

تأثير الأشعة فوق البنفسجية في خواص المطاط الطبيعي SMR 20
والصناعي BR-cis, SBR 1502.

آلاء فرحان
كلية الطب-جامعة الكوفة

محمد حمزة المعموري
كلية الهندسة-جامعة بابل

احمد محمود عبد اللطيف
كلية العلوم-جامعة بابل

انتصار عبد الحميد

الشركة العامة لصناعة اطارات بابل

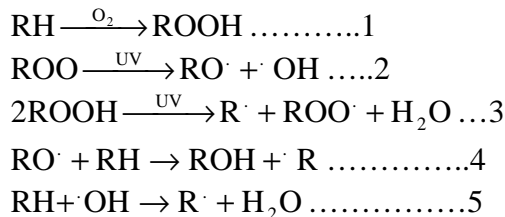
الخلاصة

يتضمن هذا البحث دراسة تأثير الأشعة فوق البنفسجية في خواص المطاط الطبيعي SMR 20 والصناعي BR-cis , SBR 1502 حيث تم تعريض المطاط الخام للأشعة فوق البنفسجية ولفترات (8,24,48) ساعة وتم اجراء الفحوصات الفيزيائية التي شملت كل من مقاومة الشد ومعامل المرونة ونسبة الاستطالة والصلابة واللزوجة واللدانة وتمت مقارنتها مع الخواص القياسية للنماذج غير المعرضة . ان الخواص المقاسة اعلاه قد تأثرت بشكل ملحوظ بالأشعة فوق البنفسجية وكان تأثير الأشعة فوق البنفسجية في خواص المطاط الصناعي بنوعيه اكبر من تأثيرها في المطاط الطبيعي.

المقدمة Introduction

ان التعرض لدرجات الحرارة العالية والضوء والاوزون والاشعاعات المختلفة يؤدي الى حصول حالة التحلل Deterioration في مركب المطاط والتي تسبب استهلاكه المبكر فترة الاستخدام، يحصل التحلل نتيجة التغيرات الجزيئية molecular changes والتي تاخذ ثلاثة اشكال، الاول: تقطيع السلاسل (Chains scission) وينتج عنها بنية ثلاثية الابعاد (Three dimension alteration)، والثالث : يحصل نتيجة التحولات الكيماوية (chemical alteration)، للجزيئات والتي تحصل بفعل ادخال مجاميع كيماوية جديدة (New chemical group)، تظهر الاشكال الثلاثة اعلاه بنسب متفاوتة حسب نوع المطاط المستخدم.

ان امتصاص الأشعة مثلا من قبل جزيئة المطاط يهيجها ثم يفكها الى جذور حرة او ايونات ويكون العمر الزمني للايونات قصيرا نسبيا لذا فان الجذور الحرة هي التي تدخل غالبا في التفاعلات الكيماوية التي يطلق عليها التحولات الاشعاعية الكيماوية (Radio chemical) وتكون النواتج النهائية لمثل هذه التحولات بوليمرات ذات اشكال خطية او متفرعة او متشابكة [1,2] ان عملية الانحلال الضوئي (Photo degradation) تتم بتأثير الأشعة الضوئية اذ ان هذا النوع من الانحلال يكون واسع التأثير على البوليمرات ولا سيما البوليمرات غير المشبعة التي تتعرض للاشعاع او الضوء بكميات كبيرة وتعتمد شدة التحلل على الطول الموجي للأشعة الضوئية او المؤينة مثل الأشعة فوق البنفسجية (290-400)nm التي تهاجم كلا من المطاط الخام والمفلكن [2,3] . ان طاقة بعض الاواصر المثالية في البوليمرات تكون قيمتها ضمن المدى (300-420)KJ/mole لذا فان الأشعة فوق البنفسجية (293-419)KJ/mole تكون كافية لكسر بعض الاواصر وبالتالي تكوين سلاسل بوليمرية قصيرة [2,4] . ان ميكانيكية تكوين الجذور الحرة بأشعة UV تكون كما يلي:



مجلة جامعة بابل / العلوم الصرفة والتطبيقية / المجلد ٨ / العدد ٣ : ٢٠٠٣

ان التشابك والتحلل يحدث في المطاط خلال التشجيع مؤديا الى تغير كبير في الخواص الميكانيكية اعتمادا على التركيب الكيميائي للبوليمر .

