مقارنة بين الإسفلت والقار كمادة رابطة

توجد وجهات نظر متباينة للمهندسين الذين يعملون في مجال هندسة الطرق بخصوص تفضيل الإسفلت عن القار أو العكس، إلا أنه بصفة عامة يمكن القول بأن لكل نوع ميزات معينة عن النوع الآخر إذا تم استخدامه في ظروف محددة تختلف عن ظروف استخدام النوع الآخر. وفيما يلي بعض الاختلافات في الخواص بين القار والإسفلت:

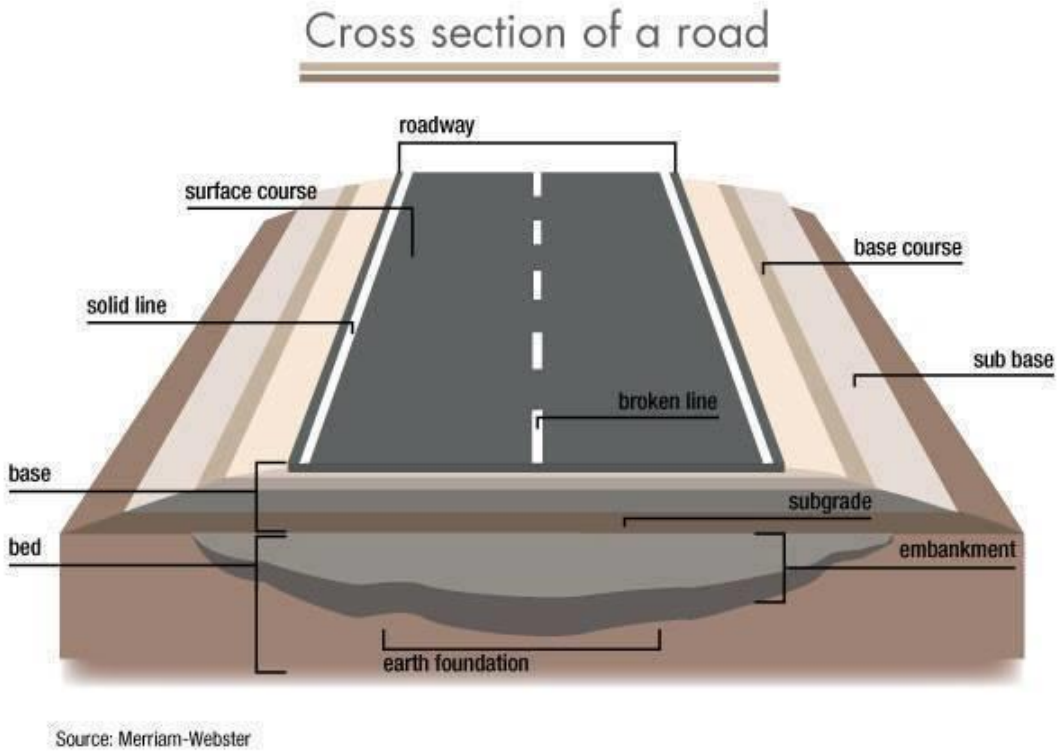
1- تأثير الحرارة على الإسفلت أقل من تأثيرها على القار، بمعنى أن القار أكثر حساسية للتغير البسيط في درجات الحرارة حيث يتحول القار إلى سائل عند درجات الحرارة الأقل ويتجمد أو يتصلب عند درجات حرارة أعلى نسبياً من درجة تجمد الإسفلت.

2- القار أكثر عرضة لحدوث زيادة في التسخين، مما يسبب تلفه إلا أنه أسهل في عملية التفريغ من الحاويات الخاصة به.

3- القار أسهل وأسرع في عملية تغليف حبيبات الركام، وخاصة إذا كان الركام من النوع ذي التدرج المفتوح.

4- القار غير قابل للتفكك في حالة تعرضه لمركبات بترولية، ولذلك يمكن استخدامه في حالة أماكن الانتظار، حيث يصبح عمرها أطول في هذه الحالة بالمقارنة بالخلطات التي تحتوي على الإسفلت، حيث يكون هناك احتمال تسرب مواد بترولية وزيوت من المركبات.

