



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل / كلية العلوم
قسم الكيمياء

المعالجة المسبقة لفتات المطاط المستهلك وتأثيره على استقرارية الخزن لمزائج اسفلت - بوليمر

علاء مجيد علي حسن الخفاجي

رسالة ماجستير
الكيمياء / الكيمياء الصناعية

بإشراف
الاستاذ المساعد الدكتورة ايمان اسماعيل احمد

الخلاصة

مع تزايد الإهتمام بمواد البناء الإسفلتية, أستخدمت مزائج الإسفلت المحور بمطاط الإطارات المستعملة Waste tier rubber – modified Asphalt (RMA) على نطاق واسع في بناء الطرق ولكن بقي هذا الإستخدام محدود بسبب ضعف توافق هذه المزائج , حيث الإختلافات الكبيرة في التركيب الكيميائي والصفات الفيزيائية بين المطاط (مادة صلبة غير قطبية) والإسفلت (مزيغ معقد من الهيدروكربونات) .

إتجهنا في دراستنا هذه إلى تحويل الاسفلت بالمطاط بعد إجراء تهيئة مُسبقة للمطاط وتم التحويل عن طريق :

A-الانتفاخ المُسبق Pre- Swelling تم إجراء إنتفاخ مُسبق لفتات الإطارات Crumb Rubber (CR) بإستخدام زيت الاساس ٤٠ Stock بوجود الموجات فوق الصوتية وحرارة معينة لضمان حدوث الإنتفاخ. واستخدمنا التسمية CR₄₀ كرمز لفتات المطاط بعد الإنتفاخ.

B- استخدم الفورفورال Furfural كعامل تنشيط لتفعيل واختراق سطح المطاط . واستخدمنا التسمية CR_F كرمز لفتات المطاط بعد المعالجة بالفورفورال.

بعد ذلك تم تحضير مزائج للإسفلت حسب المحاور التالية:

١- تحضير عدة مزائج من (إسفلت القيارة CR₄₀-) وبنسب (٨,٦,٤,٢)% وحضرت النماذج نفسها مع استبدال إسفلت القيارة بـ إسفلت الصهيل المؤكسد.

٢- يُعد ستايرين- بيوتادايين- ستايرين SBS من أكثر المواد المحورة شيوعاً في الإستخدام لتحسين أرسفة الإسفلت لذا تم إستخدام SBS مع CR₄₀ في تحويل الإسفلت إذ حضرنا مزائج إسفلت مع CR₄₀ بنسب (٨,٦,٤,٢)% و ٢% SBS ولكلا النوعين من الإسفلت (القيارة والصهيل المؤكسد).

٣- تحضير النماذج نفسها في النقطة السابقة مع التغير في أن يتم إضافة ٠.١% من حامض البولي فوسفوريك Poly phosphoric acid (PPA) في النصف ساعة الأخيرة من المزج.

٤- تحضير مزائج بإستخدام (إسفلت القيارة CR_F -) وبنسب (٨,٦,٤,٢)% و بإستخدام إسفلت الصهيل المؤكسد CR_F وبالنسب أعلاه.

٥- دراسة تأثير إضافة الكبريت بنسبة ٣% وزناً إلى كل من:

- مزيج (إسفلت القيارة 2% SBS, 8% CR_F).

- مزيج (إسفلت القيارة 4% SBS, 8% CR_F).

وذلك من أجل زيادة التوافقية Compatibilty بين فتات المطاط والإسفلت.

تم تقييم النماذج المُحضرة من خلال القياسات الريولوجية وهي درجة الليونة و درجة النفاذية, الإستطالة وإستقرارية التخزين إلخ فضلاً عن قياس طيف الاشعة تحت الحمراء FTIR لبعض النماذج.

أظهرت النتائج ان من افضل النتائج التي تم الحصول عليها هي تحويل إسفلت الصهيل المؤكسد باستخدام CR₄₀ ونسب مختلفة وبولمير 2% SBS حيث بلغت درجة الليونة في النموذج 4% CR₄₀ 55% ودرجة النفاذية 27 والاستطالة 80Cm ودليل الاختراق 1.304 - .

وكذلك اعطى النموذج الاخر الذي هو بنسبة 6% CR₄₀ ودرجة الليونة 58% ودرجة النفاذية 23 والاستطالة 65Cm ودليل الاختراق 0.99 - .

كذلك من افضل النتائج التي تم الحصول عليها في النماذج التي تم إضافة حامض البولي فوسفوريك PPA للإسفلت المؤكسد والمحور مسبقاً بـ CR₄₀ بنسبة 10% و 2% SBS وبوجود حامض البولي فوسفوريك PPA بنسبة 0.1% حيث بلغت درجة اللون 68% والنفاذية 22 والاستطالة 19Cm ودليل الاختراق 0.676 +.

