

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة – مدرسة الهندسة المدنية - قسم الطرق

خامسة طرق

مواد وتشيد الطرق

- **المواد البيتومينية Bituminous Material**

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

● تُقسم المواد البيتومينية المستخدمة في رصف الطرق إلى نوعين هما البتومين والغار.

❖ البتومين: و يتم الحصول عليه من مصدرين :

1. مصدر طبيعي مثل بحيرات الأسفلت الصخرى وخلافه .

2. من البترول الخام بطريقة التقطير بالتخلخل (Vacuum Distillation) ويسمى البتومين

المُستخرج من البترول الخام بال (Straight Run Bitumen) وتنقسم المواد البيتومينية الي:

I. الأسفلت الصلب (Asphaltic bitumen):

وهو الأسفلت اللدن المتماسك المتبقى بعد عملية تكرير البترول , ويتم تسخينه لإسالته حتى يسهل إستخدامه , وبعد الإستخدام في الموقع يبرد ويعود لحالته الطبيعية . ويحتاج الأسفلت الأسمنتي إلى درجات حرارة عالية لإسالته , ويمتاز بكثافة ودرجة حرارة عالية .

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

ويُصنف إلى عدة درجات عادة بإستخدام درجة اللزوجة ودرجة الإختراق أو الغرز , ولكن كثيراً من أنواع الأسفلت الأسمنتي التي تتساوى في درجة القوام في درجة الحرارة العادية في الإختبارات تعطى درجات قوام مختلفة عند التسخين لذلك لابد من دراسة التركيب الكيميائي للأسفلت من زيوت وراتنجات وأسفلتين

.II الأسفلت السائل (Cut – Back Asphalt):

وينتج بإضافة بعض المواد البارييفية الطيارة مثل الكيروسين والجازولين والديزل , وتُضاف هذه الزيوت إلى الأسفلت الأسمنتي لإسالته أو لتخفيض درجة إنصهاره . وعند إستخدامه في الموقع تتبخر الزيوت الطيارة ويتبقى الأسفلت . وتختلف خصائص الأسفلت السائل بإختلاف نوع المادة البارييفية المضافة وكميتها ولذلك يقسم الأسفلت السائل إلى ثلاثة أنواع :-

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

i. سريع المعالجة أو التطاير (Rapid Curing) :

ويرمز له بالرمز (RC) وينتج بإضافة الجازولين (لأنه ذو درجة غليان وتبخر منخفضة) إلى الأسفلت الأسمنتي ذو درجة الإختراق (70/110) وحدة إختراق في درجة الحرارة (77) درجة فهرنهايت , وكمية الجازولين المضافة هي التي تحدد درجات الأسفلت سريع المعالجة الذي يُقسم إلى عدد من الدرجات حسب درجة اللزوجة .

ii. متوسط المعالجة أو التطاير (Medium Curing):

ويرمز له بالرمز (MC) وينتج بإضافة الكيروسين (لأنه ذو درجة غليان وتبخرمتوسطة) إلى الأسفلت الأسمنتي ذو درجة الإختراق (70/250) وحدة إختراق في درجة الحرارة (77) درجة فهرنهايت , وكمية الكيروسين المضافة هي التي تُحدد درجات الأسفلت سريع المعالجة الذي يُقسم إلى عدد من الدرجات حسب درجة اللزوجة .

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

.iii بطيء المعالجة أو التطاير (Slow Curing) :

ويُرمز له بالرمز (SC) وينتج بإضافة الديزل (لأنه ذو درجة غليان عالية أى يتبخر ببطء شديد إلى الأسفلت الأسمنتي ذو درجة الإختراق أكبر من (250) وحدة إختراق في درجة الحرارة (77) درجة فهرنهايت وهو أيضا يُقسم إلى درجات حسب كمية الديزل المضافة لأن ذلك يؤثر على درجة اللزوجة

.III الأسفلت المستحلب (Emulsion Asphalt) :

وهو ينتج بخلط كمية من الأسفلت الأسمنتي مع وسط سائل مثل الماء وعادة ما يتشكل الأسفلت في أجسام كروية صغيرة مختلفة الأحجام تنتشر وتكون عالقة في الوسط المذيب (الماء) لكنها لاتذوب فيه للمحافظة على إنتشار حبيبات الأسفلت في الماء تتم إضافة بعض المواد الكيميائية مثل الصابون وكذلك تُضاف بعض أشكال المواد البروتينية للمحافظة على المحلول بصورة متجانسة وحتى لا يتسرب الأسفلت وينفصل عن الماء .

