الترقيم الدولي ٨٦٩٠ - ١٩٩١ ISSN 1991- 8690

تأثير إضافة مسحوق شب البوتاسيوم على الخواص الميكانيكيه ومقاومة اللهوبية للبولي اثيلين واطئ الكثافة (LDPE)

أحمد جاسم محمد[١] إبراهيم كاظم إبراهيم[٢] فائز جمعة محمد[٣]

[١] قسم علوم المواد- مركز أبحاث البوليمر- جامعة البصرة، البصرة/ العراق

[٢] قسم كيمياء وتكنولوجيا البوليمرات - مركز ابحاث البوليمر- جامعة البصرة - البصرة / العراق

[٣] المنشأة العامة للصناعات البتروكيمياوية - البصرة

E-Mails: ahamd.jasim@yahoo.com

المستخلص

تم إضافة مسحوق شب البوتاسيوم كحشوات مالئة وبنسب وزنيه (2.5%,5%,10%,15%,20%) وعند حجم دقيقه أما اقل أو مساو إلى (150 µm)لبوليمر الاثيلين واطئ الكثافة LDPE والمصنع في معمل بتروكيمياويات البصره إذ تمت دراسة عدة متغيرات مثل الاستطالة وقوه الشد عند الوهن والقطع ومعامل يونك وبينت النتائج المستحصله ان الشب المضاف يعمل على تقليل الفراغات بين السلاسل البوليمريه مما يعكس إمكانية البوليمر العالية بتحمل الإجهاد المسلط عليه وتكون درجة التجانس عالية بين كل من البوليمر والحشوات، وان زيادة نسبة المالئات تضفي زيادة صفة الصلابة على النماذج المحضرة عند النسبة المئوية (٥%)،ودللت النتائج إن سلوك قوة الشد عند القطع يكون ذا تأثير عند النسبة (% 5) من المضاف بعدها تهبط بزيادة كمية المضاف إذ تكون لمسحوق الشب كمواد مالئة تأثير على خصائص البولي اثيلين والذي له خصائص ميكانيكية ضعيفة لذلك تنخفض قوة الشد عند القطع ويلاحظ ايضا انخفاض معامل يونك مع نسبه المضاف (١٠%) مما يعكس مرونة البوليمر المطعم بشب البوتاسيوم وتوسع مدى التطبيقات لهذا البوليمر وبينت النتائج ان أعلى نقطه للإجهاد هي(10.95 N/mm2)،وكانت أعلى قيمة لحد التناسب (proportional limit) 163.6 N للنسبة الوزنية % 10، ونلاحظ بان معدل زمن الاحتراق يبدأ بتأثير قوي عند النسبة (٥%) إذ تصل قيمته إلى (162 Sec) وبعدها يبدأ السلوك بالانخفاض عند زيادة النسب الوزنية ويشذ هذا السلوك هند النسبة الوزنية (% ٢٠).

الكلمات المفتاحية: البولي اثلين واطئ الكثافة ، شب البوتاسيوم ، الحشوات المالئة ، الاحتراقية، الخواص الميكانيكية .

Effect of adding Potassium Alum powder on the Mechanical Properties and Flame-resistant of Low Density of Polyethylene (LDPE)

Ahmed J. Mohammed [1] Ibrahim K. Ibrahim [2] Fayez J. Mohammed [3]

[1] Department of Materials Science _Polymer Research Centre _ University of Basra _ Basra / Iraq

[2] Department of Chemistry and Polymer Technology_ Polymer Research Center_ University of Basra_ Basra/ Iraq

[3] State Company for Petrochemical Industries_ Basra/Iraq

E-Mails: Ahamd.Jasim@Yahoo.Com

Abstract:

The Study of the Effect of Potassium Alum on the Mechanical properties of low density polyethylene (LDPE), which is manufactured in the General state company of petrochemical industries, Basra, as function of the percentages of Potassium Alum (2.5%, 5%, 10%, 15%, 20%), at particular size (150 µm) were investigated through several variables, such as, Young's modules, strength, and elongation. The obtained results were appeared that the added Alum to reduce the spaces between the polymer chains, which reflects the high ability of the polymer against the applied stress, and this increase will give further property that increase the hardness of the prepared specimens,

the results lead to that the strength at both break will be affected little till the percentage (5%), and lowered after that with increasing the percentage also indicate an lowered in young's modules at the percentage (10%). The results also appear that the highest point of the stress is (10.95 N/mm2).The proportional limit was (163.6 N) for (10%), observe that the average time of burning starts strong impact when (5%) as increasing to(162 Sec) and then begins to decline behavior when increasing proportions weighted exception to this behavior when (20%).

1- المقدمة

البولي أثلين يصنف بشكل عام اعتمادا" على طريقة تصنيعه إلى بولي أثلين واطيء الكثافة LDPE (الضغط العالية) وبولي أثلين عالي الكثافة HDPE (الضغوط الواطئة) [1]، هناك علاقة واضحة بين الكثافة والصفات النوعية المطلوبة وذلك لأن الكثافة ترتبط بعلاقة خطية مع درجة التبلور في هذه البوليمرات . تمتاز مادة البولي أثلين بعدد من الصفات المرغوبة في الصناعة منها القوة والصلادة وتحمل الحرارة ومقاومة التمزق فضلا" عن الصفات الفيزياوية الأخرى كالأستطالة العالية ومقاومة الصدم والمتانة المتمثلة بالبولي أثلين.[2]. البوليمر (Polymer) هو مركب ذو وزن جزيئي مرتفع مكون من وحدات جزئية مكررة، و قد تكون هذه المواد عضوية أو غير عضوية أو عضوية معدنية، وقد تكون طبيعية أو اصطناعية في أصلها، وأصبحت البوليمرات تلعب دورا أساسيا وكلّيا في استخدامات الحياة اليومية وذلك بسبب مجموعة خواصها الفريدة فهي مواد أساسية في القطاعات الصناعية اليومية مثل المواد اللاصقة ومواد البناء والورق والملابس والألياف واللدائن والسيراميك والخرسانة والسائل البلوري (Liquid crystal) والمقاوم الضوئي وهي متواجدة في معظم مكونات التربة والنباتات الحية وتكون مهمة في التغذية والهندسة وعلم الأحياء والطب والحواسيب، واستكشاف الفضاء والصحة والبيئة ولقد استخدمت طرائق عديدة لتحسين هذه العيوب مثل التدعيم بالألياف أو التدعيم بهيئة قشور (Flakes) أو حشوات (Fillers) أو دقائق، وذلك لتقوية تماسك جسيمات البوليمر[3-4]. وتعرف الحشوات (Fillers) على انها مواد صلبه تضاف للبوليمرات لتحسين خواصها وتقليل كلفتها ولها تأثير معاكس للملدنات حيث تقلل من ليونة البوليمر، أو تعرف على انها مواد عضوية او لاعضوية تضاف للبوليمر اما لغرض زيادة حجم المادة اللدائنية مما يخفض من كلفتها وفي هذه الحالة تسمى بالمالئات الخاملة او قد تحسن بعض الخواص الميكانيكية وتدعى في هذه الحالة بالمالئات الفعالة [٥-٧] وتقسم الحشوات (Fillers) بالنسبة لفعاليتها إلى الأقسام التالية [8-9]. حشوات فعالة Active): (fillers وهي الحشوات التي تلعب دورًا كبيرًا في تقوية المواد المرنة والمطاط وان إضافة هذه الحشوات الفعالة تحت درجة الانتقال الزجاجي تقلل الهشاشة الحشوات غير الفعالة(Inactive fillers) : تستعمل هذه الحشوات لتقليل كلفة المادة ولتحسين المنتجات البوليمرية من حيث الشكل والحجم، وبذلك فان نسبة الحشوة للمادة تكون مهمة جدًا وتكون هذه الحشوات عضوية مثل (النايلون والرايون) او غير عضوية مثل (الزجاج والكاربون). تلعب عدد من العوامل المختلفة مثل (حجم الحشوات ، طبيعتها العضوية ،تركيزها وطبيعة التداخل مع مصفوفة البوليمرأضافة إلى تركيبها الكيمياوي) دورا مهما في تحديد الخواص الفيزياوية للمتراكبات البوليمرية [10].يعد البولي اثيلين بنوعيه العالي والواطئ الكثافة من البوليمرات التي تمتلك خواص مهمة ومرغوبة بها مثل امكانية الحصول علية بدرجة حرارة عالية من التبلور وامكانية تحويلة الى بولي اثيلين متشابك عرضيا أضافة الى امكانية تركيبه بحيث يتصرف تصرف البوليمرات المتشكلة حراريا وذلك باستخدام طرائق مختلفة مثل الاشعاع او البيروكسيدات او السلينات حيث يمكن الاستفادة من بعض هذه الخواص للحصول على كتله بوليمرية مقاومة للتصدع الاجهادي ذات مقاومة افضل للمواد والمذيبات الكيمياوية واكثر صلابة وذات استقرار حراري افضل [11]. الهدف من هذه الدراسة هو تصنيع بوليمرات متراكبة من البولي اثيلين واطئ الكثافة (LDPE) محتوية على مسحوق من الشب (Alum) ودراسة بعض الخواص الميكانيكية ومعرفة المقاومة اللهوبية للمتراكب .