2- طريقة العمل

1-2 العجينة المختبرية

تم تحضير العجينة المختبرية من المواد الاولية وبالكميات والاوزان المناسبة وكما في الجدول (1)، وتم اجراء عمليات الخلط والمجانسة للمواد الداخلة في تحضير العجينة باستخدام العصاراة المختبرية (Two Roll laboratory) المتكونة من رولتين افقيتين بينهما مسافة يمكن التحكم فيها، وتدوران عكس بعضهما الى الداخل بسرعتين مختلفتين.

الجدول (1) اوزان المواد الداخلة في تحضير العجينة المختبرية.

Ingredients	SBR 1502	BR-cis	SMR 20
Rubber	100 gm	100 gm	213 gm
Stearic	1 gm	2 gm	4.4 gm
Zince oxide	3 gm	3 gm	11 gm
Carbon black	50 gm	60 gm	77 gm
Oil	-	15 gm	-
Sulphur	1.75 gm	1.5 gm	4.95 gm
TBBS	1.0 gm	0.9 gm	1.54 gm
Total	156.75 gm	182.4 gm	311.89 gm

2-2 طريقة اختبار تأثر المطاط الخام بالاشعة فوق البنفسجية

جرى الاختبار باتباع الطريقة الامريكية ASTM D 1148-70 وذلك بتعريض نماذج من المطاط الخام الطبيعي والصناعي المستخدمة في هذه الدراسة على شكل شرائح بابعاد (8×8)سم للاشعة فوق البنفسجية الصادرة من جهاز UV من نوع (Oriel corporation) اذ يعمل هذا الجهاز بقدرة 16 watt ومدى موجي (375-380) نانومتر وضعت العينة على بعد 3سم من الجهاز وللفترات الزمنية (8,24,48) ساعة حيث تم استخدام نموذج واحد من كل نوع من انواع المطاط لكل فترة زمنية وبعد انتهاء فترة التعريض يتم قياس اللزوجة واللدانة وبعدها تدخل النماذج في العجينات المذكورة في الجدول (1) ومن ثم تحضير نماذج الاختبار واجراء الفحوصات المطلوبة ومقارنتها مع الخواص للنماذج غير المعرضة.

3-2 القياسات

تم تنفيذ الفحوصات الفيزيائية والميكانيكية لمركب المطاط المفلكن حسب المواصفة القياسية المعتمدة من قبل الجمعية الامريكية لفحص المواد ASTM D 412-88 وقد تم استخدام جهاز التتسوميتر (Tensometer) وكانت سرعة الفحص (500 mm/min)، اما اختبار الصلابة فقد تم باستخدام جهاز فحص الصلابة وحسب الطريقة القياسية ASTM D 1415 . اما قياس اللزوجة للمطاط الخام الصناعي فقد تم باستخدام جهاز اللزوجة ذي القرص القاطع (Shearing disc viscometer). وحسب المواصفة D155 وقياس اللدانة للمطاط الطبيعي الخام فقد تم باستخدام جهاز اللدانة Wallace rapid plastimeter وحسب المواصفة D 219.

3- النتائج والمناقشة

تبين نتائج التعريض للأشعة فوق البنفسجية للفترة (8,24,48) ساعة لعينات من المطاط الخام الصناعي والطبيعي التي تم قياس خواصها بعد ادخالها في الخلطات المذكورة في الجدول (1) ان هناك تغيرا في هذه الخواص وكالاتي:

1-3 التغير في خواص المطاط الصناعي SBR 1502

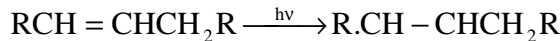
كما هو مبين في الجدول (2) والاشكال من (1) الى (3) يتضح ان خواص هذا النوع من المطاط بتأثير التعريض للأشعة فوق البنفسجية تتغير وفقا للاتي :

الجدول (2) نتائج الاختبارات الفيزيائية للمطاط الصناعي SBR 1502 عند التعرض لأشعة UV