5- الإسفلت أقل عرضة للكسر في حالة الطقس البارد عكس القار، حيث إن القار يحتوي على نسبة عالية من الكربون الحر. والشكل الآتي يوضح تقسيمات البيتومين والتقسيمات الفرعية للإسفلت المستخدم في أعمال الطرق.



** مصادر الحصول على الإسفلت: ثمّة مصدران للحصول على الإسفلت، الأول: مصادر طبيعية (Natural Asphalt) حيث يوجد الإسفلت الطبيعي في الطبيعة على صورتين، الأولى يوجد بصورة منفردة (Pure state)، والثانية أن يكون مشتركاً بنسب مختلفة مع مواد معدنية (Mineral matter)، والإسفلت الطبيعي ناتج من تأثير الطبيعة في المناطق الموجود فيها خام البترول منذ فترة طويلة بفعل حرارة الشمس والرياح، حيث تتطاير المواد الخفيفة والقابلة للتبخر، والتطاير يتم بفعل عوامل الطبيعة وتبقى المواد الإسفلتية السوداء، ومعظم هذه الأنواع تحتوي على الشوائب مثل، الطين، والرمل.

أقسام الإسفلت الطبيعي:

1- بحيرات الإسفلت (Lake Asphalt)، حيث توجد على هيئة بحيرات مثل، بحيرة «ترينداد» بالمحيط الأطلنطي وبحيرة «بيرموديز».

2- إسفلت الجلسونيت (Gilsonite)، حيث يوجد في الشقوق الموجودة بالصخور أو بين فواصل الصخور على هيئة عروق، وهذه الأنواع تكون صلبة، وغالباً لا تحتوي على شوائب، وهى نادرة الاستخدام في أعمال الرصف الإنشائي للطرق.

3 - الإسفلت الصخري (Rocky Asphalt) وهو عبارة عن ترسيبات من الحجر

الجيري، والحجر الرملي، مشبعة بالمواد البيتومينية، وهو منتشر في أجزاء مختلفة من الولايات المتحدة وبعض الدول الأخرى، وقد أعطت بشكل عام أسطح الطرق مقاومة كبيرة للعوامل الجوية وثباتية جيدة.

الثاني: مصادر صناعية (Manufactured Asphalt)، يتم إنتاج مادة الإسفلت عن طريق تكرير زيت البترول الخام، وعلى الرغم من أن البترول هو في الأساس مادة هيدروكربونية (تركيبات كيميائية من الكربون والهيدروجين)، إلا أن كمية وطبيعة الهيدروكربونات تختلف من خام لآخر وبالتالي فإن الإسفلت الصلب المنتج يختلف من حيث التركيب الكيميائي والخواص من مصدر إلى مصدر، أما كمية الإسفلت التي يحتويها الزيت فهي تختلف باختلاف نوع الزيت الخام نفسه.

**الطرق التي يتم بها تكرير الخام، والتي من خلالها يتم الحصول على الإسفلت المستخدم في أعمال الرصف هي:

1- التكرير باستخدام البخار والتفريغ (Steam and Vacuum Refining): يتم إمرار الزيت الخام داخل أنابيب خزانات التسخين (Tube Still) ليتم رفع درجات حرارته ثم يُنقل بعد ذلك إلى عمود التقطير، لتبدأ أول عملية من عمليات التقطير، حيث تتجمع أبخرة الغازات المتطايرة الخفيفة في الأجزاء العليا من عمود التقطير، وتخرج من أنابيب على مناسيب مختلفة إلى جهاز التكثيف (Condenser)، وكلما اتجهنا إلى أسفل برج التقطير حصلنا على منتجات بترولية أثقل (تزداد عدد ذرات الكربون في الجزيء) من التي نحصل عليها في الأجزاء العليا، حيث تخرج أبخرة هذه المنتجات إلى وحدات التكثيف، حيث إن معظم معامل تكرير البترول تفصل البترول الخام خلال عملية التقطير الأولى إلى خمسة منتجات هي:

أ- مخلوط من جميع أنواع الجازولين (Straight Run Gasoline).

