت وزنها وتمت ازالتها وحدد درجة انتفاخاتها وفقاً للمعادلة الآتية :

$$\text{Equilibrium Swelling \%} = [(W - W_0) / W_0] * 100$$

W : الوزن بعد الانتفاخ وW_0 : وزن الأنموذج الاصلي.

٢-٢-٤: التحليل الحراري التفاضلي (DSC)

تم قياس النماذج بواسطة جهاز (DSC 131 Evo, SETARAM, (France) . إذ وضع (١٠ملغ) من الأنموذج داخل الجهاز وسخن بدرجة حرارة $250C^0$ ولمدة ٢٠ دقيقة، بعدها تم الحصول على منحني (DSC) الذي حدد درجة التحول الزجاجي (Tg) ، ودرجة الانصهار (Tm)، ودرجة التبلور (Tc) .

٢-٣ : الفلكنة

وضعت النماذج تحت الضغط بدرجة حرارة $150C^0$ لمدة ٢٠ دقيقة واستعمل جهاز كهربائي هيدروليكي مجهز من شركة (HITOP RUBBER CO.) Model (XLB 300X300X2) .

٢-٤: تحضير الأنموذج

حضر النموذج طبقاً لمواصفات (ASTM D-3182). إذ وضع مزيج المطاط الطبيعي مع البولي بروبلين داخل العجانة الداخلية بدرجة حرارة ١٨٠ درجة مئوية لمدة ١٥ دقيقة بسرعة دوران ٥٠ دوره بالدقيقة، ثم مرر المزيج بين اسطوانتي العصارة المختبرية لمدة ١٠ دقائق، واضيف إليه حامض الستياريك، ومرر المزيج لمدة ٣ دقائق، بعدها اضيف ثنائي أوكسيد الزنك ومزج لمدة ٥ دقائق، ثم اضيفت مضادات الاكسدة والاوزون بوقت تمرير ٣ دقائق، بعدها اضيف الزيت والمالئات (اسود الكاربون، وثنائي اوكسيد التيتانيوم النانوية)، ومررت العجنة بين اسطوانتي العصارة لمدة ١٠ دقائق، ثم اضيفت المعجلات M.B.T.S, (T.M.T.D) والكبريت، ومررت العجنة لمدة ١٠ دقائق، ثم تركت لتبرد بدرجة حرارة الغرفة، بعدها اخذ ٨٠ غم من العجنة، وتم وضعها داخل المكبس الحراري تحت الضغط بدرجة حرارة ١٥٠ مئوية لمدة ٢٠ دقيقة لغرض اتمام عملية الفلكنة، ثم قطع الأنموذج بطول ١١٥ سم، بمنطقة القطع ٣٥سم، عرض ٦سم، سمك ٢ سم) لغرض اجراء الاختبارات. وتتلخص مكونات العجنة بالجداول (١، ٢، ٣، ٤).

٣. النتائج والمناقشة

٣-١: تأثير محتوى أسود الكاربون نوع (ISAFN220) في الخصائص الفيزيائية – الميكانيكية لمركبات المطاط

تم تطبيق تأثير كمية تحميل اسود الكاربون في النماذج المحضرة بتحضير (6) عجنات اعتمدت فيها نسب (60, 50,40,30,20,10 phr) من اسود الكاربون نوع (ISAFN220)، ولوحظ ان زيادة محتوى اسود الكاربون يؤدي الى زيادة قوة الشد، والمرونة والصلابة وحصول نقصان في الاستطالة عند القطع والانضغاطية كما مبين في الاشكال التالية[6]. يبين الشكل (١- أ) العلاقة بين محتوى اسود الكاربون وقوة الشد واظهر ان قوة الشد تزداد بزيادة محتوى اسود الكاربون والقيمة القصوى لها تتحقق عند (50 phr)، ويرجع سبب ذلك الى زيادة القوة الرابطة بين جزيئات اسود الكاربون والمطاط التي تقيد من حركة السلاسل البوليميرية وتحد او تقلل من انزلاق تلك السلاسل [7-9].

يبين الشكل (١- ب) العلاقة بين محتوى اسود الكاربون ومعامل المرونة، ويظهر فيه أن معامل المرونة يزداد بزيادة محتوى اسود الكاربون، والقيمة القصوى له تتحقق عند (50 phr)،بعدها يبدأ معامل المرونة بالانخفاض عند زيادة محتوى اسود الكاربون، ويرجع سبب ذلك الى احتمال تكوين كتل من المالئات عند الزيادة، وبتالي يكون التفاعل المفضل (مالئات – مالئات) وعدم حصول تفاعل بين المالئات والمطاط [9-11].

ويبين الشكل (١- ج) العلاقة بين محتوى اسود الكاربون والاستطالة عند القطع، ويظهر ان القيمة القصوى للاستطالة عند (10phr)،وبعدها تقل الاستطالة تدريجاً مع زيادة محتوى اسود الكاربون وذلك بسبب حصول زيادة في قوة وصلادة المطاط نتيجة اضافة زيادة من المالئات إليه ، وان المزيد من زيادة كمية المالئات يسبب تقليل حركة الجزيئات نتيجة لاتساع تكوين الروابط الفيزيائية بين جزيئات المالئات وسلاسل المطاط التي تعمل على تقوية المطاط وخفض الاستطالة عند اضافة كمية اكبر من (10phr) [12] .

ويشير الشكل (١- د) الى العلاقة بين محتوى اسود الكاربون والصلادة، ولوحظ من الشكل ان صلادة المطاط تظهر زيادة كبيرة مع زيادة محتوى اسود الكاربون، ويعود سبب ذلك الى حصول زيادة في التشابك العرضي الفيزيائي (الذي يقلل من حركة الجزيئات) اثناء عملية الفلكنة مما يؤدي الى زيادة مقاومة المطاط للخدش والقطع [13] . كما أن صلادة المواد بصورة عامة تعتمد اعتماداً كبيراً على نوع القوى الرابطة بين الذرات او الجزيئات في المادة، فكلما كان الرابط اقوى زادت قيمة الصلادة [14-15].