Time (hour)	Viscosity (Mooney)	Tensile strength (Mpa)	Elongation at break %	Modulus at 300% (Mpa)	Handress (I.R.H.D)
0	54.2	24.50	553	16.98	56
8	56.3	23.57	399	20.79	66
24	55.4	21.44	339	22.17	70
48	78.0	19.10	290	-	72

تزايدت قيم اللزوجة المقاسة للمطاط الخام عند كل الفترات الزمنية، حصل هبوط في قيم قوة الشد والاستطالة المقاسة للمطاط المفلكن مع زيادة الفترات الزمنية للتعريض، بينما تزايدت قيم معامل المرونة عند الفترات (8,24) ساعة اما عند فترة الثماني والاربعين ساعة فلم تسجل قيمة للمعامل لان الاستطالة لم تصل الى 300% ، وكذلك لوحظ حصول تزايد في قيم الصلابة بزيادة الفترة الزمنية للتعريض. ان التغير في خواص المطاط يعود الى ان امتصاص الأشعة من قبل جزيئة المطاط يهيجها ثم يفككها وتتكرر الى جذور حرة او ايونات وغالبا ما تكسر اصرة C-H التي تبلغ طاقتها (416 kJ/mole) في هذا النوع من المطاط يكون العمر الزمني للايونات قصيرا نسبيا لذا فان الجذور الحرة هي التي تدخل في التفاعلات الكيميائية التي يطلق عليها التحولات الاشعاعية الكيميائية اذ تحدث فيها اكسدة مكونة هابديروبيروكسيدات وتكون النتائج النهائية لمثل هذه التحولات بوليمرات متشابكة ونتيجة للتشابك فان معامل المرونة والصلابة سوف تزداد وفي الوقت نفسه فان الاستطالة النسبية عند القطع ومعدل ميل الاجهاد-المرونة سوف تقل [1,2,5]. وهذا يقترب من نتائج الباحث (Basfar) [6] اذ وجد عند تعريض مطاط SBR المفلكن للأشعة فوق البنفسجية لفترات زمنية مختلفة حصول انخفاض في قيم الشد والاستطالة مع زيادة في معامل المرونة.

ان الجذور الحرة تتكون بفعل تأثير الأشعة فوق البنفسجية في المطاط غير المشبع كما هو مبين ادناه:



OR



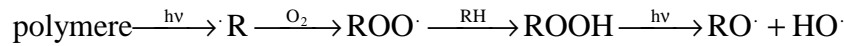
2-3 التغير في خواص المطاط الصناعي BR-cis

من خلال الجدول (3) والاشكال من (1) الى (3) يتضح ان خواص هذا النوع من المطاط تتغير نتيجة للأشعة فوق البنفسجية كما يأتي:

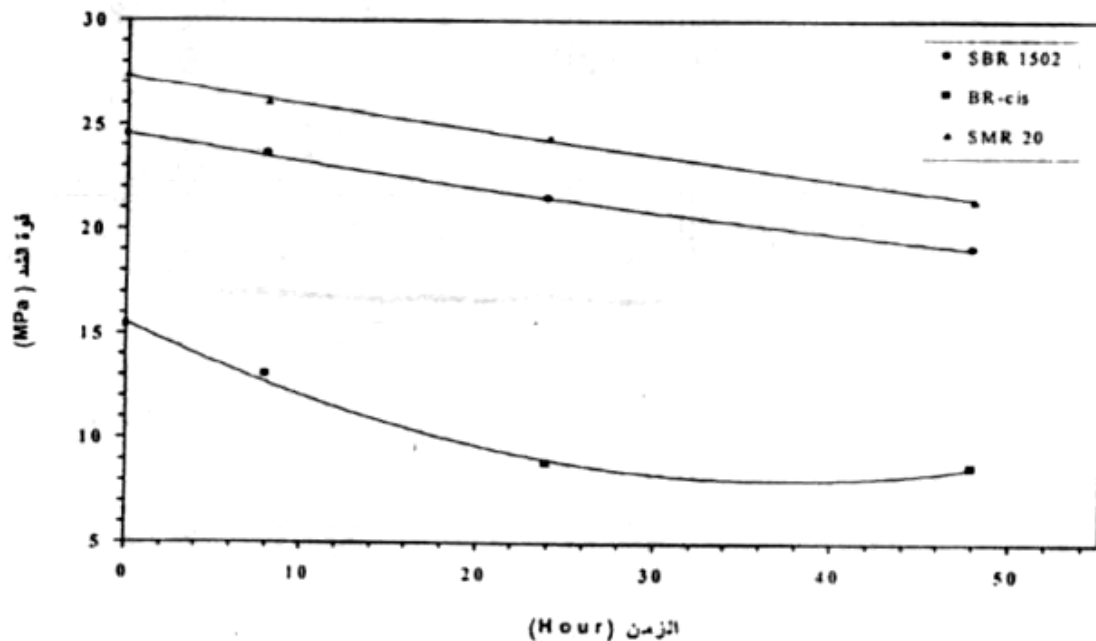
الجدول (3) نتائج الاختبارات الفيزيائية للمطاط الصناعي BR-cis عند التعرض لأشعة UV