٢- الجانب العملي

2-1-المادة الأساس :

استخدم في هذا البحث البولي أثلين واطئ الكثافة (Low Density Polyethylene) والمنتج من قبل الشركة العامة لصناعات البتروكيمياوية (بصرة -عراق) على شكل مسحوق والجدول رقم (١) يوضح بعض الخصائص لهذا البوليمر النقي المستخدم في هذا البحث.

الجدول رقم (١) بعض خصائص البولي أثلين واطئ الكثافة المستخدم في البحث

Property	LDPE
Trade Name	Scpilex (463)
Density (g/cm^3)	0.921-0.924
Melt Index (g/10min)	0.28-0.38

٢-٢- الحشوات (Fillers) :

استخدم شب البوتاسيوم كحشوات مالئه مع البوليمر تقع ضمن صنف الحشوات العضوية الطبيعية [12] ،وتم طحن الشب في البداية من خلال تكسيره إلى أجزاء صغيره ثم طحنت هذه الأجزاء الصغيرة بواسطة ماكنة طحن كهربائية ذات منشأ فرنسي ،وبعدها تمت معالجة مسحوق الشب بواسطة مرشح سلكي مساو أو اقل من (250 µm) ،والجدول (٢) يوضح خصائص شب البوتاسيوم، والشكل (١) يوضح صورة فوتوغرافية لقطع الشب قبل طحنها.

الجدول (٢) بعض خصائص شب البوتاسيوم المستخدم كحشوات في هذا البحث

اسم المادة	الصيغة الجزيئية	الكثافة	الكتلة المولارية	المظهر	نقطة الانصهار	نقطة الغليان	الذوبانية في الماء
شب البوتاسيوم او كبريتات الألومنيوم والبوتاسيوم	$KAl(SO_4)_2$	١.٦٧ غ/سم٣	٢٥٦.٢١غ/مول (بلا ماء)	بلورات بيضاء	٩٢ س°	٢٠٠ س°	١٢٠ غ/١٠٠ مل ماء عند ٢٠ س°

الشكل رقم (١): صورة فوتوغرافية توضح قطع الشب

٢-٣- تحضير النماذج :