كما يشير الشكل (١- هـ) الى العلاقة بين محتوى اسود الكاربون والانضغاطية، ولوحظ من الشكل ان الانضغاطية تنخفض مع زيادة محتوى اسود الكاربون، ويعود سبب ذلك الى حصول انخفاض في ضغط حركة سلاسل المطاط نتيجة للتشابك العرضي الفيزيائي المتكون [16].

٣-٢ : تأثير محتوى ثنائي اوكسيد التيتانيوم النانوية

من المعروف جيداً ان مزج المالئات النانوية مثل (ثنائي اوكسيد التيتانيوم) مع المطاط يعمل على تقوية او تعزيز مصفوفة المطاط بنحوٍ ملحوظ، ويحسن من الخواص الميكانيكية والكيميائية له [17] وتم ملاحظة تأثير المالئات النانوية في النماذج المحضرة عن طريق تحضير (6) عجنات من المطاط بوجود (ثنائي اوكسيد التيتانيوم) واعتمدت نسب (1 phr 2, 3 ,4, 5, 6)، ولوحظ ان زيادة تحميل المالئات يؤدي الى زياده قوة الشد ، والمرونة والصلابة وحصول نقصان في الاستطالة والانضغاطية كما مبين في الشكل رقم (٢) [6]. الذي يظهر أن الخواص الميكانيكية (قوة الشد ، ومعامل المرونة) تزداد بالتدريج مع زيادة محتوى المالئات النانوية لتصل الى اعلى قيمة لها عند (5 phr) من المالئات النانوية، ثم يبدأ معدل التحسينات بالتناقص عند زيادة محتوى المالئات اعلى من (5phr)، ويعود سبب ذلك الى ضعف تشتت المالئات على سطح المطاط وتكوين كتل او تجمعات من المالئات تعمل على تقليل المساحة البينية بينها وبين المطاط مما يؤدي الى خفض الخواص الميكانيكية [18] . كما يلاحظ من الشكل ان زيادة محتوى المالئات يؤدي الى حصول نقصان في الاستطالة عند القطع لتصل اعلى قيمة لها عند (1phr) من المالئات النانوية، وبعدها تبدأ الاستطالة بالتناقص مع زيادة محتوى المالئات بسبب حصول زيادة في قوة وصلادة المطاط ، كما أن زيادة محتوى المالئات يعمل على تقليل حركة الجزيئات نتيجة لتكوين روابط فزيائية قويه بين جزيئات المالئات وسلاسل المطاط [12] . كما لوحظ نقصان في المجموعة الانضغاطية مع زيادة محتوى المالئات بسبب الضغط الحاصل في حركة الجزيئات نتيجة للتشابك العرضي [16] . كما بينت النتائج حصول زيادة في الصلادة كلما زاد محتوى المالئات النانوية، ويعود سبب ذلك لحصول زيادة في التشابك العرضي الفيزيائي الذي يؤدي الى زيادة قوة الروابط وبالتالي تزداد مقاومة المطاط للخدش والقطع[13-15].

٣-٣ : تأثير محتوى البولي بروبلين على الخواص الفزيائية – الميكانيكية للمطاط الطبيعي

من المعروف ان اللدائن الحرارية عند مزجها مع المطاط الطبيعي تهب بعض الخواص الميكانيكية والكيميائية الجيدة للمطاط منها الصلادة والمقاومة الكيميائية للحوامض والقواعد. في هذا العمل لوحظ تأثير مزج اللدائن الحرارية بنسب (45,30,15 phr) في الخواص الميكانيكية – الفيزيائية (كقوة الشد ، ومعامل المرونة ، والاستطالة ،والصلابة والانضغاطية) للمطاط الطبيعي [19].

يظهر الشكل (٣) تأثير مزج المطاط الطبيعي مع البولي بروبلين في الخواص الميكانيكية كقوة الشد، ومعامل المرونة، ولاستطالة عند القطع، إذ لوحظ انخفاض قوة الشد ومعامل المرونة عند زيادة محتوى البولي بروبلين لتصل الى اقصى قيمة لها عند نسبة (85 phr) من المطاط الطبيعي مع (15 phr) البولي بروبلين، بعدها تنخفض تدريجاً عند زيادة محتوى البولي بروبلين، كما لوحظ من الشكل حصول زيادة في الاستطالة عند القطع عند زيادة محتوى البولي بروبلين نتيجة للطبيعة اللينة والمرنة التي يمتاز بها المطاط الطبيعي التي انخفضت عند نقصان محتواه في تركيبة المزيج مما ادى الى حصول انخفاض في قيم الخصائص [21,20] . كما أسهم مزج البولي بروبلين مع المطاط في زيادة القوة والصلادة للمطاط الطبيعي إذ لوحظ ان الصلادة تزداد بزيادة محتوى البولي بروبلين، والقيمة القصوى تتحقق عند مزج (55phr) من المطاط الطبيعي مع (45phr) من البولي بروبلين مما ادى الى حصول انخفاض في مجموعة الانضغاطية عند استعمال نسبة المزج فنسها ،ويعزى سبب ذلك الى التقيد في حركة السلاسل نتيجة للتشابك العرضي الحاصل عند تطعيم المطاط بالبولي بروبلين [21,16].

٣-٤ : تأثير المالئات واللدائن الحرارية في انتفاخية المطاط:

لوحظ من الشكل (٤) تأثير الانتفاخية في الخواص الميكانيكية للمطاط الطبيعي وللمزيج المتكون من المطاط الطبيعي والبولي بروبلين، إذ يبين كل من (أ) و(ب) أن امتصاصية المطاط للأسيتون يتناقص مع زيادة محتوى المالئات، واقل قيمة تم الحصول عليها لدرجة الانتفاخية كانت عند (60 phr) من اسود الكاربون و(6 phr) للمالئات النانوية، ويعزى سبب ذلك الى التشابك العرضي الفيزيائي المتكون الذي يقيد من تمدد سلاسل المطاط عند الانتفاخ، لذلك يصبح من الصعوبة انتشار الاسيتون بين فجوات المطاط مما حد من انتفاخة [23,22,16].