ب- مخلوط من جميع أنواع الكيروسين (Straight Run Kerosene).

ج- زيت الديزل المستعمل في الوقود (Diesel Oils).

د- زيوت التشحيم (Lubricating Oils).

هـ- مواد متبقية ثقيلة (Residual Material).

وبإجراء عملية تكرير أو تكسير المنتجات المختلفة لكل نوع على حدة يمكن فصله إلى درجاته المختلفة حسب سرعة قابليته للتطاير أو الاشتعال، وتستمر عملية استخلاص المنتجات البترولية من المناسيب المختلفة، ومن الأنابيب الموجودة على المستويات المختلفة حتى تتجمع في القاع مادة زيتية ثقيلة (Residual Material) هي المتبقية بعد التقطير، وهذه المادة هي التي تحتوي على الإسفلت، وتتشابه في خواصها مع الإسفلت السائل بطيء التطاير (SC-0) (Slow Setting) ثم تُجرى عملية دفع هذه المادة بالقرب من نهاية قاع عمود التقطير، وبإعادة عملية التقطير على الزيوت الثقيلة (Heavy Residual Material) باستخدام البخار والتفريغ (Steam And Vacuum) ينتج من ذلك زيوت إسفلتية أكثر تركيز من النوع بطيء التطاير، وباستمرار عملية التقطير نحصل على المواد الإسفلتية الصلبة بجميع درجاتها المعروفة باسم (Penetration Asphalt)وبضبط درجة الحرارة للمادة المتبقية Residual (Material) داخل الأنابيب، وكذلك درجة التفريغ التي تُسلط على برج التقطير فإنه يمكن التخلص من الكمية المطلوبة من المواد الخفيفة أو الزيوت الموجودة بالمادة المتبقية بعد عملية التقطير الأولى، وبزيادة درجة حرارة زيت البترول الخام داخل أنابيب أبراج التسخين، وبزيادة التفريغ داخل برج التقطير، يؤدي في النهاية إلى الحصول على إسفلت ذي درجة غرز منخفضة أي ذي صلابة، والعكس صحيح إذا انخفضت درجة الحرارة للزيت الخام وخفض التفريغ في برج التقطير فإنه يؤدى إلى إنتاج إسفلت ذي درجة غرز أكبر أو إسفلت رخو، أي أنه يمكن التحكم في قوام الإسفلت (Consistency) المنتج عن طريق التحكم في العوامل الآتية: درجة الحرارة (Temperature) وكمية البخار (Amount Of Steam)والتفريغ (Vacuum) ونوع الخام (Type Of Crude) ومعدل العملية (Rate Of Processing)

2- طريقة استخلاص الإسفلت باستخدام المواد المذيبة By Using Solvent) Extraction Method) ويُستعمل فيها إحدى المذيبات الهيدروكربونية الخفيفة مثل، غاز الميثان، والبروبان، والبيوتان، والبنتان، في استخلاص الإسفلت من الشحوم الزيتية وتكون نهاية العملية هي الحصول على إسفلت صلب ذي درجة غرز منخفضة، وغالباً لا تزيد عن (50) ولإنتاج إسفلت صلب ذي درجة غرز أقل فلا بد من خلط الإسفلت

بكمية بسيطة من المواد الزيتية المتبقية الرخوة. ومن المألوف أيضاً خلط نسب معينة من الإسفلت ذي درجة غرز منخفضة، والإسفلت ذي درجة الغرز المرتفعة الذي أُستعمل فيه الحرارة والتفريغ المنخفض للحصول على مادة إسفلتية ذات درجة
غرز متوسطة.

