المعالجة الكيميائية لاسفلت التبليط مع الكبريت باستخدام أشعة المايكروويف

وفاء محمد عباس الأعرجي
قسم الكيمياء – كلية العلوم
جامعة الموصل

تاريخ الاستلام 2004/6/16 تاريخ القبول 2004/10/20

ABSTRACT

Chemical modification of asphalt had been used to modify the rheological properties by treatment with sulphur at different experimental conditions. The modification achieved by using application of microwaves (microwave oven), A comparison between the properties of modified asphalt and original ones was made through the following tests: softening point, penetration, ductility and PI. A suitable asphalt happened at first treatment including low range of microwaves spectroscopy and low time (5 min), this is explain in PI = 1.94.

الخلاصة

تضمن البحث المعالجة الكيميائية لاسفلت التبليط الذي تم الحصول عليه من مصافي المنطقة الشمالية في بيجي ، من خلال اجراء عمليات التحوير الكيميائية بالمعالجة المحفزة مع الكبريت وبطرق مختلفة. وتضمنت المعالجة الأولى استخدام موجات دقيقة طاقتها مختلفة وزمن متغير(2 ، 5 ، 8 دقيقة) في افران المايكروويف ، أما المعالجة الثانية فكانت بالتسخين المسبق لدرجة 130^0م قبل استخدام الموجات الدقيقة المختلفة الطاقة وزمن متغير، والمعالجة الثالثة باستخدام نسب مختلفة من الكبريت عند المدى الواطئ في أفران المايكروويف وزمن 5 دقائق ، والمعالجة الرابعة فهي استخدام نسب مختلفة من الحفاز وتحت نفس الظروف في المعالجة الثالثة.

وقد تم دراسة الخواص الريولوجية للنماذج المحضرة ومقارنتها مع الاسفلت الاعتيادي (غير المعالج) وشملت هذه الخواص، درجة الليونة ، النفاذية ، قابلية الاستطالة

ومعامل الاختراق وقد حصلنا على أفضل النماذج عند المعالجة الأولى التي تمت عند المدى الواطئ من موجات المايكرويف وفترة زمنية قصيرة (5 دقائق). وهذا واضح من معامل الاختراق لهذا المعالج (PI = 1.94) الذي حسب من مونوكرام. لأن أفضل الخواص الريولوجية للاسفلت تقع بين قيم 2 ± وهذا واضح من النتائج.

المقدمة

الاسفلت مادة ذات لون بني غامق مائل الى السواد ذو طبيعة عالية اللزوجة ، صلبة في درجات الحرارة الواطئة ، أما في درجات الحرارة العالية فتكون سائلة ، ويتصف الاسفلت بمقاومته للذوبان في الماء ، ويتكون الاسفلت بدرجة اساسية من هيدروكاربونات ذات تراكيب بارافينية ، نفثينية وأرومية ويشتمل على مركبات حلقية أو غير حلقية تحتوي على النتروجين والكبريت والاوكسجين ، كما ويحتوي على كميات قليلة من العناصر المعدنية أهمها الفناديوم، النيكل ثم الحديد والنحاس. وتؤثر مركبات العناصر الهجينة (O, N, S) تأثيرات مهمة على الصفات الفيزياوية للاسفلت ، حيث تعمل الذرات غير المتجانسة القطبية على التداخل بين الجزيئات وبالتالي التأثير على درجة الغليان والذوبانية واللزوجة(1 و 2). والتركيب الكيميائي للاسفلت معقد جداً ويختلف من نوع إلى آخر ويتوقف على أصل النفط الخام وطريقة تحضيره، ويمكن تجزئة الاسفلت الى الأجزاء التالية بالاعتماد على الاختلاف في قابلية ذوبانها إلى 1-المالتينات 2- الاسفلتين 3- الكاربينات 4-الكاربويدات.