كما يبين (ج) تأثير الانتفاخية في مزائج المطاط مع اللدائن الحرارية، إذ لوحظ ان الانتفاخية تتناقص كلما زاد محتوى اللدائن الحرارية من (15 phr) الى (45 phr) التي تكون عندها درجة الانتفاخية اقل مما هي عليه من بقية النسب، ويعزى سبب ذلك الى التوافقية في المزج الحاصل بين المطاط واللدائن الحرارية المستعملة التي ساعدت وبنحوٍ كبير على غلق الفجوات او المسامات الموجودة في المطاط، وبذلك حد بشدة من امتصاص الاسيتون بواسطة المطاط ، وبذلك يكون مزج المطاط بنسبة (55 phr) مع (45phr) من اللدائن اقل انتفاخية من بقية نسب المزج [23].

٣-٥: تأثر الزيت في مزائج المطاط المفلكنة

في الكثير من الاحيان تكون العديد من منتجات المطاط في اتصال مباشر مع الزيوت، لذا تعاني من عدة مشكلات نتيجة لامتصاصها كمية من الزيت ولا سيما اذا كانت تلك المنتجات رقيقة، لذا اصبح من الضروري اجراء مثل هكذا اختبار للحصول على انواع جديدة من المطاط الذي يمتلك مقاومة للتغيرات، وفي هذا الاختبار غمرت النماذج المحضرة لمدة (٤ ايام) بدرجة حرارة الغرفة ودرجة ($70\ C^0$) وتم متابعة الوزن كل (٢٤ ساعة) . واظهرت النتائج المبينة في الجدولين (5, و6) أن وزن النماذج يزداد عند درجة الحرارة المرتفعة مقارنة مع وزنها بدرجة حرارة الغرفة، كما لوحظ أن انتفاخية المطاط تنخفض عند زيادة محتوى المالئات لتصل الى اقل قيمة لدرجة الانتفاخية عند نسبة (60phr) من اسود الكاربون و(6phr) المالئات النانوية . كذلك تشير الارقام المبينة في الجداول الى أن الانتفاخية تنخفض عند زيادة محتوى اللدائن الحرارية من (15phr) الى (45phr)، ويعزى سبب ذلك الى كثافة التشابك العرضي الذي يزداد بزيادة محتوى المالئات واللدائن الحرارية الممزوجة مع المطاط ، وهذا التشابك يحد او يقلل من تمدد سلاسل المطاط مما يجعل صعوبة كبيرة في انتشار الزيت بين فجوات جزيئة المطاط مما يؤدي الى حصول انخفاض في درجة الانتفاخية [24,22] .

٣-٦: مقاومة مزائج المطاط للحوامض

تكمن الاهمية القصوى في مقاومة مزائج المطاط للحوامض في حجم التغيرات التي تطرأ عليها مع مرور الوقت ودرجة الحرارة والتغيرات الفيزيائية كامتصاص المطاط لكمية من الحوامض الذي يكسبه ليونة ومرونة [25، 26] . وطبق هذا الاختبار على النماذج بغمرها في الحوامض وقد استعمل نوعان من الحوامض (H_2SO_4, HNO_3)، واجري هذا الاختبار بطريقتين:-

١. غمر النماذج لمدة 96 ساعة بتركيز (50 %, 70) بدرجة حرارة الغرفة .
٢. غمر النماذج لمدة 96 ساعة بتركيز (50 %, 70) بدرجة حرارة $70\ C^0$.

ولوحظ من النتائج المبينة في الجدولين (5،و6) الزيادة والنقصان الحاصلان في وزن المزائج عند درجة الحرارة والتراكيز المبينة ، إذ اظهرت النتائج أن مقاومة المزائج تنخفض عند غمرها في حامضي (H_2SO_4, HNO_3) بتركيز (70,50 %) لمدة 96 بمقدار لا يتجاوز 4.9 %، وهذا يتوافق مع المقاومة الجيدة التي تظهرها المزائج المحضرة والمبينة في الجداول ، كما لوحظ أن المزائج تظهر مقاومة عالية كلما زاد محتوى اللدائن الحرارية ، إذ أظهر مزيج المطاط الطبيعي بنسبة (55% phr) مع اللدائن الحرارية بنسبة (45%phr) مقاومة جيدة اتجاه الحوامض، ويعزى سبب ذلك الى المقاومة العالية التي تمتلكها اللدائن الحرارية تجاه الحوامض والقواعد. ويمكن ترتيب مقاومة مزائج المطاط للحوامض كما لآتي [27] :-

NR/ PP (55/45) phr > NR/PP(70/30)phr >NR/ PP(85/15) phr

٣-٧: مقاومة مزائج المطاط للقواعد

تم تطبيق هذا الاختبار على النماذج المحضرة بغمرها بهيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) بتركيز 70%، واجري الاختبار بطريقتين :-

١. غمر النماذج لمدة 96 ساعة بدرجة حرارة الغرفة .
٢. غمر النماذج لمدة 96 ساعة بدرجة حرارة $70\ C^0$.

واظهرت النتائج المبينة في الجدولين (5،و6) الزيادة والنقصان الحاصلين في وزن مزائج المطاط عند درجة الحرارة والتراكيز المبينة ، كما لوحظ أن المزائج تظهر مقاومة عالية للقواعد كلما زاد محتوى اللدائن الحرارية، إذ اظهر مزيج المطاط الطبيعي بنسبة(55% phr) مع اللدائن الحرارية بنسبة (45%phr) مقاومة جيد تجاه القواعد، ويعزى سبب ذلك الى المقاومة العالية التي تمتلكها اللدائن الحرارية تجاه الحوامض والقواعد [27].

