الروابط الفحمائية (الهيدروكربونية)

انتشر استخدام الروابط الفحمائية (الهيدروكربونية) في كثير من حقول الهندسة المدنية كالطرق والمطارات وأقنية الري وأسطح المباني وجدران الخزانات والمسابح لذلك لا بد من دراسة الخواص الأساسية الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية لهذه الروابط.

تعريف: الروابط الفحمائية هي عبارة عن مواد لزجة متماسكة تعتمد مقاومتها على مقدار لزوجتها ولذلك فهي تتأثر بشكل كبير بالتغيرات الحرارية, وتتألف بشكل رئيسي من عنصرين أساسيين هما الكربون والهيدروجين حيث تتراوح نسبة الكربون (75-95)% ونسبة الهيدروجين (5-25)% ويدخل في تركيبها مواد أخرى بنسب خفيفة جدا مثل الكبريت والأوكسجين والآزوت وآثار خفيفة من بعض المعادن مثل الفاناديوم النيكل والكوبالت والحديد واليورانيوم.

وللروابط الفحمائية أنواع متعددة أشهرها:

- البيتومين الصناعي أو الطبيعي.
- القطران.

1) البيتومين الصناعي:

رابط عضوي فحمائي اسمر اللون يميل إلى السواد وهو مادة لدنة عالية التماسك يستخدم بشكل أساسي في أعمال طبقات الرصف العلوية في الطرق ومهابط المطارات والساحات وبشكل ثانوي في صناعة البطاريات والمواد العازلة وغيرها. ونحصل عليه من تقطير البترول إذ يبقى في المرحلة الأخيرة مع الشحوم الأخرى.

نشتق من البيتومين عنصرين أساسيين هما الكات- باك والمستحلبات ويمتاز هذان النوعان بلزوجتهما القليلة وقابلية سيلانهما في درجات الحرارة العادية.

الكات- باك: نحصل عليه بإضافة مواد طيارة كالبنزين والكيروسين والمازوت إلى البيتومين وغاية هذه المواد أن تذيب البيتومين وتقلل من لزوجته ونميز ثلاث أنواع من الكات- باك :

A. كات- باك ذو تبخر سريع (R-C) نحصل عليه بإضافة البنزين إلى البيتومين.

B. كات– باك ذو تبخر متوسط (M–C) نحصل عليه بإضافة الكيروسين إلى البيتومين.
C. كات– باك ذو تبخر بطيئ (S–C) نحصل عليه بإضافة المازوت إلى البيتومين.

ولكل صنف من هذه الأصناف أنواع أخرى تختلف عن بعضها بدرجة لزوجتها

المستحلبات: هي روابط فحمائية نحصل عليها من البيتومين بإضافة الماء إليه مع بعض المواد الكيميائية التي تحمل شوارد سالبة أو موجبة, حيث يتم طحن البيتومين إلى ذرات ناعمة جدا وتضاف إليه المواد الكيميائية والماء فتسعى الشوارد للتوضع على ذرات البيتومين وتحيط بها وتمنعها من الالتصاق ببعضها, فنجد أن المستحلب يتألف من ذرات بيتومين يحيط بها غشاء رقيق جدرا من المواد الكيميائية التي تحمل شوارد كهربائية وتسبح في وسط مائي حامضي وتبلغ نسبة البيتومين في المستحلبات (50–60%).

تستعمل المستحلبات كما هي دون تسخين وتطبق على المواد الحصوية فتلتصق بها تبعا للشاردة الكهربائية وتعطيها تماسكا ما.وتستعمل بشكل خاص في تثبيت الترب وإعطائها مقاومة إضافية وكثافة أشد كما تستعمل في تغطية الطرقات ومنع الرشح في السدود وللعزل في السطوح والأساسات.

2) البيتومين الطبيعي:

يوجد البيتومين الطبيعي بأشكال متعددة ويمكن أن يكون بشكل قاس أو بشكل ذرات ناعمة أو على شكل صخور ومنه ماهو موجود على سطح الأرض بشكل بحيرات ومنه ماهو موجود في أعماق الأرض يحتاج استخراجه إلى إقامة المناجم.

A. بيتومين الصخور أو المناجم:

يوجد في الطبيعة صخور بيتومينية بأشكال متعددة فإما أن تكون صخور رملية متفتتة مشبعة البيتومين أو تكون صخور كلسية متصلبة مشبعة بالبيتومين ويستخرج البيتومين منها بالتكسير والطحن والتسخين ولا تعد الصخور البيتومينية اقتصادية إلا إذا زادت نسبة البيتومين فيها عن 7% ويوجد في سوريا نوعين أساسيين هما:

a) **بيتومين جبل البشري:** يتألف بيتومين جبل البشري من خليط من الرمل ذي تدرج حبي منتظم مشبع بالبيتومين الطبيعي بنسبة 18–20% من وزن

