The Effect of the Addition of Natural Rubber to (U-PTE) Resin on some Mechanical Properties

Wafaa Mahdi Salih
Materials Engineering Department, University of Technology, Baghdad
wafasaleah121@yahoo.com

Received on: 28/5/2013 & Accepted on: 13/5/2014

ABSTRACT

In this research polymer was prepared from Alkyd resin (U-PTE) with ratio 100% the and natural rubber with ratio 30%. The mixing process was performed by hand lay-up method. Some mechanical properties were studied in this work which included (flexural bending, shear stress, Impact test (charpy method) . the results showed that the addition of natural rubber to (u-pte) resin with this ratio leads to become the brittle behavior and decrease in the shear stress increase the ability of material to impact because the blend materials become elastic .the flexural strength increase of blend two times comparing with its value of pure resin while the result of shear stress value of blend showed decreasing with ratio(43%) but the impact value of blend increased with ratio (20%) with it value before the blending.

Keyword: Alkyd, nutral rubber, Polymer Blend, Flexural Strength test, charpy impact test.

تاثير اضافة المطاط الطبيعي لراتنج الالكايد على بعض الخواص الميكانيكية

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة تأثير اضافة نسبة 30% من المطاط الطبيعي لمادة بوليمرية (راتنج الالكايد) وتمت مقارنتها بالنتائج لاختباري متانة الانحناء واجهاد القص واختبار الصدمة بطريقة جاربي في الحالتين لنفس المادة البوليمرية النقية (بدون اضافة) وقد تم الخلط باستخدام طريقة القولبة اليدوية ، حيث وجد إن إضافة هذا النوع من المطاط الى راتنج الألكايد بهذه النسبة يؤدي ان يصبح السلوك اقرب الى السلوك المطيلي وكذلك ان اضافة المطاط خفض من قيمة اجهاد القص وازدادت قابلية المادة الى تحمل الصدمات بسبب تحول الخليط من مادة هشه الى مادة مرنة ذو معامل مرونة أقل ومتانة أعلى ومطيلية اعلى . وسجلت قيم متانة الانحناء للخليط زيادة الضعف عن قيمتها للراتنج بمفرده وأظهرت نتائج اجهاد القص انخفاضا مقداره (43%) في حين قيمة الصدمة ازدادت بمقدار (20%) مقارنة بقيمتها الأصلية قبل الخلط.

https://doi.org/10.30684/etj.32.9A19
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

المـقدمــة

شهدت العقود الماضية تزايد أهمية خلط البوليمرات نظرا لامكانية الحصول على خصائص مناسبة للعديد من التطبيقات. لهذا فإن الخلط بين بوليمرين أو أكثر من البوليمرات يجعل من الممكن الحصول على مواد بوليمرية بمواصفات صناعية مرغوب بها لايمكن الحصول عليها من بوليمر واحد [1] .

تعرف الخلائط البوليمرية بأنها ناتج من خلط نوعين او اكثر من البوليمرات خلطاً فيزيائيا حيث يمتلك الخليط الناتج خواص مشتركة بين المكونات الاساسية وهذا يعتمد على نوعية البوليمرات وطريقة الخلط [2]

إن راتنج الألكايد (U-PTE) هو بولي استر محور باضافة الاحماض الدهنيه (fatty acid) ويشتق من البوليولات (polyols) وحامض الكربوكسيل (dicarboxylic acid) وبالتالي فان مصطلح (alk-yd)مشتق من الكحول والحامض [3]، ويعد راتنج الالكايد من البوليمرات المتصلبة حراريا والذي يستخدم بشكل واسع في الطلاءات البوليمرية ويدخل في الكثير من التطبيقات كصناعة المواد البلاستيكية المختلفة وصناعة الرقائق (الافلام) وفي صناعة العوازل الكهربائية واجهزة الاشتعال في المحركات ، كما يستخدم كمادة مركبة تدخل في صناعة هياكل الزوارق الصغيرة والطائرات وهياكل البناء كالجسور وله عدة مميزات تساعد على استخدامه في مثل هذه الصناعات ويتميز بأنه مقاوم لفعل المواد الكيمياوية والظروف الجوية ، ذا عزل كهربائي عالي وثبات حراري مناسب ويتصف بصلابته وثبات أبعاده حتى في درجات الحرارة المرتفعة وانخفاض امتصاصيته للرطوبة والاحتفاظ بالخواص الكهربائية عند غياب الرطوبة [4]

اما المطاط الطبيعي فانه يمتلك صفات تصنيعية مرغوبة منها نعومة الملمس وسرعة التصنيع وقليل النفاذية ومقاومة عالية للماء وله مقاومه عالية للزيوت غير المستقطبة لكنه ينتفخ أو يذوب بواسطة محاليل عالية الاستقطاب كذلك يكون ذو ليونة عالية وشديد التاثر بالحرارة [5] .