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

تختلف سرعة إنفصال الماء وتبخره باختلاف الصابون المستخدم والمواد البروتينية المضافة , ولهذا يقسم الأسفلت المستحلب إلى ثلاثة أنواع :-

❖ أسفلت مستحلب سريع الشك (Rapid Setting).

❖ أسفلت مستحلب متوسط الشك (Medium Setting).

❖ أسفلت مستحلب بطيء الشك (Slow Setting).

- وكل الأنواع السابقة من الأسفلت المستحلب تضم نوعين من المستحلبات , الأول يحتوى على شحنات سالبة وتستخدم في صناعة الأحماض العضوية وبعض الراتنجات التى تنتج وسط مائى قاعدى , والآخر يحتوى على شحنات موجبة وتستخدم في صناعة كثير من العوامل المساعدة التى تنتج وسطاً حمضياً . ومن أهم مميزات استخدام الأسفلت المستحلب هى :-

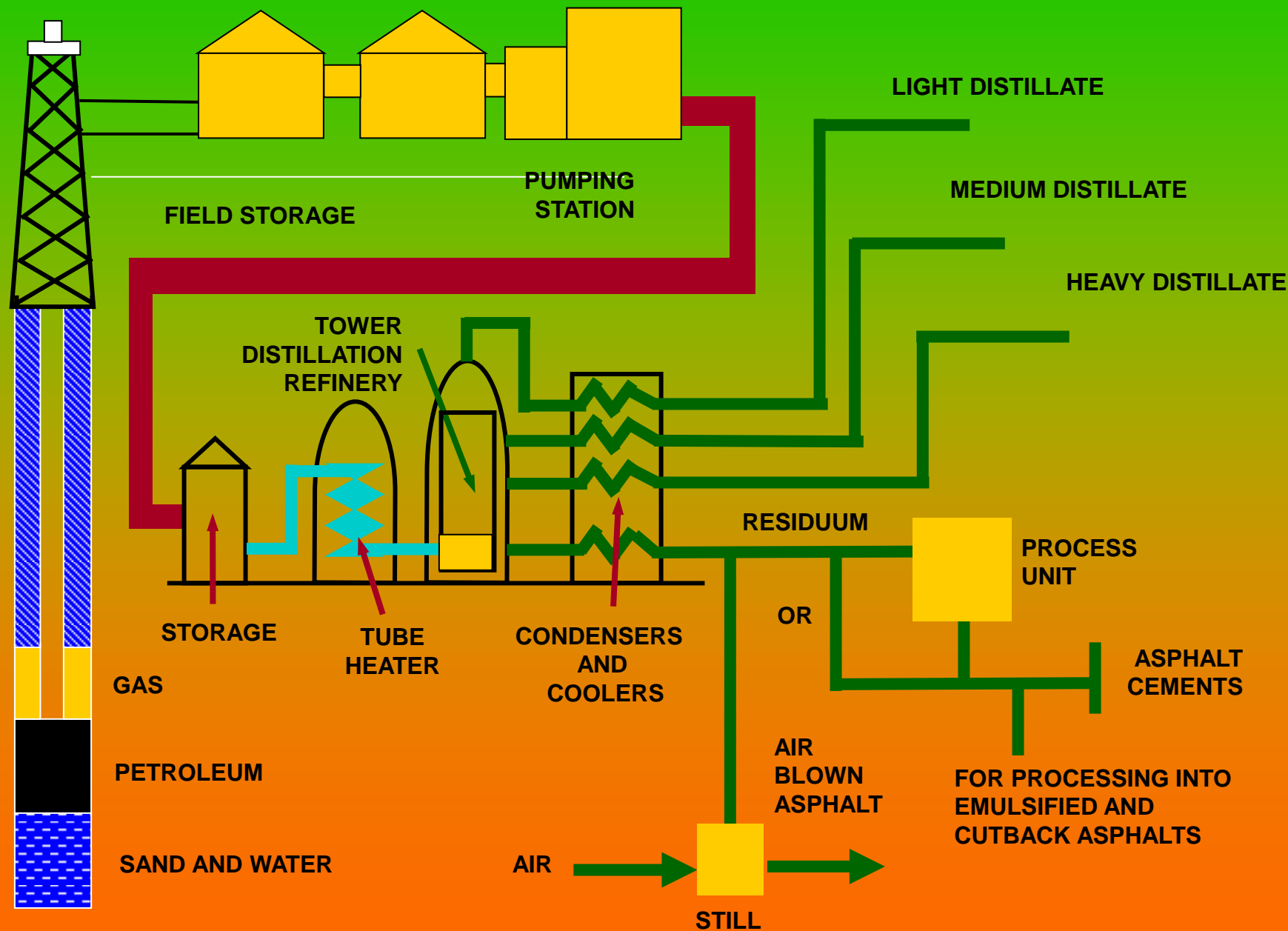
مواد وتشيد الطرق

●المواد البيتومينية Bituminous Material

- (1) يستخدم بارداً أو بعد تسخينه
- (2) يستخدم مع الركام جافاً أو رطباً .
- (3) يقلل من مخاطر الحرائق التي تحدث بسبب التسخين (كما في حالة الأسفلت السائل)

.IV الأسفلت المنفوخ (Bolwn Bitumen) :

- وهو يضغط فيه الهواء ولايستعمل في اعمال الطرق.
- ❖ القار: من تقطير الفحم الحجري يمكن اسخراج غاز الاستصباح ومن تكثيف الابخرة المتصاعدة نحصل علي القار.



مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

❖ خواص الأسفلت

1. خواص القوام (Consistency) :

وهى خصائص اللزوجة واللدونة والكثافة للأسفلت وهى توضح تأثير درجات الحرارة المختلفة على الأسفلت ولذلك يجب دراستها لتحديد صلاحية البتومين للإستخدام فى الظروف الجوية المعينة، ومن أهم الإختبارات التى تُجرى لتحديد ذلك هى تجارب اللزوجة والإختراق والطفؤ.

2. الديمومة (Durability) :