يتم تصنيع النماذج باستخدام جهاز المازج الباثق (Mixer and extruder)والمجهز من قبل شركة (Haake) الامريكية وبدرجة حرارة (160Co) بإضافة النسب الوزنية المعينة ويتم بعدها تدوير المزيج وبحدود ٥٠ دورة بالدقيقة ولمدة (10min) إذ أن اكبر كمية يمكن مزجها بهذا الجهاز تتراوح بين gm(60-45) اعتمادا"على كثافتها، وبعد عملية المزج يتم كبس المزيج باستخدام المكبس الهيدروليكي والمصنع داخل القطر والمجهز بنظام تبريد ومنظومتين للتسخين و تحت درجة حرارة (175oC) وضغط (5tan) ولمدة (3min) ثم يرفع الضغط إلى (15tan) لمدة (10 min) .

٢-٤- تقطيع النماذج :

يتم سحب النموذج ذو الإبعاد cm(20X20) بعد عملية الكبس إلى جهاز التقطيع حيث تقطع النماذج باستخدام الجهاز (Automatic Hollow Diepunch-code 6050/000)والمجهز من قبل شركة (CEAST) الايطالية للحصول على النماذج الخاصة بالقياسات ذات السمك (2.4 mm) .

٢-٥- فحص النماذج :

تم استخدام جهاز (Tensile) ذو المنشأ الألماني لفحص النماذج من خلال قياس مقاومة الشد والمطاوعة،وجرى فحص النماذج ضمن المواصفات [ASTMD638(1977)] [12] ،وبواسطة هذا الجهاز سجلت منحنيات الإجهاد – المطاوعة لجميع النماذج وتم حساب مقاومة الشد Q من خلال المعادلة التالية [13]:

$$Q = F / A \quad N/mm2$$

حيث F= قوة القطع (N) و A= مساحة مقطع النموذج (mm2) .

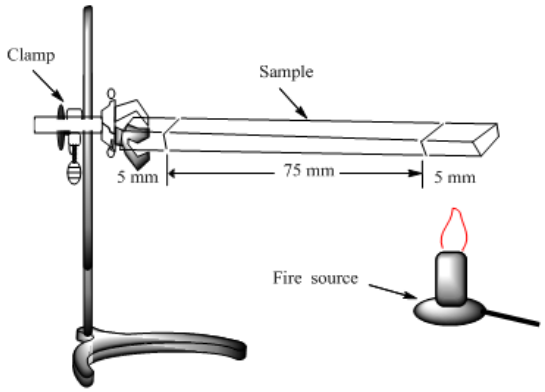
وحسب معامل يونك للنماذج بالاستفادة من منحنيات الاجهاد – المطاوعة وحسب العلاقة الاتية:

$$Y = \text{stress/strain} \quad (\text{Young's modulus})$$

٢-٦- قياس معدل زمن الاحتراق :

تم قياس معدل زمن الاحتراق(Average Time of Burning ATB) ومعدل الاحتراق لكل نموذج بواسطة جهاز قياس معدل الاحتراق وحسب الطريقة القياسية ٨١ - ASTM D635 [14].حيث تم حساب الزمن اللازم لاحتراق النموذج إلى مسافة 75 مليمتر من النهاية الحرة له،كذلك تم إعادة القياس ثلاث مرات لكل

نموذج وتم استخراج متوسط القيم والشكل (٢) يوضح رسم تخطيطي لجهاز قياس زمن الاحتراق.