ودرس الباحث Esther وزملاءه تحسين نوعية راتنجات الالكايد باستخدام Methel Ester for Rubber Seed Oil (MERSO)في تحضير العينات وقد وجدو ان عينات الالكايد المحضرة لها مقاومة جيدة للماء المالح ، الحوامض، الماء و لكن مقاومتها ضعيفة للقواعد[6] .

وقد درس الباحث Bascom وزملاءه تأثير إضافة المطاط السائل الى الايبوكسي على الخواص الميكانيكية ، وقد توصلت الدراسة الى زيادة قيم متانة الكسر ومعدلات الانفعال لعدة اضعاف مقارنة بقيمتها قبل الاضافة[7].

وقام الباحث K.E george وزملاءه بتحضير خليط (NBR/PVC) ودراسة بعض الخواص الميكانيكية له بدرجات حرارية مختلفة وقد وجدو ان مقاومة الشد والاستطالة عند الكسر و كذلك صلادة الخليط تزداد مع زيادة نسبة إضافة PVC حيث يعمل NBR كملدن للـ PVC في تطبيقات العزل الكهربائي [8].

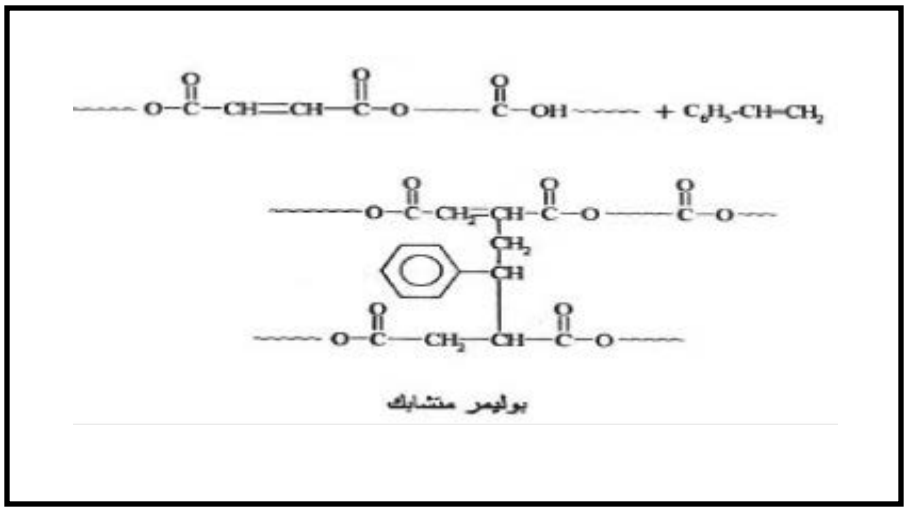
درست الباحثة موسى تأثير اضافة مطاط (NBR) بنسبة من الخلط ومقارنتها بنتائج اختباري الانحناء واختبارات الانضغاط والصلادة بطريقة شو[9] .

اما الدراسة الحالية فتهدف الى تحضير خليط بوليمري من راتنج الالكايد والمطاط ودراسة بعض الخصائص الميكانيكية مثل (متانة الانحناء واجهاد القص واختبار الصدمة بطريقة جاربي) ومقارنتها بخصائص الراتنج (U-PTE) بمفرده.

الجزء العملي :-

المواد الأولية المستخدمة :-

1- أُستعمال راتنج الألكايد (U-PTE) والذي يشتق من راتنج (البولي استر غير المشبع) المتشابك وصيغته الكيميائية كالاتي:



شكل رقم (1) يمثل الصيغة الكميائية لراتنج الالكايد

وهو سائل شفاف قابل للمعالجة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة عند درجة حرارة الغرفة عن طريق إضافة محلول مصلد (Hardener) وبوجود المادة المحفزة كعامل مساعد (Catalyst) أضيف مركب بيروكسيد مثيل اثيل كيتون كمادة مصلدة وبنسبة (2g) من المادة المصلدة لكل (100g) من الراتنج .