ويدخل الاسفلت في المجالات الصناعية بشكل واسع حيث يستخدم كمادة رابطة في فرش وتبليط الطرقات بعد خلطه بالرمل والحصى ويستخدم كمادة لاصقة توضع بين طبقات التبليط كما وتستخدم أنواعه الخفيفة لتثبيت التربة الحاوية على مواد رملية ، ويدخل أيضاً في صناعة الأصباغ والوارنيشات والمواد المانعة للتآكل وصناعة صناديق البطاريات وبعض الصناعات المطاطية وصناعة العوازل والمواد المانعة لتسرب المياه والرطوبة(3) وتتحدد طبيعة الاستخدامات المختلفة للاسفلت بطبيعة خواصه الفيزياوية والكيمياوية المختلفة. ومن أجل تطوير الاسفلت والحصول على مواصفات ريولوجية مقبولة واستخدامات متنوعة بالاضافة إلى استخدامه في التبليط فقد قام العديد من الباحثين بتطوير الاسفلت عن طريق معالجته مع الكبريت وبنسب مختلفة وفترات زمنية متباينة وبدرجات حرارية مختلفة(4-6) وباستخدام خفازات مختلفة(7) أو معالجته مع فضلات البوليمرات(8) أو الاثنين معاً وكانت هذه المعالجات فيزياوية أو كيميائية(4-10) وبالطرق التقليدية وكذلك معالجته مع الكلور(11).

أما هذا البحث فيهدف إلى دراسة التغيرات في المواصفات الريولوجية للاسفلت باستخدام الموجات الدقيقة (موجات المايكروويف) ولبيان تأثير التسخين باستخدام فرن المايكروويف في البحث بدلا من الطرق التقليدية في التسخين ومقارنة النتائج حيث أن تطبيقات المايكروويف متعددة ومنها في مجال كيمياء البوليمرات في دراسة تخليق وتكوين البوليمرات باستخدام التأثير الحراري للمايكروويف(12) مثل بولي يوريثان وراتنجات الايبوكسي ، كذلك تطبيقات في مجال الكيمياء الحلقية غير المتجانسة والتي تشمل تفاعلات ديلز الدر، تفاعلات الاضافة ، وفي تحضير مشتقات حلقية غير متجانسة.(13)

الجزء العملي

لقد تم انجاز ثلاث مراحل لمعالجة اسفلت المصافي الشمالية في بيجي بالكبريت

1. معالجة الاسفلت في أفران المايكروويف

تم وزن (100 غم) من الاسفلت وسخن إلى درجة الليونة وأضيف له وزن معين من الكبريت العنصري (1%) ومن كلوريد الالمنيوم اللامائي (1.5%) مع التحريك المستمر ثم وضع المزيج في فرن المايكروويف وعند مديات مختلفة من الموجات الدقيقة (lo-med-hi) وبفترات زمنية (2، 5، 8 دقيقة).

2. معالجة الاسفلت بالتسخين المسبق إلى درجة 130°م ثم التسخين في أفران المايكروويف

تم اجراء التجربة أعلاه وبنفس النسب المذكورة سابقا ولكن تحت ظروف تسخين اعتيادي (بدرجة 130°م) ولفترة زمنية قصيرة (5 دقائق) ثم مباشرة التسخين في فرن المايكروويف وعند مديات مختلفة من الموجات الدقيقة (lo, med, hi) وبفترات زمنية مختلفة (2، 5، 8 دقيقة).

3. معالجة الاسفلت بالتسخين في أفران المايكروويف عند مدى التسخين الواطئ (low)

أ. من خلال تغير في نسب الكبريت المضافة.

حسب الطريقة المذكورة سابقا تم تحضير نماذج اسفلتية بتغيير في نسب الكبريت المضافة (0.5%، 1%، 3%، 5%، 7%) مع تثبيت الظروف الأخرى من زمن (5 دقائق) ومدى التسخين الواطئ (low) ونسبة الحفاز (1.5%).

ب. تغير في نسب الحفاز المستخدم

تم اعادة التجربة وتحضير نماذج اسفلتية بتغير في نسب الحفاز (كلوريد الالمنيوم اللامائي) (0.5%، 1.5%، 2%) وتثبيت بقية الظروف من زمن (5 دقائق) ومدى التسخين الواطئ low ونسبة كبريت (1%).

وقد تم دراسة الخواص الريولوجية للنماذج الاسفلتية باستخدام الطرق القياسية حيث تم قياس درجة الليونة(14) ، النفاذية(15) ، الاستطالة(16) ثم دليل الاختراق.