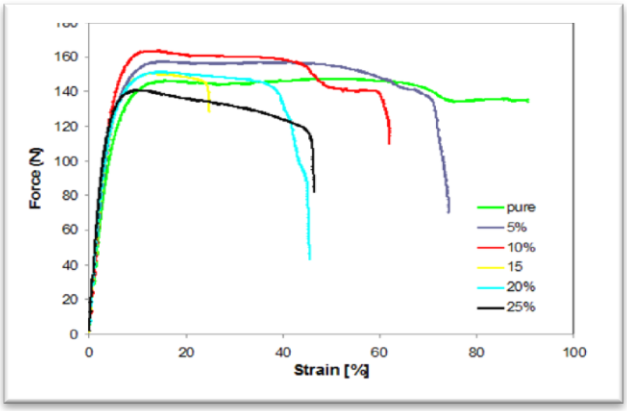
شكل (٢) رسم تخطيطي لجهاز قياس زمن الاحتراق

٣- النتائج والمناقشة:

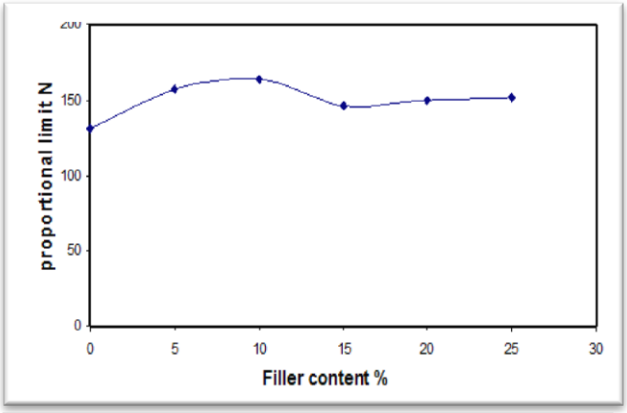
الشكل (٣) يبين منحنيات الإجهاد –المطاوعة للنسب الوزنية(5%,10 %,15 %,20%,25%) والشكل (4) يمثل قيم حد التناسب للبوليمر (proportional limit) مع النسب الوزنية ،إذ نلاحظ بان أعلى قيمة كانت عند نسبة المضاف للبوليمر ١٠% وهي(163.6 N)اذ يكون عند هذه النسبة التجانس القوي بين مسحوق الشب مع السلاسل البوليمرية للبوليمر بينما كانت اقل نسبة وهي (146.5 N) عند النسبة ١٥%. الشكل (5) يبين العلاقة بين النسبة المئوية للاستطالة في النموذج مع تركيز المضاف، ان استطالة البوليمر تبدأ عند النسبة المئوية (٠ %) للبوليمر النقي وهي (١٠٥.٥ %) ثم تنخفض عند النسبة المئوية (٢٠ %) وهي (١١.٤ %) إي يكون البوليمر قليل المرونة عند هذه النسبة فيعمل مسحوق الشب على ملئ الفراغات بين السلاسل الرئيسية للبوليمر فيعيق ويحد حركة السلاسل وبذلك تقل الاستطالة ثم تزداد عند زيادة نسبة تركيز المضاف إي عند النسبة (٢٥%) و يكون البوليمر عند هذه النسبة عالي المرونة وقليل الصلادة لان عند هذه النسبة من الحشوات تكون السلاسل البوليمرية تكون غير مقيدة إي تكون حرة الحركة نتيجة عدم تجانس الخليط وبذلك تزداد مرونة البوليمر وتقل الصلادة[15]. الشكلان (٦،٧) يوضحان العلاقة بين قوة الشد عند الوهن (Stress at yield) وقوة الشد عند القطع (Stress at Break) على التوالي مع نسبة المضاف الى البوليمر ،ويتضح من الشكلين إن سلوك قوة الشد عند الوهن يكون ذو تأثير عالي عند النسبة (٥ %) من المضاف وبعده يبدأ بالانخفاض عند زيادة نسبة تركيز المضاف إي يعمل مسحوق الشب على انخفاض الصلادة عند البوليمر وبذلك تكون السلاسل البوليمرية غير مقيده فتزداد مرونته، اما قوة الشد عند القطع فتبدأ بتأثير منخفض عند النسبة (٥ %) ثم تزداد الى إن تصل الى القيمة العظمى لها (6.65 MPa)عند النسبة (10%) ثم تنخفض عند زيادة نسبة تركيز المضاف حتى تصل الى(2.9 MPa) عند النسبة (٢٥%) ،ونلاحظ بان قوة الشد عند الوهن تزداد عند زيادة النسب المئوية للمضاف (10%–20%) بينما تنخفض قيم الشد عند القطع بزيادة النسب المئوية للمضاف وهذا يدل على إن مسحوق الشب يعمل على تحسين خاصية الصلادة بتأثير التوزيع المتجانس للمادة ذات الطبيعة الصلبة، وبعدها يبدأ السلوك بالانخفاض عند زيادة تركيز مسحوق الشب، إذ تعمل الحشوات كمواد مالئة بالتأثير على البوليمر[16].الشكل (٨) يوضح تأثير مسحوق الشب على معامل المرونة (معامل يونك) والذي يعرف على انه نسبة الإجهاد (Stress) إلى الاستطالة (Elongation) للمواد الصلبة فقط ،ويتضح من الشكل انخفاض معامل يونك عند النسب الوزنية لمسحوق الشب المحصورة بين (5–10%) وهذا يقودنا إلى أن مسحوق الشب يعمل استطالة البوليمر، ثم يزداد معامل يونك ليصل الى القيمة العظمى (96.05MPa) عند النسبة (٢٠%)،وربما يفسر الهبوط في معامل يونك عند النسبة (١٠%) للمضاف إلى عدم تجانس النموذج بالرغم من ان خلط النماذج تم في الظروف نفسها وهذا يدل على إن البوليمر يملك صفة عالية للمرونة وقلة في الصلادة عند هذه النسبة، وهذه النتائج تتطابق مع الكثير من الابحاث الاخرى في هذا المجال[17].الشكل (٩) يبين معدل زمن الاحتراق مع نسب المضاف الوزنية من مسحوق الشب ، إذ نلاحظ بان السلوك يبدأ بتأثير قوي عند النسبة (٥%) إذ تصل قيمته إلى (162 Sec) وبعدها يبدأ السلوك بالانخفاض عند زيادة النسب الوزنية ويشذ هذا السلوك هند النسبة الوزنية (٢٠ %) مما يدلل على أن زيادة نسبة مسحوق الشب لها تأثير سلبي على مقاومة اللهوبية وانتشار الحرارة خلال المصفوفه البوليمرية حيث نحصل على انخفاض عند النسبة (٢٥ %) وهي (153 Sec) ،أما عند النسبة الوزنية (٢٠ %) فلربما عدم تجانس المضاف بشكل قوي مع السلاسل البوليمرية الأمر الذي أدى إلى شذوذ البوليمر عند هذه النسبة الوزنية من المضاف .