1-تم استعمال المطاط الطبيعي في تحضير الخليط البوليمري وهو مادة صلبة تم إذابتها في التولوين لعدة أيام في داخل حاويات زجاجية مغلقة باحكام حتى اصبحت بشكل مادة سائلة لزجة القوام. والشكل الاتي يوضح التركيب الكيميائي للمطاط الطبيعي .

-2

$$-CH_2-CH=\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}-CH_2-$$

الشكل (2) يوضح الصيغة الكيميائية للمطاط الطبيعي [5]

تحضير العينـــات :-

1- حضرت العينات بطريقة القولبة اليدوية (Hand Lay-Up) وذلك بخلط راتنج الالكايد(U-PTE) حيث تم أولا خلط راتنج U-PTE مع مصلده جيداً بواسطة قضيب زجاجي ثم اضيفت إليه مادة الكوبلت بنسبة (0.5) وهو يعمل كمعجل للتصليد صب الخليط بصورة تدريجية في قالب معدني وبأبعاد (25x25 cm^2) بعد أن تم تنظيفه وتجفيفه وقد استخدم الفابلون اللاصق للسطح الداخلي للقالب لسهولة إخراج المصبوبات وللحصول على سطوح منتظمة ، وبعد عملية الصب تركت

المصبوبة بدون تحريك لمدة (24) ساعة حتى تتصلب تماما بعملية المعالجة Curing لإتمام عملية التشابك cross-linking .

2- اعيدت نفس الخطوات السابقة بعد اضافة المطاط بنسبة (30 %) الى الراتنج المذكور اعلاه بشكل تدريجي مع الاستمرار بعملية الخلط إلى ان تم الحصول على خليط متجانس بعدها تم صب الخليط بصورة تدريجية .

3- ومن ثم قطعت القوالب وفق مواصفات قياسية للعينات الخاصة بكل اختبار ، بعدها اجريت عملية تنعيم النماذج باستعمال ورق كاربيد السيليكون بدرجات نعومة مختلفة للتخلص من العيوب.

الفحوصات الميكانيكية -:

1- اختبار متانة الانحناء:

أُستعمل جهاز المكبس الهيدروليكي (إختبار ثلاثي النقط Test Three Point) والمصنع من قبل شركة (Phywe) الالمانية حيث تثبت اداة الغرز الموشورية على المكبس وتوضع العينة والتي تكون بشكل متوازي مستطيلات وبالابعاد (mm^3 50*100*10) والمثبتة حسب المواصفات القياسية (ASTM D790) على مسندي طرفيين بحيث تكون اداة الغرز في منتصف العينة وتوضع العينة مع المسندين على القاعدة المتحركة في الجهاز ثم ترفع هذه القاعدة بواسطة ذراع الى الاعلى الى ان تصبح في تماس بين سطح العينة واداة الغرز بعد ذلك يغلق صمام الجهاز ويصفر مقياس الانحراف الذي يقوم بقراءة قيمة الحمل المسلط ، يضغط على ذراع المكبس بعد تثبيت العينة على مسندين طرفيين ويسلط الحمل بواسطة اداة الغرز الموشورية في نقطة منتصف العينة بشكل متساوي مع الاخذ بنظر الاعتبار زيادة مقدار القوة بمقدار (500 mm/min) ليحدث الانحناء بحيث يحدث تغير مستمر في شكلها تحت تأثير اجهادات الشد والانضغاط والقص ومن خلال المؤشر يتم قراءة اقصة قيمة للقوة التي تتحملها العينة عند الفشل وبعد تسليط القوة يتم فتح صمام التدفق الموجود في انبوبة الزمن وباستخدام العلاقة (1) يتم حساب متانة الانحناء والعلاقة (2) لحساب اجهاد القص العينة .

$$F.S=\frac{3PL}{2bd^2} \qquad \ldots\ldots(1)$$

حيث إن : $F.S$:- متانة الانحناء

P : - اقصى حمل تتحملة العينة N

L :- المسافة بين نقطتي الأرتكاز (mm).

b : - عرض العينة (mm) , d :سمك العينة (mm)

$$\tau_{max}=\frac{3P}{4bd} \qquad \ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث إن : τmax :- اقصى اجهاد يحدث في المستوى المتعادل عند مركز العينة (N/mm^2)

P :- اقصى حمل تتحمله العينة (N)

b : - عرض العينة (mm) , d : سمك العينة (mm) .