● وتعنى مقاومة عوامل التجوية وبقاء الأسفلت كمادة لدنة لأطول فترة ممكنة ومن أهم عوامل التجوية المضرّة بالأسفلت هى درجات الحرارة العالية والأكسدة وأشعة الضوء ذات الموجات القصيرة

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

ومن أهم التجارب التى تُجرى لتحديد ذلك هى تجربة التميع (Softening Point) وتجربة تسخين القرص الأسفلتى (Thin Film Oven Test) وتجربة تحديد التركيب الكيميائى ومعرفة نسبة إنتشار المالتين .

3. معدل المعالجة أو التصلب :

يعتمد على عوامل كثيرة بعضها خاص بالمادة الأسفلتية نفسها مثل معدل التبخر للمادة المضافة وكمية المادة المضافة , وهناك عوامل خارجية مثل درجة حرارة الطقس ومساحة السطح المعرضة للتبخر وسرعة الرياح ونسبة لهذه العوامل الكثيرة فمن الصعوبة تجربة تشملها كلها ولكن بعض الجهات العلمية تتحصل على ما يسمى بدليل المعالجة أو التصلب من تجربة التقطير ومن ثم على زمن المعالجة التقريبى.

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

3. معدل المعالجة أو التصلب :

يعتمد على عوامل كثيرة بعضها خاص بالمادة الأسفلتية نفسها مثل معدل التبخر للمادة المضافة وكمية المادة المضافة

4. مقاومة تأثير الماء :

تغلغل الماء يؤدي إلى فقدان قوة الالتصاق بين الأسفلت وحبيبات الركام ولذلك لا بد أن يتميز الأسفلت بقابلية للالتصاق مع وجود الماء القليل وفي حالة عدم توفر هذه الخاصية فستحدث ظاهرة تفكك للأسفلت ومقاومة هذه الظاهرة تُضاف بعض المضافات مثل الأسمنت لزيادة قوة الالتصاق .

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

❖ إختبارات الأسفلت

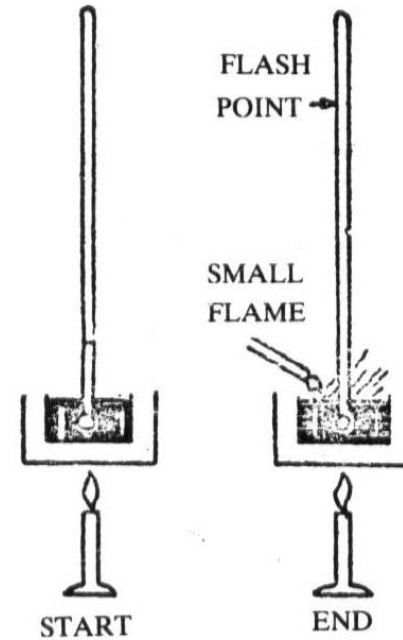
1. درجة الوميض ودرجة الإشتعال (Flash and Fire point Test)