أنواع الإسفلت: أ- الإسفلت المنفوخ (المؤكسد Air Blown Asphalt Oxidized Asphalt) بدراسة مادة الإسفلت، أمكن إدخال بعض الخواص الجديدة عليه، بمعاملته معاملات خاصة عن طريق وضع المتبقي بعد التقطير داخل خزانات تسمى المحولات (Converters) وتُحفظ في درجة حرارة مرتفعة حيث يُدفع داخلها الهواء المضغوط (Air Blowing)، وهذه العملية تستمر حتى يحدث التغير المطلوب للمتبقي، ويكتسب الخواص المطلوبة، وبإضافة مادة وسيطة (Catalyst) مثل كلوريد الحديديك (Ferric Chloride) أو ثاني أوكسيد الفوسفور (Phosphorous) في أثناء عملية إدخال الهواء لإنتاج الإسفلت المؤكسد، ينتج عن ذلك مادة ذات خواص ممتازة من حيث إنها تبقى لدنة (Plastic) عند درجات حرارة منخفضة أقل بكثير من درجات الحرارة التي يصير عند الإسفلت العادي صلب قابل للكسر (Brittle)، وهذا النوع يعرف باسم (Catalytically Blown Asphalt)، والإسفلت المؤكسد هو أصلب أنواع الإسفلت التي يمكن الحصول عليها، وله خاصية الاحتفاظ بقوام متماسك (Firm Consistency)عند درجات الحرارة المرتفعة التي يتعرض لها، وهذه الأنواع من المواد الإسفلتية لا تُستعمل بكثرة في مخلوطات الرصف بينما تعطيها الخواص المكتسبة أهمية كبيرة في بعض الاستعمالات الخاصة، فهي تُستعمل في تغطية السقف، وفي صناعة صناديق البطاريات، ودهان السيارات، كما تُستعمل كمواد عازلة، وفى حشو الشقوق والفواصل في الطرق الخرسانية، وكذلك في حقن الطرق
الصلبة القديمة التي تحدث فجوات أسفلها.

تأثير عملية الأكسدة (Air Blowing) على خصائص الإسفلت: منها، زيادة اللزوجة ودرجة التطرية، وتقليل درجة الغرز والمطولية (القابلية للسحب)، وتقل درجة حساسية الإسفلت للحرارة مقارنة مع إسفلت صلب له نفس درجة الصلابة، كما يمكن إنتاج

العديد من درجات الإسفلت المؤكسد عن طريق التحكم في زمن الأكسدة، درجة الحرارة، إضافة مادة وسيطة (Catalyst).

ب- الإسفلت المستخدم في أعمال الرصف المرن (Flexible Pavement) ينقسم إلى قسمين هما: إسفلت صلب (Asphalt Cement) ، وإسفلت سائل (Cut back LiquidAsphalt)

1: الإسفلت الصلب (Asphalt Cement): يتكون الإسفلت الصلب من جزئين أساسيين؛ حيث يكون الأول مادة زيتية معروفة باسم مالثين (Malthene) والآخر معروف باسم الإسفلتين (Asphaltene) ، والإسفلتين عبارة عن جزيئات صلبة موزعة في المالثين، ويحميها من الاختلاط مع جاراتها كسوة من مادة راتينجية أو صمغية (Resins) وكل إسفلتين مع كسوتها تسمى (Micelle)

**الأجزاء الرئيسية للإسفلت الصلب:

أولاً: الإسفلتين(Asphaltene): هو مادة صلبة بنية معتمة (Dark Brown) هشة ذات وزن جزيئي عالي، ونسبة الكربون إلى الهيدروجين به تزيد عن ($C/H \geq 0$) حيث يكسب الإسفلت لونه ولدونته وقوامه الصلب.

ثانياً: المادة الصمغية الراتنجية (Resins): وهي مادة معتمة اللون من نصف صلبة إلى صلبة، وتتحول إلى سائل عند التسخين وتصبح هشة عند التجمد، وهي مادة مساعدة مشتتة للإسفلتين داخل الزيت (Oils) مكونة سائل متجانس وهذه المادة ذات وزن جزيئي متوسط، وتتراوح نسبة الكربون إلى الهيدروجين من (0.4) إلى (0.8)،

وهي تُكسب الإسفلت خواص الالتصاق والاستطالة.

ثالثاً: الزيت (Oils): وهو سائل عديم اللون، أو ذو لون أبيض، حيث يذوب في معظم المذيبات، وله وزن جزيئي صغير، ونسبة الكربون إلى الهيدروجين له أقل من أو يساوي (0.4)، وهي تُكسب الإسفلت خصائص الانسياب، والتميع وخصائص اللزوجة.