2- اختبار الصدمة بطريقة جاربي

تعد فحوصات الصدمة مقياسا لقوة المواد البوليميرية ومقاومتها للانكسار تحت تأثير الاجهادات بسرع عالية وتعتبر من الفحوصات المهمة جدا من الناحية العملية ، ومن البديهي ان تكون هناك نوعين من الكسور الهشة والمطيلية وبصورة عامة تبدي المواد المتصلدة حراريا كسرا هشا بينما تبدي المواد المطاوعة للحرارة كسرا مطيليا وتعرف مقاومة الصدمة على انها مقدار الطاقة الممتصة في اثناء التصادم لجسم ذي كتلة معينة الى مساحة المقطع العرضي للعينة عند الكسر وتقاس بوحدة (KJ/M^2) حيث تم استعمال جهاز الصدمة من نوع جاربي(charpy impact test) والمصنع من قبل الشركة

الامريكية (Testing Machine INC.,Amityville, New York) توضع العينة والمثبتة حسب المواصفة العالمية (ISO-179) وبابعاد (mm^3 5*10*55)، ويتم حساب مقاومة الصدمة من العلاقة :-

$$I.S. = \frac{E}{A} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان :- E - الطاقة المطلوبة للكسر KJ

A – مساحة المقطع العرضي للانموذج (m^2)

النتائج والمناقشة :-

بعد اجراء الفحوصات الميكانيكيه على النماذج قيد الاختبار لوحظ ما يلي -:

من الشكل (3) الذي يمثل العلاقة بين الاجهاد والانفعال (stress-strain) لنموذج راتنج الالكايد-U) (PTEو للخليط البوليمري (الالكايد +30% للمطاط) يلاحظ بان سلوك (الاجهاد-الانفعال) يكاد يكون سلوكا ً خطيا ً يماثل سلوك المواد الهشة (brittle) بشكل عام ، في حين اصبح سلوكها اقرب الى سلوك المواد المطيلية (ductile) بعد خلطها بمطاط . (NBR)

وقد وجد ان اضافة المطاط الى راتنج الالكايد يؤدي الى انخفاض في قيمة اجهاد القص بالمقارنة مع الراتنج لوحده ويعود السبب الى ان اضافة المطاطيات (elastomers) الى المواد الهشة (brittle) ينتج خليط بوليمري متجانس وذلك لان العيوب الموجودة في المادة الهشة تعالج بوجود الدقائق المرنة المطاطية ويصبح الخليط أكثر مرونة.

تم التوصل الى النتائج الموضحة في الجدول (1) حيث يستعرض بعض الخواص الميكانيكية لراتنج الالكايد والخليط البوليميري (الالكايد + 30% مطاط).حيث لوحظ ان اضافة المطاط الى راتنج الالكايد ادى الى زيادة في متانة انحناء المادة بعد الخلط ، حيث يتضح ان المتانة تزداد بعد اضافة المطاط ، أي ان المساحة تحت المنحني تزداد وبذلك تمتص المادة مقدار اكبر من الطاقة قبل ان تنكسر ، ويقل اجهاد القص بسبب مرونة المطاط وتزداد قيمة مقاومة الصدمات عند اضافة الراتنج لان الراتنج يتحول من مادة هشه الى مادة مرنة ذات معامل مرونة أقل ومتانة أعلى ومطيلية اعلى ، وبذلك تزداد مقاومة المادة كما ان الانفعال يزداد بعد اضافة المطاط أي ان المادة تتحول من السلوك الهش الى السلوك المرن[11].

إن الطريقة الشائعة لزيادة متانة الراتنجات المصلدة حرارياً مثل الالكايد ،هي باضافة كميه قليلة من المطاط السائل لتشكيل دقائق منفصلة في الراتنج الاساس.

الجدول رقم (1) نتائج الاختبارات لراتنج الالكايد النقي وراتنج الالكايد المضاف اليه المطاط