٤ – الاستنتاجات

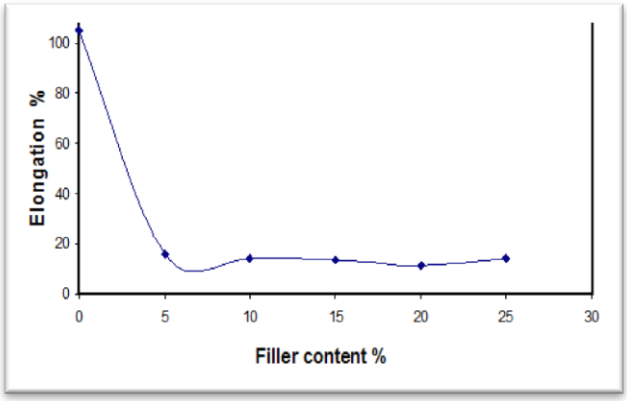
نستنتج بان إضافة مسحوق الشب إلى البولي اثيلين واطئ الكثافة له تأثير كبير على الخواص الميكانيكيه ويمكن القول أن نسبه (٥%) من مسحوق الشب كانت النسبة الأفضل لصفة المرونة للبوليمر بينما النسبة (١٠%) كانت الأفضل لصفة الصلادة للبوليمر نتيجة التوزيع المتجانس للشب داخل الشبيكه البوليميريه والذي يملا الفراغات بين السلاسل البوليميريه ، معدل زمن الاحتراق في هذا البوليمر يرتبط ارتباطاً مباشراً مع نسبه المضاف الوزنية سلباً او ايجاباً حيث يتأثر سلبياً مع نسب المضاف العالية وايجابياً مع النسب المنخفضة نسبة إلى الحالة النقية لبوليمر الاثيلين واطئ الكثافة ،ويعتبر البولي اثيلين واطئ الكثافة مع النسبة (٥%) مضاف مسحوق الشب أكثر تجانسا من باقي النسب الوزنية الأخرى ، وكانت أعلى قيمة لحد التناسب 143 N للنسبة الوزنية (٥ %)، بينما كانت اقل قيمة لحد التناسب 116 N للنسبة الوزنية (10%).