الإسفلت الصلب في درجات الحرارة العادية عبارة عن مادة نصف صلبة Semi Solid لها لون أسود ذات لزوجة عالية، وهي مادة لاصقة ممتازة، ولها خصائص عزل الرطوبة، وهي أيضاً عالية المقاومة للأحماض، والقلويات، والأملاح، وتتغير حالتها بالتسخين (Thermo-Plastic and Viscous-Elastic Material)والاستخدام الأكبر للإسفلت الصلب هو في مجال الرصف المرن، ويتحول الإسفلت الصلب إلى الحالة السائلة عن طريق التعرض للحرارة في أثناء الخلط مع الركام لإنتاج المخلوط الإسفلتي، ويتوقف استخدام الإسفلت الإسمنتي في أعمال رصف الطرق على العوامل الآتية: درجة الحرارة التي يتعرض لها الرصف، وحجم المرور، ونوع الإنشاء.

درجات الإسفلت الصلب (Asphalt Cement Grading):

أ- النوع الصلب (Rigid Kind): يُستخدم في الخلطات الإسفلتية الساخنة، ولأعمال المعالجات السطحية، ويكون استخدامه عادة في الأجواء الحارة، ودرجة حرارة الاستعمال تتراوح بين(135-160 مْ) ويشمل الأنواع: طبقاً للزوجة طبقاً للاختراق

AC 40 AC 40/50

AC 50/60

AC 20 AC 60/70

AC 70/85

AC 10 AC 85/100

ب- النوع المتوسط الصلابة (Medium Kind): يُستخدم لأنواع الماكدام المسقى (Penetration Macadam)، وفي محطات الخلطات الإسفلتية على الساخن، والإسفلت الناعم (Sheet Asphalt) وذلك للبيئة ذات الأجواء المعتدلة والباردة، وتستخدم هذه الأنواع في درجات حرارة تتراوح بين (135-60مْ) ويشمل الأنواع:

طبقاً للزوجة طبقاً للاختراق

AC 5 AC 100–200

AC 120–150

AC 150–200

ج– النوع اللين أو الطري (Soft Kind): ويُستخدم لأعمال المعالجات السطحية في درجة حرارة (135–160 مْ) ويشمل النوع: طبقاً للزوجة طبقاً للاختراق

AC 2.5 AC 200–300

د– الإسفلتات السائلة (Liquid Asphalt): وتنقسم إلى مجموعتين: الإسفلت السائل (Cut–Back Asphalt)، والمستحلب الإسفلتي (Asphalt Emulsion)

*الإسفلت السائل (Cut–Back Asphalt): يمكن الحصول على هذا النوع بإضافة مواد مذيبة، وقابلة للتطاير إلى الإسفلت الإسمنتي لكي يتحول إلى الحالة السائلة لفترة زمنية مؤقتة فقط، وذلك لسهولة الاستخدام، والخلط مع الركام في درجات الحرارة العادية بدون تسخين، وهذا الخلط يسمى الخلط على البارد أي بدون تسخين الركام،

وينقسم هذا النوع إلى ثلاث مجموعات:

أ- إسفلت سائل بطئ الشك (Slow Curing Cut-Back) (SC): ويمكن الحصول عليه بإحدى الطرق الآتية: بإيقاف عملية التقطير في مرحلة معينة قبل نهايته حيث يكون المتبقي ما يزال في حالة سائلة، ويمكن الحصول عليه بدرجات مختلفة من اللزوجة، وبإضافة مواد مذيبة مثل زيوت الوقود (Slow Nonvolatile Oils) وتُضاف بكميات مختلفة للحصول على إسفلت سائل، يتدرج إسفلت له خاصية تماسك منخفضة إلى أسفلت ذي خاصية تماسك عالية جداً، وتتوقف لزوجة الإسفلت على كمية المادة المذيبة المضافة، والأنواع ذات اللزوجة العالية يلزم تسخينها كي يمكن استخدامها بسهولة في عمليات الخلط والتشغيل، ويلاحظ أن هذا النوع من الإسفلت يظل في حالة سائلة لفترة طويلة قبل أن يُشك أو يتحول إلى الحالة الصلبة، وهذا يمكّن من خلط الركام، الذي يحتوي على كمية كبيرة من المواد الناعمة خلطاً جيداً، فوجود
الحبيبات الناعمة يتطلب وقتاً طويلاً لعملية الخلط.