NR/ PP (55/45) phr > NR/PP(70/30)phr >NR/ PP(85/15) phr

٣-٨ : التحليل الحراري التفاضلي (DSC)

يعبر هذا النوع من التحليل عن كمية الطاقة الممتصة من العينة في اثناء تسخينها وتبريدها او عند درجة حرارة ثابتة ، ويتحقق ذلك عن طريق وضع العينة داخل جهاز القياس تحت درجة حرارة ثابتة ووقت ثابت ليتم بعدها تحديد درجة التحول الزجاجي (Tg) ، ودرجة الانصهار (Tm)، ودرجة التبلور(Tc) . وطبق هذا الاختبار على النماذج المحضرة من اجل التحقق من توافقية حصول مزج بين المطاط الطبيعي واللدائن الحرارية، وبينت النتائج ظهور قيمة واحدة لدرجة التحول الزجاجي دلالة على حصول توافقية في المزج[29,28] . ويبين الشكل (٥) لمنحني DSC لعينة حضرت من مزج المطاط الطبيعي بنسبة (85phr) مع البولي بروبلين بنسبة (15 phr)، واظهرت النتائج قيمة التحول الزجاجي (Tm) للمزيج ($45\ C^0$) مشيره الى حصول زيادة في تدفق درجة الحرارة وبعدها يزداد معدل امتصاص العينة للحرارة الى أن تصل الى درجة الانصهار (Tm) عند ($165\ C^0$) ، إذ تذوب تماماً ، ثم يقل معدل امتصاص العينة للحرارة وعن طريق المنحني عينت درجة التبلور (Tc) للمزيج، وكانت ($223\ C^0$).

الاستنتاج

يمكن استخلاص ان زيادة محتوى المالئات يحسن من الخصائص الميكانيكية للمطاط (قوة الشد ، ومعامل المرونة والصلادة) في حين تؤدي زيادة المحتوى الى انخفاض في الاستطالة عند القطع والانضغاطية والتقليل من امتصاص المذيبات (الاسيتون)، وبالتالي حصول انخفاض في درجة الانتفاخية . كما بينت دراسة تأثير (PP) في الخواص الميكانيكية للمطاط الطبيعي ، واسفرت عن أن نسبة مزج المطاط الطبيعي (85phr) مع البولي بروبلين بنسبة (15phr) افضل في خصائص الشد، في حين بينت الدراسة أن نسبة مزج (55/45phr) تمتلك افضل مقاومة للمواد الكيميائية (الحوامض ، والقواعد والزيوت) وانخفاضاً في درجة الانتفاخية .

المصادر

1. Alaa, M. H.and Balkees, M. D, (2013)**,** Study the Physical Properties of Polymer Blends Reinforced
by Metal Laminates and Micro Cotton Powder, Eng and Tech.Journale ,31(3). 49-65.
2. Rafah, A. N**,** (2006)**,** Development of Composite Properties Using Unsaturated Polyester With Rubber Phase, M.Sc. Thesis, the Department of Applied Science , University of Technology. Iraq.
3. Pimsuda, H, (2005) , Improvement of Adhesion Between Natural Rubber and Nitrile Rubber by using Adhesion Promoter Compound Based on Chlorosulfonated Polyethylene and Chlorinated Natural Rubber, M.Sc. Thesis. Faculty of Graduate Studies Mahidol University . Malaysian
4. Nagdi, K. (1993) Rubber as an engineering material: Guideline for user. 1 st ed. Henser. Plublisher. New York
5. Waddell ,W.H and Evans, L.R, (1996) , Use of Non Black Filler in Tire Compounds. Rubber Chem. Technol.; 69: 377.
6. Matthan, R.K, (1998), Rubber Engineering, McGraw Hill, New Delhi,
7. Ahmad, A. Mohd ,D. H. and Abdullah ,I. (2004). "Mechanical Properties of Filled NR/LLDPE Blends", Iranian Polymer Journal, 13 (3), 173-178.
8. Gent,A. N., (1993), "Engineering with Rubber; How to Design Rubber Components", Hanser Publisher, Oxford University,
9. Dai ,S.and Kim, M. S., (2007). "Reinforcement of Rubbers by Carbon Black Fillers Modified by Hydrocarbon Decomposition", J. Ind. Eng. Chem., 13 (7), (1162-1168)
10. Mostafa ,A.; Abouel-Kasem, A. ;Bayoumi, M. R. and. El-Sebaie, M. G, (2009), "Insight into The Effect of CB Loading on Tension, Compression, Hardness and Abrasion Properties of SBR and NBR Filled Compounds", Materials and Design .30, (1785–1791) .
11. Chuayjuljit ,S.; Imvittaya, A.; Na-Ranong , N. and Potiyaraj,P. (2002) . Effects of Particle Size and Amount of Carbon Black and Calcium Carbonate on Curing Characteristics and Dynamic Mechanical Properties of Natural Rubber", Journal of Metals, Materials and Minerals. 12 (1) . 51-57.