المواد الحصوية ولكن التدرج الحبي المنتظم لحبات الرمل وصغر قطرها (0.5–1mm) حد من إمكانية الاستفادة المباشرة من هذا البيتومين الطبيعي وقد أجريت دراسات متعددة حول إصلاح التركيب الحبي بإضافة مواد حصوية أخرى بأقطار مختلفة وإضافة نسبة قليلة من البيتومين الصناعي وقد توصلت الدراسات إلى تشكيل مخلوط قريب من البيتومين الصناعي من حيث المواصفات الفنية.

b) **بيتومين كفريه الطبيعي:**هو صخر بيتوميني طبيعيي يستخرج من مقالع تقع إلى الجنوب الشرقي من محافظة اللاذقية ويتألف الصخر البيتوميني من أحجار كلسية مشبعة بالبيتومين بنسبة 17% وقد قامت الشركة السورية الصناعية للإسفلت والبترول في اللاذقية بدراسة هذه المادة للاستفادة منها في الطرق داخل المدن وخارجها ورصف الأرصفة داخل المدن وتنفيذ طبقة عزل للسطوح ولمنع رشح المياه.

B. <u>بيتومين البحيرات:</u>

البيتومين الطبيعي الموجود في قاع البحيرات يكون بشكل طري لدن أو نصف سائل ومن بيتومين البحيرات نذكر بيتومين جزيرة برمودا الذي يحوي 65% مواد بيتومينية و30% ماء و5% مواد معدنية وبيتومين جزيرة ترينداد الذي يتألف من مستحلب بيتوميني وغاز وماء وبودرة ومكونات معدنية معظمها سيليكاتية.

3) <u>القطران:</u>

نحصل على القطران من التقطير الاتلافي للفحم الحجري والخشب بمعزل عن الهواء وهو عبارة عن سائل أسود لزج ذو تركيب معقد وتوجد منه ثلاثة انواع رئيسية:

1. (القطران النظامي): نحصل عليه من تقطير الفحم الحجري بدرجة حرارة 1000–1300C°.
2. القطران ذو الحرارة المتوسطة: نحصل عليه من تقطير الفحم الحجري بدرجة حرارة لا تزيد عن 1000C°.
3. القطران ذو الحرارة المنخفضة: نحصل عليه من تقطير الفحم الحجري بدرجة حرارة لا تزيد عن 600C°.

الصفات العامة للروابط الفحمائية:

من الصفات الأساسية للروابط الفحمائية نذكر مايلي:

1. **التماسك:** تتصف الروابط الفحمائية بخاصية التماسك وتشكيل فلم رقيق بلاستيكي وكتيم دون أن يحدث اقتلاع في الذرات أو تشققات داخلية. وهذه الميزة تعطي مقاومة عالية على الشد لقطعة الرابط عند تجريبها بالسحب بعكس الروابط المائية التي تتحطم فورا من جراء أي تشوهات بسيطة.
2. **الالتصاق:** تتصف الروابط الفحمائية بخاصية الالتصاق مع المواد الحصوية وتعمل على ربط حبات المواد الحصوية مع بعضها البعض وتمتاز عن الروابط المائية بأن التصاقها بالمواد الحصوية يجعل الأخرى كتيمة وذات مقاومة جيدة للتأثر بالماء.
3. **الثبات الحراري:** تتصف الروابط الفحمائية بانخفاض مقاومتها وبتشوهها تحت تأثير الحمولات عند ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط ولهذه الخاصة أهمية بالغة في تعيين تركيب الخلائط الفحمائية للطرق والمطارات.
4. **الشيخوخة:** تفقد الروابط الفحمائية بعض خواصها وخاصة التماسك مع الزمن حيث تفقد بعض الزيوت الموجودة فيها بالتطاير ولهذا تفقد هذه الروابط جزءا من لدونتها وتصبح اكثر عرضة للتشوهات والانهيارات.
5. **المطاوعة:** هذه الخاصية تسمح يتشكيل خيط رقيق من الرابط بالشد دون أن ينقطع وهي تمكننا من اختيار الرابط المناسب للظروف الجوية المحيطة.
6. **اللزوجة:** وهي الصفة الأساسية للروابط الفحمائية وتم ايجاد طرق تجريبية لتقدير لزوجة الروابط الفحمائية.

التجارب التي تجرى على الروابط الفحمائية:

1. **اللزوجة بمقياس اللزوجة النظامي:**

يتألف من وعاء اسطواني له ثقب من الأسفل بقطر 4mm او 10mm يوضع به الرابط, ويوضع في وعاء أخر يسخن الى درجة ثابتة حسب شروط التجربة, ويعين الزمن اللازم لجمع $50cm^3$ من الرابط وهذا الزمن يعبر عن لزوجة الرابط.

وهناك مقاييس أخرى تشبه مقياس اللزوجة النظامي كمقياس انكلر.