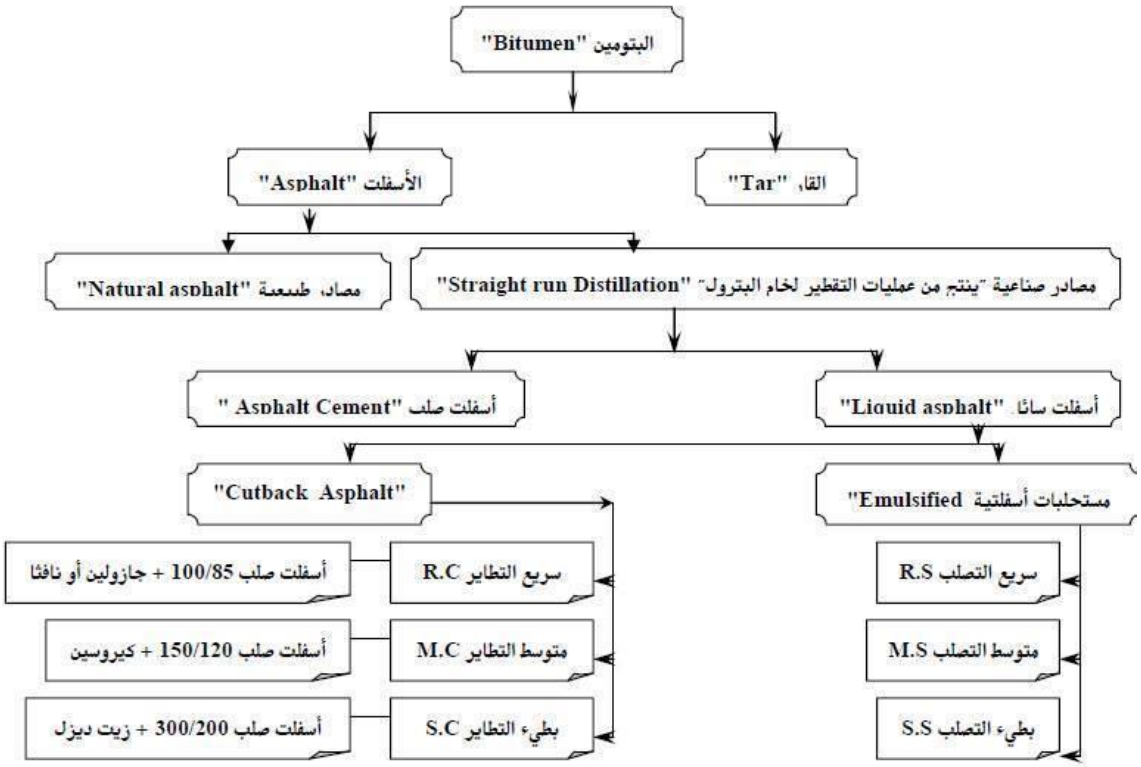
ب- إسفلت سائل متوسط الشك (Medium Curing Cut-Back) (MC): المادة المذيبة في هذه الحالة هي الكيروسين، حيث معدل التطاير للمادة المذيبة متوسط ويكون الشك متوسط أيضاً.

ج- إسفلت سائل سريع الشك (Rapid Curing Cut-Back) (RC): المادة المذيبة في هذه الحالة هي الجازولين (Gasoline) أو النافتا (Naphtha) حيث
يكون معدل التطاير مرتفع وبالتالي يحدث شك سريع.