12. Mitchell, B. S., (2004) , "An Introduction to Materials Engineering and Science", Copyright By John Wiley & Sons, Inc.,.
13. Karima, A. , Liu, D.W. and Amis, E.J. (2000) ," Modification of the Phase Stability of Polymer Blends by Fillers" , John Polymer Communication, 41(23), 8455.
14 . Callister, W. D. (2000), " Materials Science and Engineering , An Introduction " , John Wiley and Sons , Inc., (20 Liu 00).
15. Kaufman, H. S. and Falcetta, J. J, (1977)," Introduction to Polymer Science and Technology An SPE Textbook " , John Wiley and Sons .
16. Saad , I. Fayed,M. and Abdel-Bary, E. (2009) . "(Effects of Carbon Black Content on Cure Characteristics, Mechanical Properties and Swelling Behaviour of 80/20 NBR/CIIR Blend)", Aerospace Sciences & Aviation Technology,13,26-28.
17. Arates ,T; Leao , K ; Tavares, M ; Ferreire, A; Longe, E and Camargo, E, (2009),"(NMR study of styrene- butadiene rubber (SBR) and TiO_2 nanocomposites)", Polymer Testing, 28, 490-494.
18. Lie, H. ; Song , G. ; and Gao, L . (2010) , "(Study of NBR/PVC/OMMT Nano composites Prepared by Mechanical Blending)" Iranian Polymer Journal,19(1),39-46.
19. Sritragool, K., (2010). "Modification of rubber particle filled thermoplastic with high energy electrons, Dissertation", Chemnitz University of Technology.
20. O. K and Hashim , A . ;(2011), "(Effect of Polystyrene-Modified Natural Rubber Mo Modified Natural Rubber as High Molecular Weight Modifier in Polypropylene Based Binary Blends)", International Journal of Engineering & Technology , 11(04),30-37
21. Moonprasith, N ; Suchiva , K. and Tongcher, O. (2006) , "(Blending in Latex Form of Natural Rubber and Nitrile Latices: A Preliminary Study of Morphology and Mechanical Properties)", National Metal and Materials Technology CenteKlong1, Klong Luang, Pathumthani 12120 Thailand
22. Nassir,N .A . (2011) **, "(**Studying the effect of nano carbon black particles on the properties of tire tread)", University of Technology**.** Iraq.
23. Samsudin, S.A; Hassan ,A ; Mokhtar , M. and Jamaluddin, S. S , (2006), Chemical Resistance Evaluation of Polystyrene/Polypropylene Blends: Effect of Blend Compositions and SEBS Content, Malaysian Polymer Journal ,1(1), p11-24
24. Mutar , M.A. , (2003) ,"Ebonite and Hard Resin Rubber Based on Natural and Synthetic Rubbers", Ph.D. Thesis, College of Education Ibn Al-Haitham/ University of Baghdad, Iraq
25. Brown, R.P,(1979) , Physical Testing of Rubbers, Applied Science Publishers, London.
26. Dio, M . (1996), Introduction to Polymer Physics, Claredon Press, Oxford.
27. Kostilev, V. V ; Kortsa , A .B and Bakanov, A .M, (1985), General Technology of Rubber, Chemical Publisher, Moscow.
28. Prabhakar, A; Nair ; P and George, K . (2013) ,"(Optimisation of Clay and Rubber Content in Polystyrene Bas ed Nanocomposite)", International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology,2(8),4082-4089
29. Kim , K. R. and Park ,C. E. , (1993), "Influence of microstructure on dynamic mechanical behaviour of polymeric composites with complex inclusions " , Journal of Applied Polymer Science ", 47(2) , (552-558) .

جدول رقم(١): مكونات العجنة بوجود اسود الكاربون نوع (ISAF 220)

المكونات	العجنة ١	العجنة ٢	العجنة ٣	العجنة ٤	العجنة ٥	العجنة ٦
المطاط الطبيعي	100	100	100	100	100	100
ثنائي اوكسيد الزنك	5	5	5	5	5	5
حامض الستياريك	2	2	2	2	2	2
6PPD	1	1	1	1	1	1
اسود الكاربون (ISAFN220)	10	20	30	40	50	60
زيت العمليات	5	5	5	5	5	5
(MBTS)	1	1	1`	1	1	1
(TMTD)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
الكبريت	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

جدول رقم(٢) : مكونات العجنة بوجود ثنائي اوكسيد التيتانيوم النانوية

المكونات	العجنة ١	العجنة ٢	العجنة ٣	العجنة ٤	العجنة ٥	العجنة ٦
المطاط الطبيعي	100	100	100	100	100	100
ثنائي اوكسيد الزنك	5	5	5	5	5	5
حامض الستياريك	2	2	2	2	2	2
6PPD	1	1	1	1	1	1
ثنائي أوكسيد التيتانيوم النانوية	1	2	3	4	5	6
زيت العمليات	5	5	5	5	5	5
(MBTS)	1	1	1`	1	1	1
(TMTD)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
الكبريت	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

جدول رقم (٣): مكونات العجنة مزج المطاط الطبيعي مع البولي بروبلين بوجود كاربون نوع (ISAF)

المكونات	العجنة ١	العجنة ٢	العجنة ٣
المطاط الطبيعي	85	70	55
البولي بروبلين	15	30	45
ثنائي اوكسيد الزنك	5	5	5
حامض الستياريك	2	2	2
6PPD	1	1	1
اسود الكاربون (ISAFN220)	50	50	50
زيت العمليات	5	5	5
(MBTS)	1	1	1`
(TMTD)	0.1	0.1	0.1
الكبريت	2.5	2.5	2.5

جدول رقم (٤): مكونات العجنة مزج المطاط الطبيعي مع البولي بروبلين بوجود ثنائي اوكسيد التيتانيوم النانوي

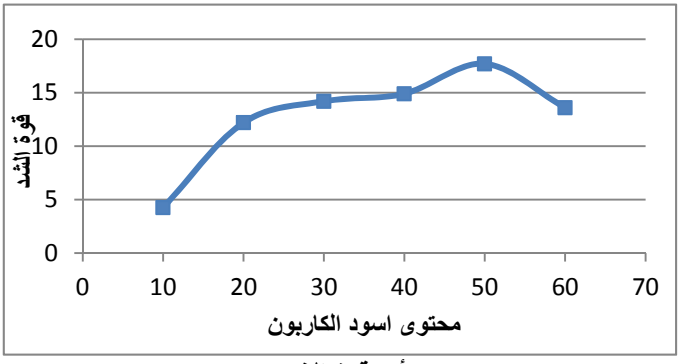
المكونات	العجنة ١	العجنة ٢	العجنة ٣
المطاط الطبيعي	85	70	55
البولي بروبلين	15	30	45
ثنائي اوكسيد الزنك	5	5	5
حامض الستياريك	2	2	2
6PPD	1	1	1
ثنائي اوكسيد التيتانيوم النانوية	5	5	5
زيت العمليات	5	5	5
(MBTS)	1	1	1`
(TMTD)	0.1	0.1	0.1
الكبريت	2.5	2.5	2.5