وكذلك من افضل النتائج التي تم الحصول عليها في تحويل اسفلت القيارة بإستخدام فتات المطاط المستهلك بنسبة 8% المعالج مسبقاً بـ Furfural حيث اعطت النتائج لدرجة الليونة 58% ودرجة النفاذية 22 والاستطالة 22 ودليل الاختراق 1.07 .

اما افضل النتائج التي تم الحصول عليها في تحويل اسفلت الصهيل المؤكسد بإستخدام فتات المطاط المستهلك بنسبة 8% المعالج مسبقاً بـ Furfural حيث اعطت النتائج لدرجة الليونة 63% ودرجة النفاذية 17 والاستطالة 10 ودليل الاختراق (صفر) .

Abstract

With the growing interest in bituminous construction materials. Waste tire rubber – modified Asphalt (RMA) has been widely used in road construction, which was traditionally limited by the poor compatibility of RMA. In this study, we adopted a pre-treatment approach for crumb rubber (CR) using two different methods prior to its application in asphalt modification:

A- Pre-Swelling A pre-swelling process was carried out for crumb rubber (CR) using base oil Stock 40 under ultrasonic waves and controlled temperature to ensure swelling. The pre-swollen crumb rubber was designated as CR40.

B- Furfural Activation Furfural was employed as an activating agent to enhance the surface reactivity and penetration of the crumb rubber. After activation with furfural, asphalt blends were prepared according to the following axes:

- 1- Preparation of several blends of (Qayyarah asphalt – CR40) at different concentrations (2%, 4%, 6%, and 8%). The same blends were also prepared by replacing Qayyarah asphalt with oxidized Suheil asphalt.
- 2- Styrene-Butadiene-Styrene (SBS) is one of the most commonly used polymer modifiers for improving asphalt pavements. Given the increasing interest in waste tire recycling, it was necessary to attempt the incorporation of SBS with CR40 in asphalt modification. Therefore, blends of asphalt with CR40 at concentrations of (2%, 4%, 6%, and 8%) and 2% SBS were prepared for both types of asphalt (Qayyarah and oxidized Suheil).
- 3- The same blends as in the previous point were prepared, with the modification that 0.1% polyphosphoric acid (PPA) was added during the last 30 minutes of blending.
- 4- Preparation of several blends of (Qayyarah asphalt – CRF) at concentrations of (2%, 4%, 6%, and 8%), with the same blends reproduced using oxidized Suheil asphalt instead of Qayyarah asphalt.

5- Investigation of the effect of adding 3% sulfur by weight to each of the following blends:

- (Qayyarah asphalt – 8% CRF – 2% SBS)
- (Qayyarah asphalt – 8% CRF – 4% SBS)
- This was carried out to enhance the compatibility between crumb rubber and asphalt.

It is worth noting that the prepared blends in all the aforementioned axes were subjected to physical property evaluations, including softening point, penetration grade, ductility, and storage stability, in addition to Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) analysis.

The results showed that the best results were obtained by modifying oxidized asphalt using CR₄₀ at different percentages and 2% SBS polymer. The 4% CR₄₀ sample achieved a flexibility of 55%, a permeability of 27, an elongation of 80 cm, and an index of penetration of -1.304.

Similarly, another sample with 6% CR₄₀ yielded a flexibility of 58%, a permeability of 23, an elongation of 65 cm, and an index of penetration of -0.99.

Furthermore, the best results were obtained in samples where polyphosphoric acid (PPA) was added to the oxidized asphalt previously modified with CR₄₀ at a percentage of 10% and 2% SBS, in the presence of 0.1% PPA. These samples achieved a flexibility of 68%, a permeability of 22, an elongation of 19 cm, and an index of penetration of +0.676. Similarly, the best results were obtained in modifying Al-Qayyarah asphalt using 8% pre-treated used rubber crumb with Furfural, yielding a plasticity of 58%, a permeability of 22, an elongation of 22, and a penetration index of 1.07.

The best results were obtained in modifying oxidized Al-Sahil asphalt using 8% pre-treated used rubber crumb with Furfural, yielding a plasticity of 63%, a permeability of 17, an elongation of 10, and a penetration index of zero.

**The Republic of Iraq
Ministry of Higher. Education
and Scientific Research
Mosul University / College of Science
Chemistry Department**



Pretreatment of crumb rubber and its effect on the storage stability of asphalt-polymer mixtures

Alaa Majeed Ali Hassan Al-Khafaji

M.Sc. Thesis

Chemistry / Industrial Chemistry

Supervised by//

Asst. Prof. Dr. Eman Ismael Ahmed