النتائج والمناقشة

تؤدي عملية التحوير بالمعالجة الكيميائية للاسفلت مع الكبريت الى تكوين مركبات كبريت عضوية جديدة أو تزيد من نسبة بعض ما موجود منها أصلاً في المادة الاسفلتية مما يؤدي الى تغيير طبيعة المادة الاسفلتية بشكل عام. عليه يمكن أن نتوقع أن تزداد ذوبانية الكبريت العنصري في النظام الاسفلتي الجديد المتكون ، أو أن تقل تبعاً لطبيعة المواد والجزيئات الجديدة التي تكونت نتيجة المعالجة التحويرية واعتماداً على هذه الحقيقة فقد قمنا في هذه الدراسة بتحضير عدد من النماذج الاسفلتية المحورة بالكبريت خلال ظروف معالجة مختلفة ، وباستخدام أفران المايكروويف والذي مواصفاته في الجدول أدناه:

MW power	hi	med hi	med	med –low	Low
Approximate percentage of out put	100%	70%	50%	30%	10%

* المقصود بمصطلح مدى low هي مقدار التغير في القدرة power.

* out put power = 1.2 kw – 850 w

وعند مقارنة النتائج للنماذج الاسفلتية المعالجة حسب الطرق المذكورة في البحث مع اسفلت المنطقة الشمالية في بيجي غير المعالج والذي يمتلك المواصفات التالية من درجة الليونة 47°م ، ونفاذية 53 (0.1 ملم ، 5 ثا ، 25°م) ، ودرجة استطالة 100 ، ودليل احتراق 1.845- لوحظ أن النماذج الاسفلتية الجديدة تمتلك مواصفات فيزياوية تختلف عن المواصفات الفيزياوية للاسفلت غير المعالج. فقد لاحظنا أنه عندما المعالجة الأولى وباستخدام مديات مختلفة من الموجات الدقيقة في أفران المايكروويف قد أعطت أفضل النتائج من ناحية زيادة في درجة الليونة ، النفاذية ضمن نفس المدى من التسخين وهذا واضح في مدى التسخين الواطئ الذي أعطى زيادة في درجة الليونة ، الاستطالة ، دليل الاختراق ، كذلك عند المقارنة مع المديات الأخرى من التسخين (med-hi) لوحظ تذبذب في قيم الاستطالة ،

وازدياد النفاذية وقد يعزى ذلك إلى احتمالية تكون أواصر كبريتيدية بين تراكيب الاسفلت الارومية أو في السلاسل البرافينية أو كليهما معاً في المزيج الهيدروكاربوني للاسفلت وقد تتكسر بتأثير زمن التعرض ثم بزيادة الزمن تتكون مرة أخرى وهذا واضح في قيم الاستطالة للنماذج (7-9) في جدول – 1.

جدول 1: المواصفات الريولوجية لاسفلت المنطقة الشمالية في بيجي المعالج بفترات زمنية مختلفة ومديات مختلفة من الموجات الدقيقة في فرن المايكرويف