جدول رقم(٥):تأثير الحوامض ، القواعد والزيت في الخصائص الميكانيكية NR/PP المعززة بواسطة اسود الكاربون (ISAF)

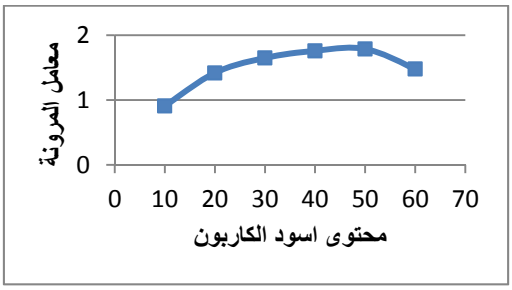
Recipes (pphr)	Temperature °C	Change in weight of tested sample % in					
		H_2SO_4 70%	H_2SO_4 50%	HNO_3 50%	HNO_3 70%	KOH 70%	Oil
15	RT	-0.16	-0.18	-0.14	-0.12	+0.35	+0.33
	°C	-0.14	-0.17	-0.17	-0.10	+0.38	+0.39
30	RT	+0. 24	+0. 23	-0.19	-0.13	+0.37	+0.28
	°C	+0. 25	+0. 26	-0.16	-0.11	+0.33	+0.31
45	RT	+0. 25	+0. 27	+0.25	+0.21	+0.28	+0.22
	°C	+0. 29	+0. 31	+0.28	+0.23	+0.24	+0.25

جدول رقم (٦) :تأثير الحوامض ، القواعد والزيت في الخصائص الميكانيكية NR/PP المعززة بواسطة ثنائي أوكسيد التيتانيوم النانوية

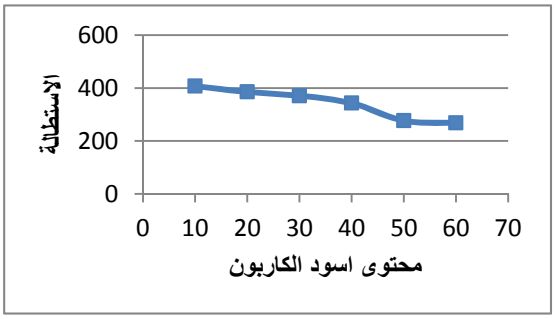
Recipes (pphr)	**Temperature °C**	**Change in weight of tested sample % in**					
		H_2SO_4 70%	**H_2SO_4 50%**	**HNO_3 50%**	**HNO_3 70%**	**KOH 70%**	**Oil**
15	RT	-0.14	-0.17	-0.13	-0.11	+0.54	+1.23
	°C	-0.17	-0.16	-0.17	-0.12	+0.59	+1.25
30	RT	+0. 23	+0. 22	-0.17	-0.15	+0.45	+0.85
	°C	+0. 25	+0. 24	-0.19	-0.13	+0.43	+0.92
45	RT	+0. 27	+0. 29	+0.23	+0.22	+033	+0.55
	°C	+0. 29	+0. 34	+0.27	+0.25	+0.37	+0.74



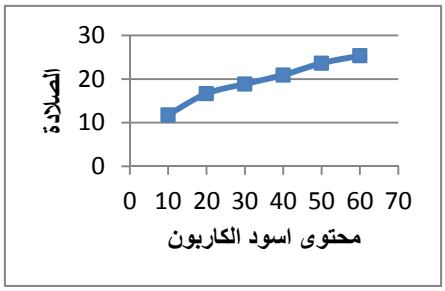
(١- أ): قوة الشد



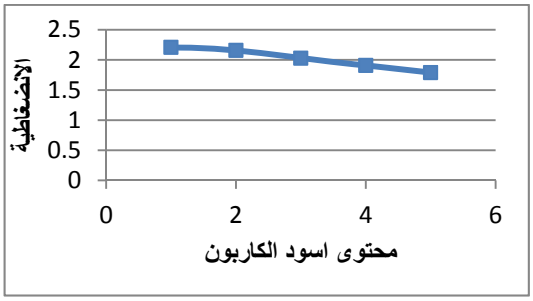
(١- ب):معامل المرونة



(١- ج): الاستطالة

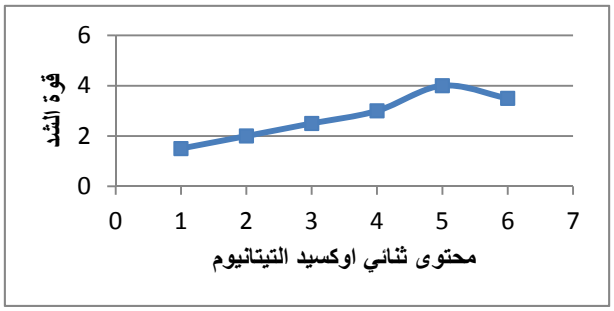


(١- د): الصلادة

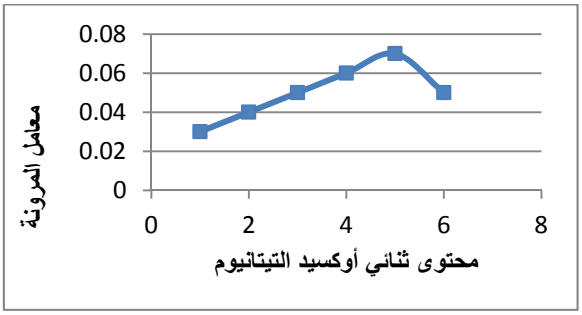


(١- هـ): الانضغاطية

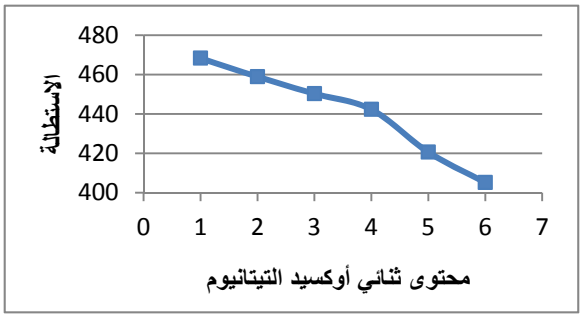
الشكل رقم (١) : تأثير محتوى اسود الكاربون (ISAFN220) في الخصائص الميكانيكية للمطاط الطبيعي