تُجرى تجربة الإشتعال علي المواد البيتومينية لمعرفة درجة الحرارة التي تشتعل عندها الغازات المتصاعدة من المادة وهذا يحدث قبل إحتراق المادة نفسها. وإذا كانت درجة إشتعال عينة ما عالية فإن ذلك يبين أن مادة هذه العينة لا تحترق عند تسخينها إلي درجة السيولة. وأقل درجة إشتعال للبتومين المستخدم في الرصف هي (175) درجة مئوية بإستخدام جهاز بنسكي مارتين للإشتعال المقفل. وللحصول علي درجة إحتراق أي مادة يستمر في تسخين المادة في جهاز الإشتعال المقترح إلي أن تشتعل المادة وتستمر في الإشتعال تسمي درجة الإحتراق.

وفي العادة درجة حرارة خلط البتومين هي (162) درجة مئوية وتكون درجة إشتعال المواد البيتومينية حوالي (200) درجة مئوية.

مواد وتشيد الطرق

المواد البيتومينية Bituminous Material



Flash Point Test Set-up

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

2. تجربة الغرز (Penetration Test):

هذه التجربة تعطي درجة الغرز التي تبين قوام المادة البيتومينية المطلوب إستعمالها في الرصف , وتقاس درجة الغرز بمعرفة المسافة التي تتحركها إبرة معينة مخترقة عمودياً في المادة تحت ثقل معين وفي زمن معين وتحت درجة حرارة معينة . وفي العادة يكون الوزن فوق الإبرة هو (100) جرام والزمن (5) ثوانٍ تحت درجة حرارة (25) درجة مئوية . ومقاس الغرز يُعرف بأرقام كل منها عبارة عن (10/1) من المليمتر.

وتجربة الغرز تُعتبر من أهم التجارب في مجال الرصف لتحديد درجة صلابة المواد البيتومينية والأسفلت وتُعرف المادة بدرجة غرزها فمثلاً بتومين (30/20) أي بتومين درجة غرزه تتراوح بين 20, 30 . كما أن درجة الغرز تُحدد المادة التي تُلائم جوالمنطقة التي تُستعمل فيها , ففي المناطق الباردة يُستعمل أسفلت لين أي درجة غرزه عالية حتي لا يتشقق بفعل البرودة وفي المناطق الحارة يُستعمل أسفلت

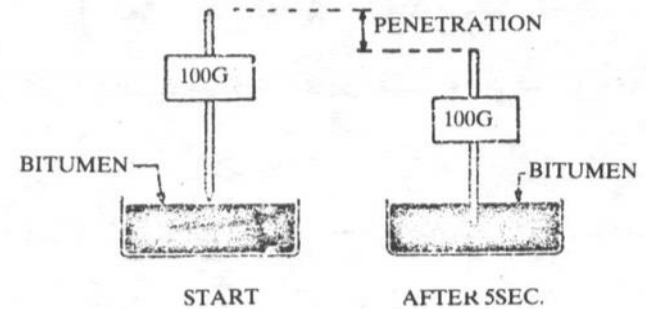
مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

صلب أي درجة غرزه منخفضة حتي لا يُصبح الأسفلت سائلاً تحت عجلات العربات ففي إنجلترا مثلاً يُستخدم أسفلت (46) درجة غرز وفي مصر يُستعمل أسفلت (30/20) درجة غرز وفي الهند يتراوح بين (40/30) , (100/80) حسب طريقة التنفيذ ودرجة الحرارة . ويجب أن تُعمل ثلاث تجارب ويُؤخذ المتوسط بينها . وإذا لم يوجد أسفلت له درجة الغرز المطلوبة يمكن الوصول إلي النوع المناسب بإضافة أسفلت صلب إذا أُريد خفض درجة الغرز أو إضافة زيت ملين مثل زيت فلكس (Flux Oil) إذا أُريد رفع درجة الغرز.