* المستحلب الإسفلتي (Asphalt Emulsion): وهو عبارة عن سائلين لا يمكن عادة مزجهما، إنما يتشتت أحدهما في الآخر على شكل أجزاء دقيقة للغاية، فتُضاف مواد لمنع تجمع جزيئات أحد السائلين وانفصاله عن الآخر، فمثلاً لا يمكن خلط الماء والإسفلت سوياً، حيث تتجمع وتلتحم جزيئات الإسفلت مع بعضها وتنفصل عن الماء بدون إضافة مواد خاصة تسمى معاملات الاستحلاب، ويتم تحضير المستحلبات الإسفلتية عن طريق تسخين الإسفلت في الماء لدرجة حرارة (35 c)، حيث يتحول الإسفلت إلى أجزاء صغيرة جداً موزعة ومنتشرة في الماء، وللحفاظ على استمرارية هذا الانتشار لجزيئات الإسفلت يتم إضافة معامل الاستحلاب من مواد مثل الصابون

والراتينج، والجيلاتين، والنشاء، والسيليكات، والزيوت النباتية، وهذه المعاملات تمنع التحام وتجمع الجزيئات الدقيقة من البيتومين مع بعضها أثناء فترة التخزين، ولكنها تسمح باتحاد الجزيئات على هيئة طبقة دقيقة متصلة من البيتومين عندما يفرش المستحلب على الطريق، حيث يتبخر الماء الموجود بالمستحلب تاركاً طبقة من الإسفلت على الطريق تحيط بحبيبات الركام، وهذا ما يسمى بعملية انقسام الإسفلت من المستحلب أو التجمد (Breaking) ولأن الإسفلت الصلب لا يذوب في الماء، فإن كل منها يظل على حالته.

يُستخدم المستحلب في درجات الحرارة العادية وبدون تسخين، ويمكن استخدامه كذلك مع الركام في حاله كونه رطباً، ويمكن استعماله أيضاً في أعمال المعالجات السطحية الرطبة، ولذلك يعد مفيداً في حالة الأجواء الرطبة قليلاً، ويتم تصنيف المستحلبات الإسفلتية على أنها إسفلت سائل، لأنها عند درجة الحرارة العادية تكون في صورة سائلة والشكل الآتي يوضح تصنيف لأنواع المستحلبات الإسفلتية.



تصنيف المستحلبات الإسفلتية: طبقاً لنوع الشحنة، طبقاً لزمن التصلب، سالب، موجب، متعادل، سريع التصلب، متوسط التصلب، بطئ التصلب. وفيما يأتي أقسام المستحلبات الإسفلتية حسب سرعة تجمد أو انقسام الإسفلت من المستحلبات في وجود

حبيبات الركام حسب كمية ونوع عامل الاستحلاب:

أ- مستحلب سريع التجمد أو الشك (Rapid Setting) (RS): يُستخدم لأعمال المعالجة السطحية، وهي أعمال الدهان، حيث لا يتطلب ذلك عمليات خلط، ويستخدم في درجات الحرارة العادية، ومن ثم ينفصل المستحلب بسرعة بعد فرشه على الطريق تاركاً البيتومين كغطاء مع الركام.

ب- مستحلب متوسط التجمد أو الشك (Medium Setting) (MS): وهذا النوع ينقسم إلى مجموعتين طبقاً للزوجة: المجموعة الأولى (MS) وهو عبارة عن سائل منخفض اللزوجة، ويُستخدم في أعمال الخلط الموضعي، أو على الطريق في حالة استخدام الركام الخشن، الذي يشمل كسر الأحجار، أو الركام المحجوز على المنخل. والمجموعة الثانية (MS)وهو متوسط اللزوجة، ويستخدم في الخلط مع الركام الخشن وكسر الأحجار.

ج- مستحلب بطئ التجمد أو الشك (Slow Setting) (SS): يُستخدم في الأعمال التي يتطلب خلطها فترة طويلة من الزمن، فهو يلائم خلط الركام الناعم، أو الركام الذي يحتوي على كمية كبيرة من الحبيبات الناعمة، مثل الرمال الناعمة، أو أنواع خاصة من التربة بغرض تثبيتها وتحسين خواصها، وغالباً تتراوح نسبة الماء في المستحلب من (25- 45 %)، أمَّا نسبة الإسفلت فهي ما بين (55- 75 %) معامل الاستحلاب يُضاف بنسبة تتراوح ما بين (3- 0.5 %) والمستخدم غالباً نوع من الصابون، وتتوقف سرعة الانقسام أو التجمد على نوع وكمية المستحلب.