Time (hour)	Viscosity (Mooney)	Tensile strength (Mpa)	Elongation at break %	Modulus at 300% (Mpa)	Handress (I.R.H.D)
0	47.90	15.34	497.3	8.79	57
8	46.10	12.98	409	10.82	58
24	46.85	8.81	313	11.10	60
48	52.30	8.63	299	-	65

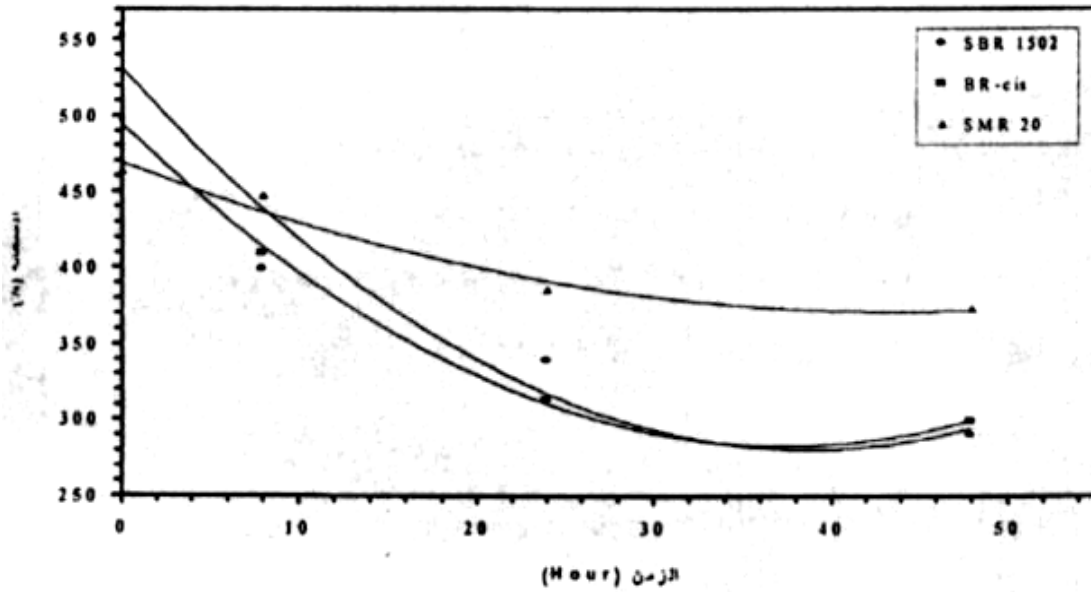
حصول زيادة في قيمة اللزوجة المقاسة للمطاط الخام عند الفترة الزمنية 48 ساعة، وهبطت قيم قوة الشد والاستطالة المقاسة للمطاط المفلكن بزيادة الفترة الزمنية للتعرض، في حين ازدادت قيم معامل المرونة عند الفترات الزمنية (24,8) ساعة ولم تسجل له قيمة عند الفترة 48 ساعة لان الاستطالة لم تحصل الى 300%، وازدادت قيم الصلابة بزيادة فترة التعرض . ان سبب تغير هذه الخواص ربما يعود الى ان امتصاص الاشعة من قبل جزيئات المطاط سيؤدي الى تهيجها ومن ثم تفككها او تحدث لها عملية اكسدة وتتكسر الى جذور حرة وغالبا ماتكسر اصرة C-H (416 kJ/mole) في هذا النوع من المطاط يحصل بعدها تفاعل تشابك او تكوين هابديروبيروكسيدات كما موضح ادناه:



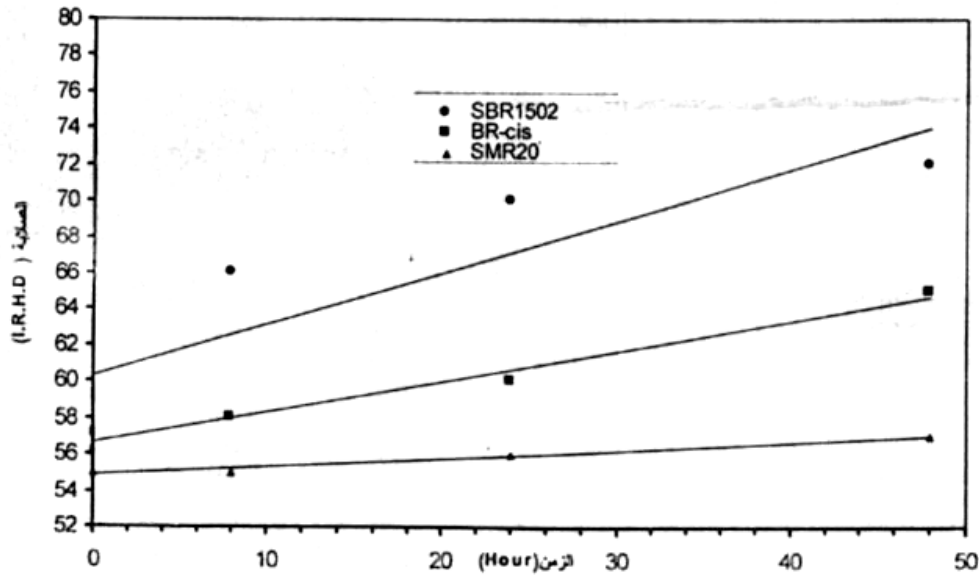
يحصل التشابك الاشعاعي عن طريق عملية تكوين الاواصر الكيماوية بين الجزيئات المنفصلة او الاجزاء المختلفة كجزيئة كبيرة واحدة. ان حصول التشابك سيؤدي الى الزيادة في معامل المرونة والصلابة مع حصول النقص في الاستطالة.



شكل (١) تأثير الاشعة فوق البنفسجية (UV) في قوة الشد عند القطع لانواع المطاط الطبيعي والصناعي



شكل (٢) تأثير الاشعة فوق البنفسجية (UV) في الاستطالة لانواع المطاط الطبيعي والصناعي



شكل (٣) تأثير الاشعة فوق البنفسجية (UV) في الصلابة لانواع المطاط الطبيعي والصناعي

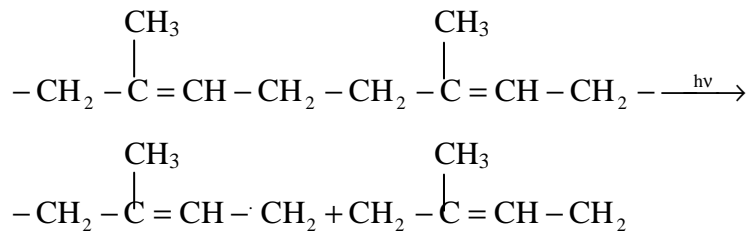
3-3 التغير في خواص المطاط الطبيعي SMR 20

يتضح من الجدول (4) والاشكال من (1) الى (3) ان خواص هذا النوع من المطاط تتغير كما يلي:

الجدول (4) نتائج الاختبارات الفيزيائية للمطاط الطبيعي SMR 20 عند التعرض لاشعة UV

Time (hour)	P ₀	P ₃₀	P _{ri}	Tensile strength (Mpa)	Elongation at break%	Modulus at 300% (Mpa)	Hardness (I.R.H.D)
0	40.60	30.53	75.21	27.36	463	13.10	55
8	50.10	31.67	63.21	26.08	447	13.01	55
24	51.70	32.96	62.56	24.33	385.2	16.49	56
48	50.46	27.13	53.76	21.43	373	17.40	57

ازدادت قيم P₀ المقاسة للمطاط الخام عن القيم القياسية للفترات (48,24,8) ساعة. في حين انخفضت قيمة P₃₀ عند الفترة 48 ساعة و P_{ri} عند كل الفترات وحصل هبوط في قيم قوة الشد والاستطالة المقاسة للمطاط المفكك مع زيادة الفترة الزمنية ، بينما حصلت زيادة في قيم معامل المرونة والصلابة للفترات الزمنية (48,24) ساعة ، والسبب في تغير الخواص ربما يعزى الى ان امتصاص الاشعة فوق البنفسجية من قبل جزيئة البولي ايزوبرين سيؤدي الى تهيجها بالشكل الاتي:



يتضح من التفاعل اعلاه حدوث كسر لاصرة C-C التي تبلغ طاقتها (346 kJ/mole) ومن خلال تفاعلات انتقال الجذور البوليمرية الحرة تتكون اواصر تشابكية في البولي ايزوبرين، أي بمعنى اخر تكوين بوليمر متشابك يؤدي الى التغير في الخواص [7,2].

وهذه النتائج التي حصلنا عليها تتقارب من نتائج الباحث (Peethambaran) [8] وجماعته اذ لاحظوا ان تعرض المطاط الطبيعي للاشعة فوق البنفسجية لفترات زمنية (96,48,24) ساعة سوف يؤدي الى نقص كبير في قوة الشد.

الاستنتاجات

1. ان قوة الشد والاستطالة بالنسبة لنوعي المطاط الصناعي BR-cis, SBR 1502 قد انخفضت بشكل حاد عند زيادة الفترة الزمنية للتعرض، في حين ازدادت قيم الصلابة.
2. اما بالنسبة للمطاط الطبيعي فقد انخفضت قيم قوة الشد والاستطالة مع زيادة فترة التعرض ولكن نسبة التغير كانت اقل من نوعي المطاط الصناعي في حين ازدادت قيم الصلابة بشكل طفيف.

المصادر

1. انا. أ. تاكر، تالكيمياء الفيزيائية، جامعة الموصل، 1984.
2. K. Loganathan, Rubber Engineering, Tata MC G-Hill Publishing Company Limited, 1998.
3. N. Halim, Dirasat, Vo. XV, No.9, Vniversity of Jordan, (1985)
4. اودونين وسانكستر، مبادئ في الكيمياء الاشعاعية، جامعة الموصل، 1985
5. J. Calvertand and J. Pitts, Photon Chemistry. John Wiley and Sons , New York, 1967.
6. A. Basfar, Polymer Degradation and Stability, 66,195,(1999).
7. د. اكرم عزيز محمد، كيمياء اللدائن، جامعة الموصل، 1993.
8. N. Peethambaran, K. Kurian and K. Mary, J. Appl. Polym. Sci., 78(2), 304,(2000).

EFFECT OF ULTRAVIOLET RADIATION ON THE PROPERTIES OF NATURAL RUBBER (SMR 20) AND SYNTHETIC RUBBERS (SBR 1502) AND (BR-CIS)

Abstract

In the present work, the effect of ultraviolet radiation on the properties of natural rubber (SMR 20) and synthetic rubbers (SBR 1502) and (BR-cis) has been investigated.

The raw rubber has been exposed to ultraviolet radiation for 8, 24, and 48 hours. The following physical properties were measured: tensile strength modulus, elongation, hardness, viscosity, and plasticity, and compared with the standard properties of the non exposed specimens. The aforementioned properties were found to be affected significantly by the ultraviolet radiation, and the effect of ultraviolet on the properties of synthetic rubbers is greater than its effect on the properties of natural rubber.