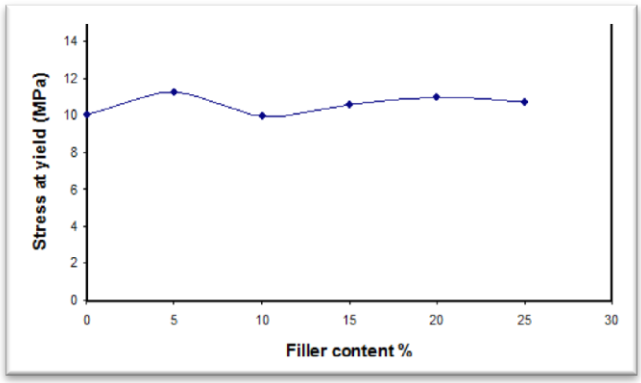
شكل (٣) العلاقة بين الإجهاد والمطاوعة المضاف الشب لبوليمر LDPE



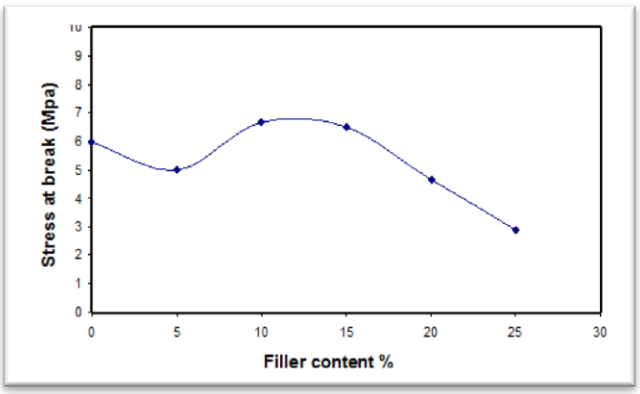
شكل (٤) العلاقة بين حد التناسب وتركيز المضاف الشب لبوليمر LDPE



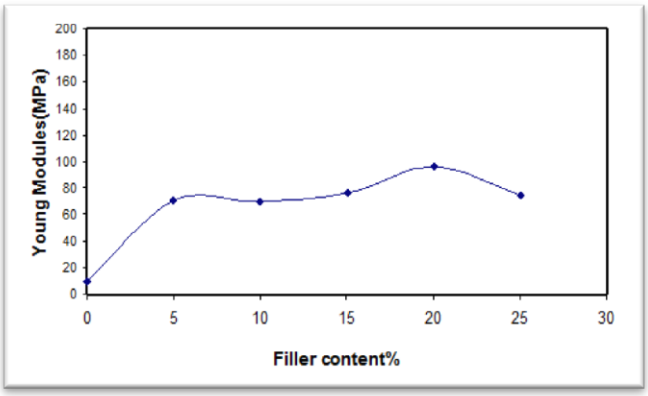
شكل (٥) العلاقة بين الاستطالة وتركيز المضاف الشب لبوليمر LDPE