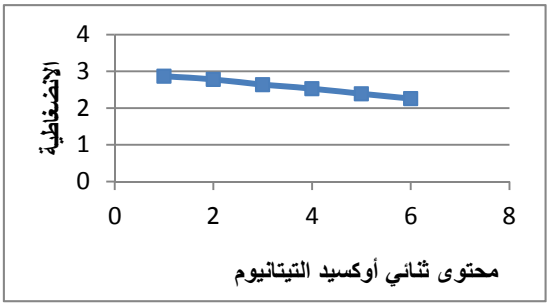
(قوة الشد)



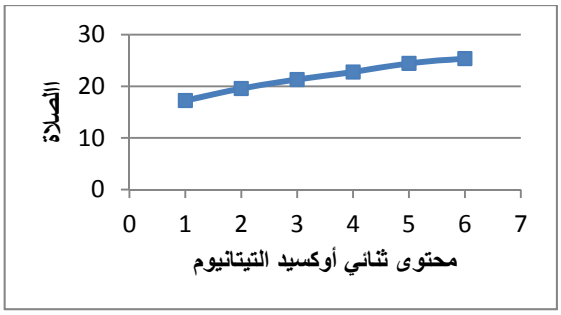
(معامل المرونة)



(الاستطالة)

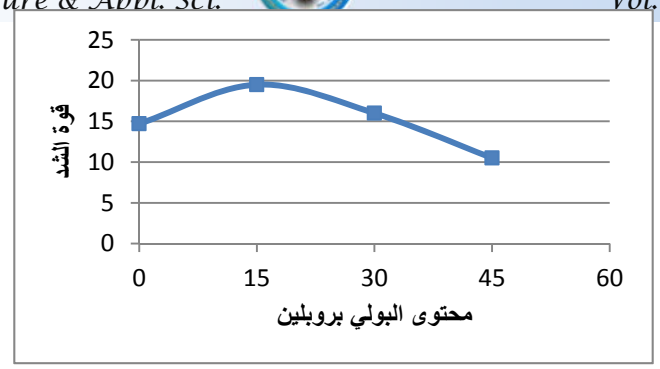


(الانضغاطية)

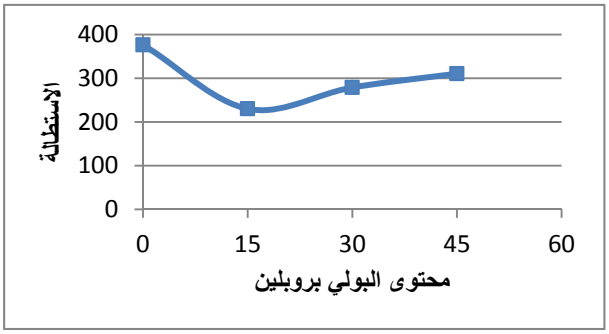


(الصلادة)

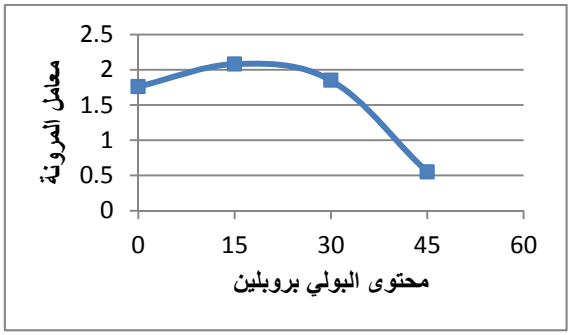
الشكل رقم (٢) : تأثير محتوى ثنائي أوكسيد التيتانيوم النانوية في الخصائص الميكانيكية للمطاط الطبيعي



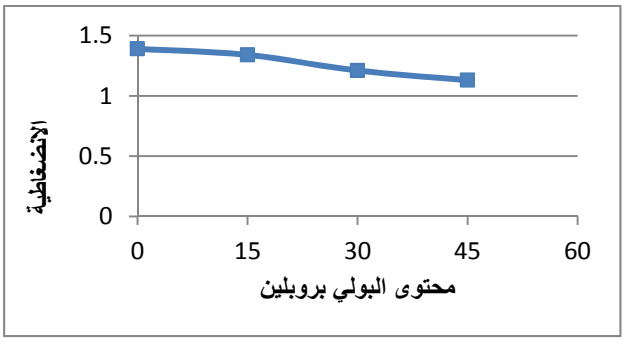
(قوة الشد)



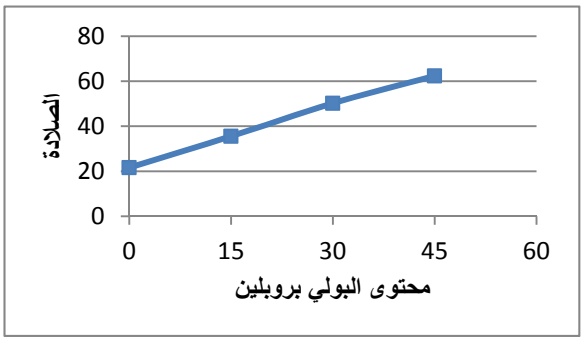
(الاستطالة)



(معامل المرونة)