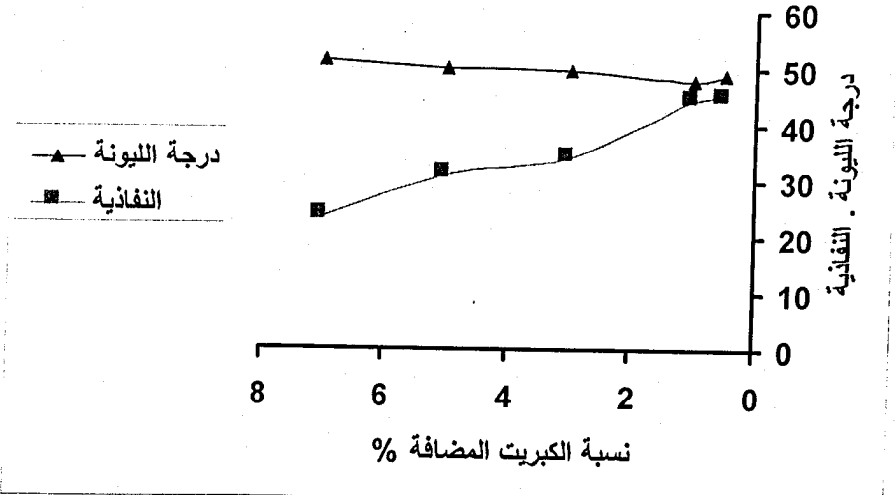
رقم النموذج	مديات الموجات الدقيقة	الزمن (دقيقة)	درجة الليونة (^{o}م)	النفاذية 0.1ملم، 5ثا، 25^{o}م	الاستطالة (سم.25^{o}م)	دليل الاختراق
1	Low	2	46	38.3	70	-2.24
2		5	48	44.6	100^{+}	-1.94
3		8	47	59.5	100^{+}	-1.06
4	Medium	2	44	43	100^{+}	-3.81
5		5	45	46	90	-2.60
6		8	46	62	100^{+}	-1.76
7	High	2	45	43.5	87	-2.81
8		5	45.5	50	100	-2.37
9		8	47	64	75	-1.41

أما المعالجة الثانية والتي استخدمنا الطريقة التقليدية في التسخين أولاً ثم التسخين في أفران المايكرويف ثانياً ومقارنة مع النموذج الأصلي للاسفلت كانت هناك زيادة في درجة الليونة وهذا واضح في النماذج (10-18) في جدول (2) وهذا التناسق نتيجة التسخين المسبق للاسفلت مع الكبريت قبل التسخين في أفران المايكرويف مما أدى إلى تكوين محلول متجانس.

جدول 2: المواصفات الريولوجية للاسفلت المعالج بطريقة التسخين الاعتيادية (130°م) ثـــم التسخين بأفران المايكرويف

رقم النموذج	مديات الموجات الدقيقة	الزمن (دقيقة)	درجة الليونة (°م)	النفاذية 0.1ملم، 5ثا، 25°م	الاستطالة (سم.25°م)	دليل الاختراق
10	Low	2	46	54.3	90	-2.06
11		5	47	57.6	85	-2.29
12		8	47.5	67	70	-1.15
13	Medium	2	49	48	100	-1.53
14		5	50	63.6	80	-0.6
15		8	51	64	70	-1.13
16	High	2	46	40	85	-2.67
17		5	47.5	46	60	-1.96
18		8	48.5	48	50	-1.50

أما المعالجة الثالثة والرابعة واعتماداً على أفضل نتيجة حصلنا عليها من حيث درجة الليونة ، الاستطالة ، دليل الاختراق ، عند مدى التسخين الواطئ في فرن المايكرويف ، لهذا تم تثبيت هذا المدى من التسخين في هذه المعالجات ، حيث في المعالجة الثالثة والتي هي مع نسب مختلفة من الكبريت حصلنا على ارتفاع ملحوظ في درجة الليونة وانخفاض واضح في النفاذية كما موضح في شكل (1).



شكل 1: العلاقة بين درجة الليونة ونسبة الكبريت المضافة / عند استخدام مدى التســـخين العلاقة بين النفاذية ونسبة الكبريت المضافة/الواطئ في فرن المايكرويف (المعالجة الثالثة)

وقد يعزى ذلك إلى حدوث تكاثف بين الكبريت والمكونات الاسفلتية وتكوين تراكيب كبريتيدية والتي قد تؤدي الى تغير في الوزن الجزيئي للتراكيب الاسفلتية(6، 18) وبما ينعكس ذلك على الصفات الفيزياوية المذكورة وهذا مبين في جدول 3.

جدول 3: المواصفات الريولوجية للاسفلت المعالج مع نسب مختلفة من الكبريت عند مدى low في أفران المايكروويف

رقم النموذج	نسبة الكبريت %	درجة الليونة	النفاذية	الاستطالة	دليل الاختراق
اسفلت غير معالج	0	47	53	100^{+}	-1.84
19	0.5	49	45	98	-1.67
2	1	48	44.6	100^{+}	-1.94
20	3	49.5	34	99	-2.22
21	5	50	31	100^{+}	-2.15
22	7	51.5	23.6	100^{+}	-2.17

وعند المعالجة الرابعة والتي استخدمنا فيها نسب مختلفة من الحفاز فكانت قيم درجة الليونة مرتفعة عن الاسفلت غير المعالج وكذلك نتائج جيدة في دليل الاختراق (نموذج 2) وهذا واضح في جدول 4.