مواد وتشيد الطرق

● Bituminous Material المواد البيتومينية



Penetration Test Concept

(أ)

مواد وتشيد الطرق

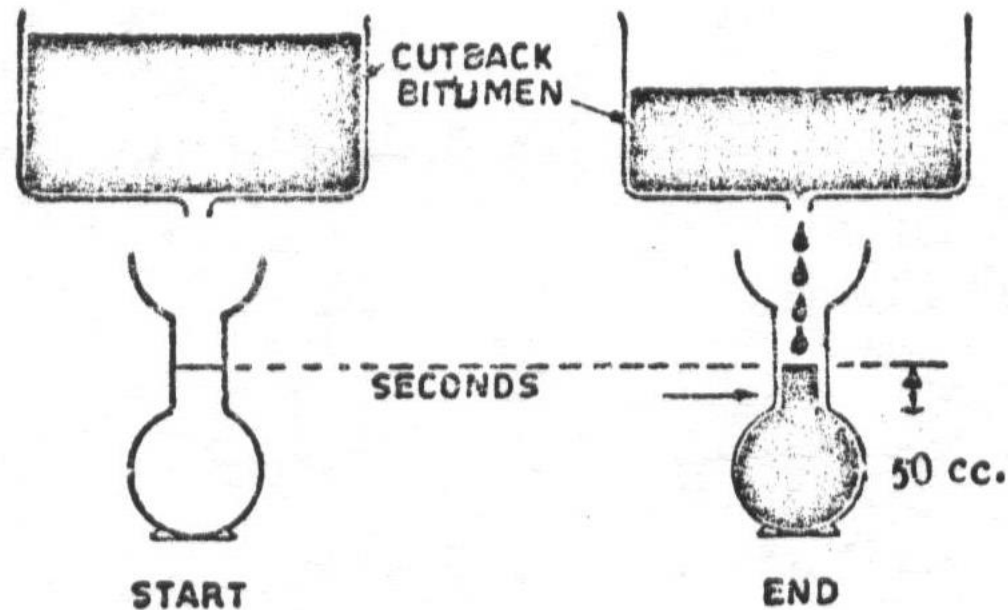
● المواد البيتومينية Bituminous Material

3. اللزوجة (Viscosity) :

تُعمل هذه التجربة لتعيين درجة لزوجة المواد البيتومينية المُستعملة مثل الزيوت أو المواد الأسفلتية وغيرها . وأهمية التجربة أنها تُبين مدى سرعة صب المواد البيتومينية المستعملة من الأواني الحاوية لها وكذلك مدى تخلل هذه المواد للفراغات الموجودة بين الأحجار المستعملة ومدى سرعة ملأ هذه الفراغات. وتُقاس اللزوجة بالزمن بالثانية الذي يمضي خلال نزول (50) سنتيمتر مكعب من المادة تحت درجة حرارة معينة من ثقب معين (10) ملم. ويجب ملاحظة ثبات درجة حرارة المادة طوال مدة التجربة بحيث لا تتغير مطلقاً إذ أن نصف درجة مئوية يعطي نتيجة لزوجة مخالفة جداً للمطلوب.

مواد وتشيد الطرق

● Bituminous Material البيتومينية



Viscosity Test set-up

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

4. تجربة الليونة أو السيولة (التميع) (Softening Point Test):

إن ليونة أو سيولة المادة البيتومينية لاتحدث عند زمن معين أو عند درجة حرارة معينة إذ أنه بإرتفاع درجة الحرارة تتحول المادة تدريجيا من حالة الصلابة إلى حالة الليونة ولهذا فإن تعيين درجة الليونة يجب أن تكون بطريقة ثابتة حتي يمكن مقارنة نتائج التجارب التي نحصل عليها.

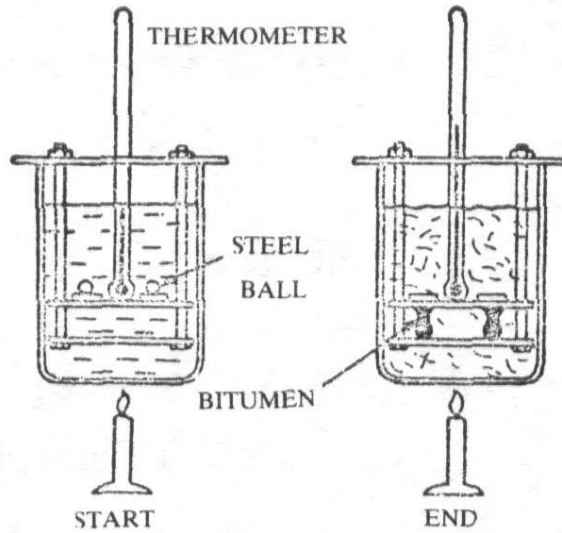
ويجب أن تزداد درجة حرارة الإناء بمعدل 5 درجات مئوية كل دقيقة ونلاحظ درجة الحرارة التي يحدث عندها تماس المادة البيتومينية بقاعدة الإناء نتيجة لسيولتها وسقوطها من أسفل الكرة المعدنية الذي يساعدها علي الهبوط . وهذه الدرجة هي درجة ليونة المادة.