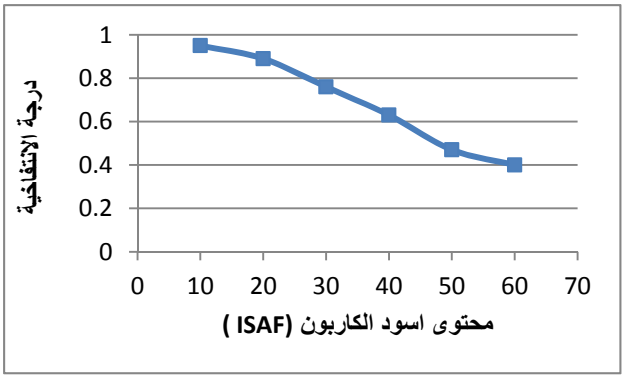


(الانضغاطية)

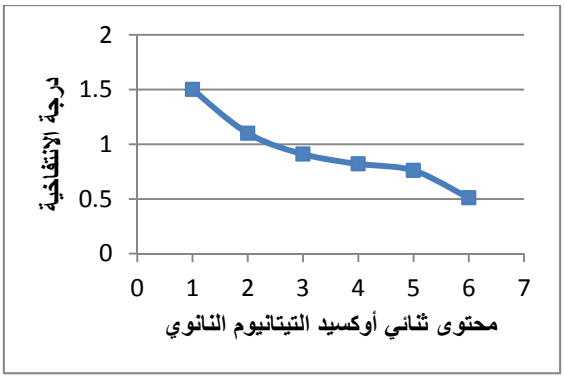


(الصلادة)

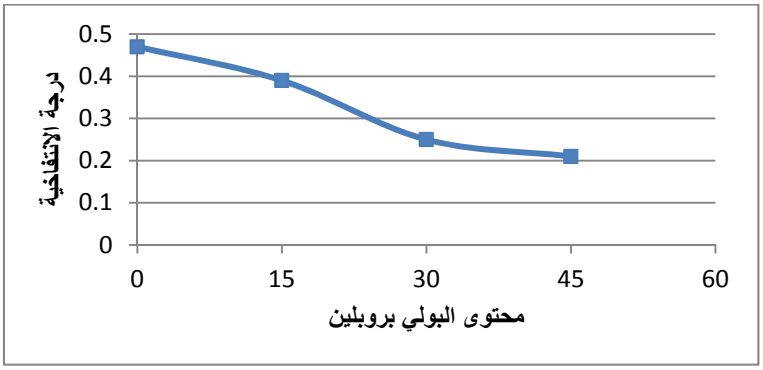
الشكل رقم (٣) : تأثير محتوى البولي بروبلين في الخصائص الميكانيكية للمطاط الطبيعي.



(أ) :انتفاخية المطاط الطبيعي بوجود كاربون نوع (ISAF)

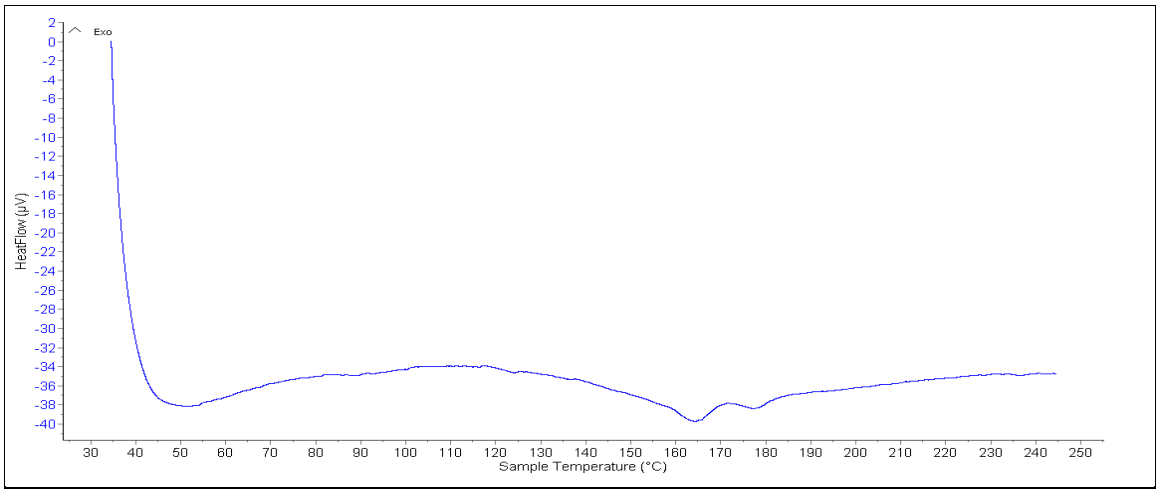


(ب) :انتفاخية المطاط الطبيعي بوجود (TiO_2)



(ج) :انتفاخية NR/PP

الشكل رقم (٤) : تأثير الانتفاخية في الخواص الميكانيكية (NR/PP, NR) بوجود اسود الكاربون وثنائي أوكسيد التيتانيوم النانوية



الشكل رقم (٥): يمثل منحني DSC لمزيج NR/PP

Study the Effect of Fillers and Thermoplastics Content in the Mechanical Properties of Natural Rubber Vulcanized

Mohammed A. Muter
Qusay K. Mugar
Dept. of Chemistry/ College of Education/ University of Al-Qadisyia

Received in: 16 November 2014, Accepted in: 21 December 2014

Abstract

In this research, the mechanical properties of natural rubber blends in different proportions (70:30, 85:15, 100: 0 55:45 and phr) was studied through the use of two types of fillers (carbon black and titanium dioxide Nano) which show through tests conducted on the prepared models that increase fillers content which leads to improve the tensile properties (tensile strength, elastic modulus, elongation, hardness and compressibility). As shown by the results that the presence of polypropylene (PP) in the mix combination works to reduce the degree of intumescent and increase its content in the composition of mixtures which leads to get a great resistance to chemicals (acids, bases and oils).

Key words: (natural rubber, natural rubber blend, Fillers, mechanical properties).