جدول 4: الصفات الريولوجية للاسفلت المعالج مع نسب مختلفة من الحفاز.

رقم النموذج	نسبة الحفاز % $AlCl_3$	درجة الليونة	النفاذية	الاستطالة	دليل الاختراق
23	0.5	49	38.9	99	-2.01
2	1.5	48	44.6	100^{+}	-1.94
24	2	51	25.3	100^{+}	-1.74

لقد بينت هذه الدراسة أيضاً أن استخدام فرن المايكروويف قد اختزل زمن التفاعل لأن أطياف المايكروويف كما معروف هي أحد مناطق طيف الاشعاع الكهرومغناطيسي الممتد من الطيف الراديوي (أقل طاقة) إلى الأشعة الكونية (أعلى طاقة) ويتراوح الطول الموجي في هذه المنطقة بين 10 μm-1 cm(15).

الاستنتاجات

ان استخدام احدى تطبيقات المايكرويف (وهي الافران) مهمة جداً في هذه الدراسة من حيث اختزال زمن التفاعل والذي قد يستغرق ساعات أو أيام لانجازه بالطرق التقليدية، بالاضافة إلى أهمية الاسفلت وضرورة دراسة مواصفاته وتفاعلاته مع المواد الاخرى مثل الكبريت الذي يعتبر المكون الثالث في النفط بعد الكاربون والهيدروجين ولهذا فان دراسة سلوكه مهمة جداً عند معالجة الاسفلت بالكبريت في فرن المايكرويف وهذا واضح من الزيادة المنتظمة في النفاذية مما يدل على لدونة عالية بالمقارنة مع الاسفلت غير المعالج.

المصادر

1. Henglein F.A. "Chemical Technology", Pergaman press. (London) 1st ed., p. 811-812, 1969.
2. أ.ر. أمين "الكيمياء العضوية والتطبيقية" جامعة تكريت ص 365 ، 1992.
3. ل.علي و ع.ع. الدبوني "النفط المنشأ والتركيب والتكنولوجيا"، جامعة الموصل، الطبعة الأولى:85-68 ، 1986.
4. Al-Tai A.K. "M.Sc. Thesis", Mosul University, p. 55-64, 1986.
5. Tawfiq K.S. "Ph.D. Thesis", Mosul University, p. 28-33, 1990.
6. Saleh L.A. "M.Sc. Thesis", Mosul University, p. 41-46, 1992.
7. Al-Kahtani A.A. "MSc. Thesis", Mosul University, p. 30-31, 2002.
8. Mahal I.S. "M.Sc. Thesis", Mosul University, p. 12-13, 2000.
9. Al-Ghannam K.A. "Ph.D. Thesis", Mosul University, p. 14-17, 1996.
10. Al-Ghannam K.A. "Modification of paving asphalt through reaction with phenol and formaldehyde", J. Edu, Sci, Vol. 45, p. 68-72,2000.
11. Al Mattlak S.H.S. "M.Sc. Thesis", Mosul University, p. 6-8, 2002.
12. Kingston H.M. and Stephen "Micro wave Enhanced Chemistry", J. Haswell p. 20-22,1997.
13. Almena I. "Italian society of Chemistry", J. Roman and A. Ortiz, Vol. 2, p. 281, 1998.
14. ASTM D. 36-70, Part (II), p. 27, 1972.
15. ASTM D. 5-83, Section (4), Vol. (O4, O3), 1986.
16. ASTM D. 43-83, Section (4) Vol. (O4, O3), 1986.
17. ل.م. نجيب . "الطيف" جامعة الموصل، كلية التربية، ص 19 ، 1985.
18. Al-Dobouni I.A. , Shahab Y.A. and Tawfiq K.S. Fuel Science and Technology International, Vol. 12, No. 3, p. 443-469, 1994.