***خواص وخصائص المواد البيتومينية**

(Bituminous Material Properties and Characteristics)

من أهم الخواص المطلوبة في المواد البيتومينية لاستخدامها في الخلطة هي:

1- خواص القوام (Consistency): وهي اللزوجة، واللدونة، والكثافة للإسفلت، وهي توضح تأثير درجات الحرارة المختلفة على الإسفلت؛ لذلك يجب دراستها لتحديد صلاحية البيتومين للاستخدام في الظروف الجوية المعينة.

2- الديمومة (Durability): وتعني مقاومة عوامل التجوية، وبقاء البيتومين كمادة

لدنة لأطول فترة ممكنة، ومن أهم عوامل التجوية المؤثرة درجات الحرارة العالية، والأكسدة، وأشعة الضوء ذات الموجات القصيرة.

3- معدل المعالجة أو التصلب: ويعتمد على عوامل كثيرة، بعضها خاص بالبيتومين، مثل معدل التطاير، أو التبخر للمادة المضافة وكميتها، وهناك عوامل خارجية، مثل درجات الحرارة، ومساحة السطح المعرض للتبخر، وسرعة الرياح.

4- مقاومة تأثير الماء (Water Effect Resistance): تغلغل الماء يؤدي إلى فقدان قوة الالتصاق بين الإسفلت وبين حبيبات الركام؛ لذلك يجب أن يتميز الإسفلت بقابلية الالتصاق مع وجود الماء القليل، ويتم تحسين خواص المواد البتيومينية بطريقتين: الأولى باستخدام المضافات، حيث تستخدم ألياف السيلولوز المعدنية للسماح باستخدام كمية أكبر من البيتومين في الخلطة، ويستخدم المطاط لزيادة مقاومة الإسفلت لدرجة الحرارة العالية، كما تستخدم المواد الإسمنتية (أسمنت- جير) لمقاومة تفكك البيتومين على الركام. الثانية بأكسدة الإسفلت (Oxidation of Asphalt): حيث إن الإسفلت المؤكسد هو إسفلت ذو مواصفات خاصة، لا يستخدم عادة في الطرق، ولكن يستخدم في تصنيع بعض المواد بالنسبة للسقف، وفي الطلاء ضد تسرب الماء، ويصنع بوضع الإسفلت الإسمنتي في صهاريج إسطوانية الشكل، ويُسخن الإسفلت إلى درجة حرارة مناسبة، ثم يمرر عليه من الفتحة أسفل الصهريج تيار هوائي ساخن، يتحد الأكسجين في الهواء مع بعض هيدروجين الإسفلت مكوناً ماء يخرج في شكل بخار، وتُحدث بلمرة للهيدروكربونات مكونة إسفلتاً كثيفاً، وثقيلاً، وأكثر صلابة من الإسفلت العادي.

***الخصائص العامة للبيتومين**

(**Generally characters Is tics of bituminous**) هناك العديد من الخصائص الموجودة في المواد البيتومينة منها:

1- تحتوي بصورة مؤثرة على الهيدروكربونات مع مركبات من الكبريت، الأكسجين، النيتروجين، بعض الفلزات بكميات بسيطة.

2- تذوب في ثاني كبريتات الكربون.

3- معظم البيتومينات مواد لاصقة بطبيعتها.

4- لدائن حرارية (تسيل بالحرارة وتذوب بالبرودة).
5- ليس لديها نقطة انصهار، أو نقطة غليان أو تجمد.
6- لا تذوب في الماء.
7- غير مسامية.
8- في العادة هي مواد ترفض الماء، بل ربما تكون عكس ذلك عند إضافة كميات بسيطة من الوسائط النشطة على السطح.
9- كيميائياً تعدُّ خاملة وغير فعالة.
10- تتأكسد ببطء.

إعداد: محمود عمر السعيد

المراجع:

1- الهندسة والمعلومات، موقع إلكتروني
2- الإسفلت من الألف إلى التاء، موقع إلكتروني