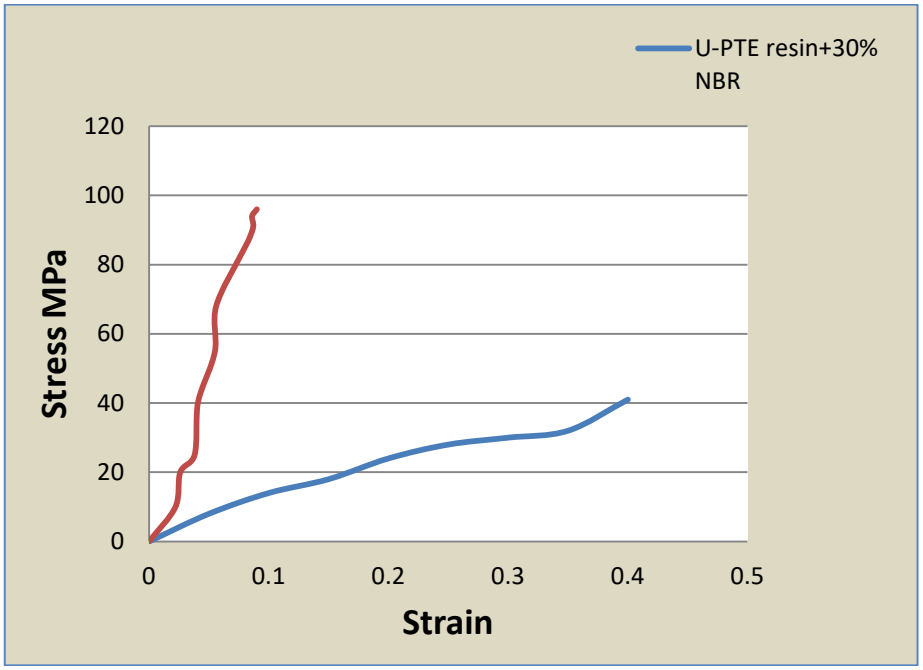
نوع المادة البوليميرية	متانة الانحناء MPa	اجهاد القص MPa	الصدمة بطريقة جاربي $J/mm^2 * 10^{-3}$
راتنج الالكايد	272.568	19.226	2.666667
راتنج الالكايد +30% مطاط	789.355	8.336	5.4459

الإستنتاجات-:

إن أهم الاستنتاجات التي تم التوصل اليها خلال هذا البحث تُلخص بما يلي :-

إن إضافة مطاط بنسبة وزنية قدرها 30 % الى راتنج الألكايد (U-PTE) بنسبة وزنية قدرها 30 % ادى إلى زيادة في متانة الانحناء حيث سجلت معامل متانة الانحناء زيادة حوالي مرتين عن قيمتها للراتنج بمفرده .

وأظهرت نتائج اجهاد القص انخفاضا مقداره (43 %) في حين قيمة الصدمة ازدادت بمقدار (20%) مقارنة بقيمتها الأصلية قبل الخلط .



الشكل رقم (3) يوضح العلاقة بين الاجهاد (stress) والانفعال (strain) لراتنج الالكايد وراتنج الالكايد مضاف اليه المطاط بنسبة 30%

References

[1] Henry C. Obasi, Okoro Ogbobe, and Isaac O. Igwe ," Diffusion Characteristics of Toluene into Natural Rubber/Linear Low Density Polyethylene Blends", International Journal of Polymer Science, Volume 2009, Article ID 140682, 6 pages ,2009.

[2] A.Leszek, Utracki,"Polymer Alloys and Blends", New York, 1990.

[3] Frank N. Jones "Alkyd Resins" in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 2005. DOI: 10.1002/14356007.a01_409. Published online: 15 January, 2003.

[4]سليمان خليفة ، " اللدائن .البلاستك الحراري "، دار دمشق للنشر والتوزيع ،1996 .

[5] ال ادم ،الدكتور كوركيس عبد ، كاشف الغطاء ،الدكتور حسين علي " تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات ، كلية العلوم- جامعة البصرة 1983

[6] Esther U Ikhuoria , Aireguamen I Aigbodion & Felix E Okieimen , "Enhancing the quality of alkyd resins using methylesters of rubber seed oil ", Tropical journal of pharmaceutical Research , V.3 , No.1 , PP.(311-317) ,2004.

[7] W.D.Bascom ,R.Y.Ting, R.J.Moultion , C.K.Riew & A.R.Siebert ,"The Fracture of epoxy polymer containing elastomeric modifiers " , Journal of Materials Science ,V.16 , No.10 , PP.(2657-2664),1981.

[8] K.E .George , Rani Joseph & D. Joseph Francis, " Studies on NBR/PVC blend" , Journal of Applied Science , Vol.32 , PP.(286-2873) , 1986.

[9] بشرى موسى ، " دراسة بعض الخواص الميكانيكية لخليط بوليميري (U-PTE/NBR) ، مجلة كلية التربية الاساسية ،العدد 68، 2011، ص (783-794).

[10] S.P.Bhutani ,"Organic polymers", Ane books Pvt.Ltd. ,University of Delhi,2010.

[11] Y.Bing, L.Zheng, W.Zhou & Q.Yu. ," Microstructure, Mechanical Properties, and Fracture Behavior of Liquid Rubber Toughened Thermosets", Journal of Applied Science, Vol.42 , PP.(1905-1910), 1991 .