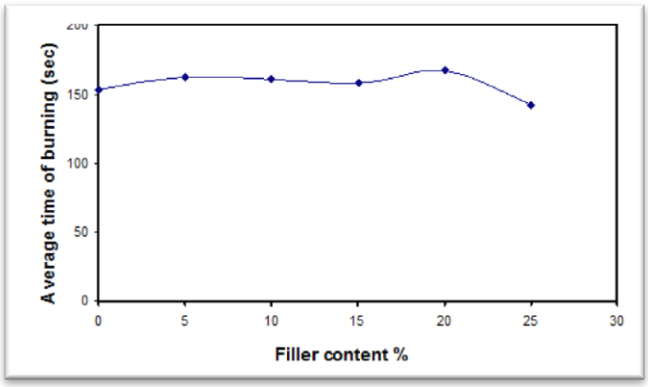
شكل (٦) العلاقة بين قوة الشد عند الوهن وتركيز المضاف الشب لبوليمر LDPE



شكل (٧) العلاقة بين قوة الشد عند القطع وتركيز المضاف الشب لبوليمر LDPE



شكل (٨) العلاقة بين معامل يونك وتركيز المضاف الشب لبوليمر LDPE



شكل (٩) العلاقة بين معدل زمن الاحتراق وتركيز المضاف الشب لبوليمر LDPE

المصادر

[1] V.B. Herman, "Polyolefins: Structure and properties", Elsevier Puplishing Company, N.Y. , (1966).

[2] G.E. Hans, "Macromolecules, Synthesis and Mterials", V.2, Plenum Press, N.Y., (1977).

[٣] McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology, 10th Edition, Volume 14 (PLAS-QUI),page.162.

[4]علي فليح ، نبيل محمد العبيدي " الكيمياء الصناعية وخاماتها " جامعة البصرة ، (١٩٨٩).

[5]Hameed A. Hamadi,Nadhim A., Wael A.S. and Abdullah K.-[VSAY65ZREMN]

[6]W.Callister," Materials science & Engineering an intoduaction ", 6th Ed, (2003).

[7]اريج رياض سعيد ،نور الدين رفيق " قسم العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد، مجلة الهندسة والتكنلوجيا ،المجلد ٢٩ ، العدد ١٥ (٢٠١١).

[8]M.S Bhatnagar"A Textbook of Polymers, Chemistry and Technology of polymer Processing and Aapplication", By Dr. Published by S. Chand& Company LTD, New Delhi,(2004).

[9] علي حسين ، ليث وضاح حسين، اسيل محمود "العدد ٥ ، المجلد ١٨ ، ايار ، ٢٠٠٥ م.

[10] Hameed A., Nadhim A., Wael A.S. and Abdullah K., journal of al-qadisiyah for pure science , Vol. 14 , 1-10, (2010).

[11]E. Krijnen, M. Marsman and R. Holweg, Journal of Coated Fabrics, vol.24, Oct. 152–161, (1994).

[12] B. V. Kokta, R. G. Raj, D. Maldas and C.Daneault, J. Appl. Polym. Sci. , 37, 1089 -1103 (1989).

[13]علي العزاوي، بلقيس الدباغ ،سلام الحداد "مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، المجلد ٢٨ ، العدد ١٣م ، ٢٠١٠.

[14]B. V. Kokta, R. G. Raj, D. Maldas and C.Daneault, J. Appl. Polym. Sci. , 37, 1089 -1103 (1989).

[15] W.A.S. Abdul Ghafor & M.N. Kalaf, Iraqi J. of Polymers, 7, 21-33, (2003)

[16] Einas A. Al-Nasir," Journal of Basra Researches ((Sciences)) Vol.(39). No.(3) (2013).

[17] Ahmed. J. Mohammed," Journal of Basrah Researches ((Sciences)) Vol.(39). No.(4) (2013)