2. **تجربة النفاذية أو الاختراق:**

وتعتمد على قياس المسافة التي تخترقها ابرة نظامية في عينة من البيتومين ضمن شروط محددة من حيث الحرارة والتحميل والزمن

نعبر عن درجة الغرز بمجال الاختراق لثلاث قراءات متتالية ولعدد لا يقل عن ثلاث بوتقات فإذا كان مجال الغرز 8–10mm يعبر عن درجة الغرز بالدرجة 80/100 وإذا كان 6–7mm يعبر عن درجة الغرز بالدرجة 60/70 وهكذا,

تفيد هذه التجربة في اختيار الرابط المناسب تبعا للوسط المحيط وغزارة السير حيث يستعمل الرابط ذو درجة الغرز القليلة في درجات الحرارة العالية والسير الكثيف.

ويصنف البيتومين حسب درجة الغرز إلى :

درجة الغرز	نوع البيتومين
20/30 to 40/50	بيتومين صلب
60/70 to 80/100	بيتومين نصف صلب
110/180 to 180/200	بيتومين نصف مائع
200/300	بيتومين مائع
300/350	بيتومين مائع جدا (سائل)

3. **تعيين درجة التميع بجهاز الكرة والحلقة:**

تعتبر هذه التجربة مكملة لتجربة الغرز حيث يتم تعيين درجة الحرارة التي تلامس فيها الكرة قعر الوعاء في الجهاز المبين اعلاه وهذه الدرجة تمثل نقطة تميع البيتومين وتتراوح بشكل عام بين 40-60 C°

4. **المطاوعة:**

حيث تعرف المطاوعة بأنها المدى الذي نستطيع ان نشد اليه الرابط البيتوميني ويتطاول مشكلا خيط رفيع او خيوط رفيعة دون ان تنقطع

وتجرى التجربة على عينات بشكل 8 حيث تثبت من احدى النهايتين وتحرك من الجهة الثانية بواسطة عربة تطبق قوة شد ثابتة وبسرعة ثابتة حتى يتشكل خيط رفيع من الرابط ونحدد المسافة التي تنقطع عندها هذه الخيوط وتكون هي حد المطاوعة وبشكل عام لا تقل عن 60cm

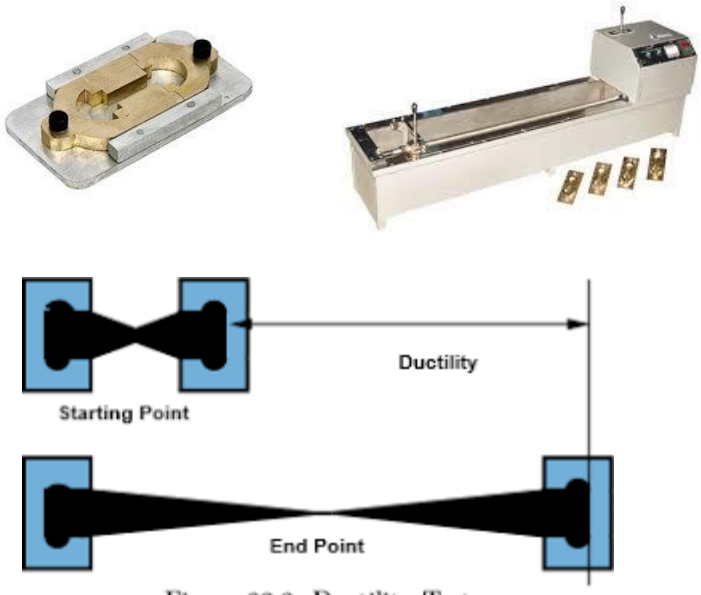
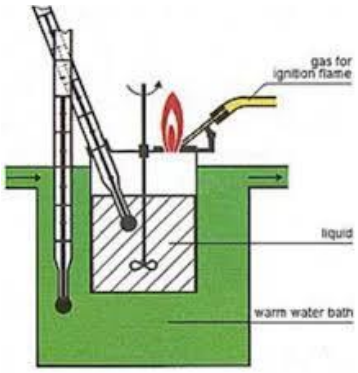


Figure 23:2: Ductility Test

5. **<u>درجة الاشتعال أو اللهب:</u>**

الغاية من هذه التجربة تحديد درجة الحرارة التي تشتعل عندها الباخرة المتصاعدة من البيتومين عند تسخينه وهذه الدرجة هي درجة الحرارة الاصغرية التي يبدأ عندها البيتومين بالاشتعال حتى نحذر عمال المجابل من الوصول الى هذه الدرجة عند تسخين الروابط البيتومينية.



6. **<u>الوزن النوعي للبيتومين:</u>**

يفيد الوزن النوعي في حساب الفراغات وكثافة الخلائط ويتعلق بشكل مباشر بدرجة الحرارة ويجب تعيينه في شروط نظامية ويكون محصورا بالنسبة للروابط المستخدمة في إنشاء الطرق ما بين 1.4–0.9 ويأخذ قيمة وسطية للبيتومين 1.03 فهة اثقل من الماء بقليل.