● ومن التجربة نلاحظ أن الأسفلت ذات درجة الليونة الكبيرة مع إنخفاض درجة غرزه يكون هش وغير صالح للإستعمال في رصف الطرق كما أن الأسفلت ذات درجة الليونة المنخفضة يكون مفضل من ناحية أنه لا يحتاج إلى حرارة كبيرة عند تسخينه قبل الإستعمال .

مواد وتشيد الطرق

● المواد البيتومينية Bituminous Material

وتختلف درجة ليونة الأسفلت المستعمل للرصف حسب جو المكان الذي يستعمل فيه ففي الجهات الحارة تُستعمل أسفلت درجة ليونته عالية وفي الجهات الأقل حرارة يستعمل أسفلت درجة ليونته أقل وهكذا . وغالبا ما تتراوح درجة ليونة البتومين المستعمل في الرصف بين (35,70) درجة مئوية.



Softening Point Test Set-up

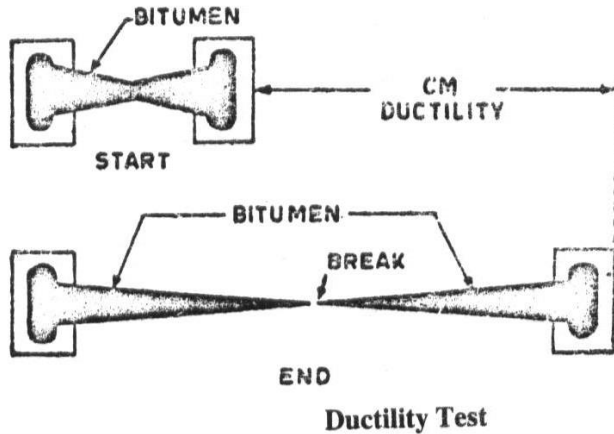


مواد وتشيد الطرق

المواد البيتومينية Bituminous Material

5. تجربة المط أو المرونة (Ductility Test) :

درجة المط أو السحب أو المرونة تُعرف بقياس المسافة التي تستطيع إليها المادة البيتومينية قبل انفصالها على أن لا تمس الجهاز أثناء شدها بقوة معينة وبسرعة معينة بجهاز المرونة , وتُجرى تجربة السحب عند درجة حرارة (27) مئوية (بواسطة حمام مائي) وعند معدل سحب (50) ملم في الدقيقة .
ومرونة البتومين تتراوح بين (5 - 100) للأنواع المختلفة ويفضل للحصول على رصف جيد أن لا تقل قيمة المرونة عن (50) نظراً لأن زيادة المرونة تمنع المادة من التشقق في الجو البارد.



مواد وتشيد الطرق

●المواد البيتومينية Bituminous Material

6. تجربة الذوبان (الاذابة) (Solubility) :

هذه التجربة تبين درجة ذوبان المواد البيتومينية بالأسفلت في ثاني كبريتوز الكربون . ومن نتائج التجربة يمكن تحديد وزن البتومين المذاب والذي يجب أن لا يقل عن (99)



● المواد البيتومينية Bituminous Material

4. تجربة التطاير (Vitality)

تبين هذه التجربة مقدار الفاقد من الزيوت وخلافه (عدا الماء) الموجودة بالمادة البيتومينية عند تسخينها . ولمعرفة الفاقد بالتطاير عند التسخين أهمية كبرى من الوجهة العلمية إذ أنه إذا فقد البتومين عند تسخينه كمية كبيرة من مكوناته وجب إستعمال نسبة أكبر منه عند الخلط وإذا فقد كثيراً من مواده المتطايرة وأثر ذلك على خواصه البيتومينية وجعله أكثر صلابة وجب إضافة مواد أخرى اليه بدل المواد المتطايرة حتى يصبح صالحاً للإستعمال . ويُسمح عادةً بفاقد للمواد المتطايرة لا يزيد عن (0.5) %.