المحاضرة السابعة

تجربة رقم (٩) اللزوجة الحركية للأسفلت (Kinematic Viscosity of Asphalt)

المواصفات الفنية : (AASHTO T 201)

المجال

١- تغطي هذه الطريقة عمليات تحديد اللزوجة الحركية للأسفلت السائل (البيتومين) وزيوت الطرق والجزء المتبقي من تقطير الاسفلت السائل (البيتومين) وجميعها عند درجة حرارة ٦٠ م° , وكذلك الاسفلت شبه الصلب عند ١٣٥ م° وذلك للزوجة تتراوح بين ٦ إلى ١٠٠,٠٠٠ سنتي ستوك CST .

٢- يمكن استخدام الناتج من هذه الطريقة لحساب اللزوجة عندما تكون كثافة المادة المختبرة معلومة عند درجة حرارة الاختبار أو يمكن حسابها .

ملحوظة (١) تصلح هذه الطريقة للاستخدام عند درجات حرارة أخرى ولكن الدقة المقبولة المعطاة في حالة تطبيق هذه الطريقة على الاسفلت السائل وزيوت الطريق عند ٦٠° م وكذلك على الاسفلت شبه الصلب عند ١٣٥° م فقط وفي حدود اللزوجة من ٣٠ إلى ٦٠٠٠ سنتي ستوك (CST) .

ملخص الطريقة

يقاس الزمن اللازم لانسياب حجم معين من السائل خلال مسار دقيق لمقياس لزوجة شعري ذي أنبوبة شعرية معايرة ، وذلك تحت ضغط قابل للتكرار بدقة وعند درجة حرارة متحكم فيها إلى حد كبير ، وتحسب اللزوجة الحركية بعد ذلك بضرب زمن الانسياب بالثواني في معامل معايرة مقياس اللزوجة .

تعريفات

١-اللزوجة الحركية :

هي نسبة معامل اللزوجة إلى كثافة السائل ، وهي مقياس لمقاومة تدفق السائل تحت تأثير الجاذبية .

وحدة اللزوجة الحركية في النظام المتري الفرنسي هي ١ سم ٢ /ث وتسمى ستوك (١ستوك) ، أما في النظام المتري العالمي فإن وحدة اللزوجة الحركية هي ١ م٢/ث وهي تكافئ $١٠^{٤}$ ستوك . والوحدة المستخدمة كثيراً هي سنتي ستوك حيث يمكن كتابة (١ سنتي ستوك = $١٠^{-٢}$ ستوك) .

٢-الكثافة

هي كتلة وحدة الحجوم من السائل وهي تساوي ١ جم/سم٣ في النظام المتري الفرنسي وتساوي ١كجم/م٣ في النظام الدولي للوحدات .

٣-اللزوجة

تسمى النسبة بين إجهاد القص المؤثر ومعدل القص بمعامل اللزوجة ، وبذا يكون هذا المعامل مقياساً لمقاومة الانسياب للسائل وهو يسمى عموماً لزوجة السائل ، ووحدة اللزوجة في النظام الفرنسي المتري هي ١غم/سم .ث (١

داين ث/سم٢) وتسمى بويز (Poise) بينما وحدة اللزوجة في النظام الدولي للوحدات هي ١ نيوتن ث/م٢ وهي تكافئ ١٠ بويز وغالباً ما تستخدم وحدة سنتي بويز (١ سنتي بويز = ١٠ $^{-٢}$ بويز) .

الأجهزة المستخدمة :

١– مقاييس اللزوجة (VISCOMETERS)

تستخدم مقاييس اللزوجة من الطراز الشعري وهي تصنع من زجاج البورسيليكات الملدن وهي مناسبة لهذا الاختبار وتتضمن مايلي : (شكل رقم (٥))

– مقياس اللزوجة من نوع(كانون – فينسك) للسوائل المعتمة .

– مقياس اللزوجة من نوع (زيتفوس) ذو الذراع المستعرض .

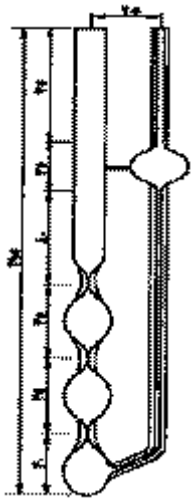
– مقياس اللزوجة من نوع (لانتز – زيتفوس) .

– مقياس اللزوجة المطابق للمواصفات البريطانية المعدل ذو الانسياب العكسي وهو على شكل أنبوبة .

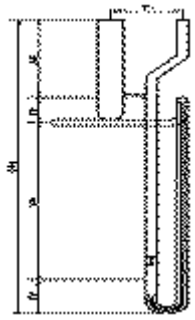
٢–أجهزة قياس درجة الحرارة (THERMOMETERS) :

تتميز مقاييس درجة الحرارة الخاصة باللزوجة الحركية و المعايرة طبقاً لمواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد بمدى ٥٨,٦ إلى ٦١,٤ م° و ١٣٣,٦ إلى ١٣٦,٤م

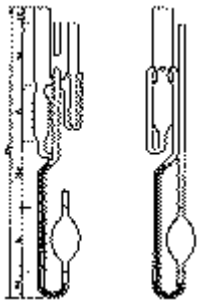
ويسمح باستخدام وسائل أخرى لقياس درجات الحرارة شريطة أن تكون دقتها وحساسيتها تساوي إن لم تزد عن تلك المقاييس المبينة في المواصفات المذكورة .



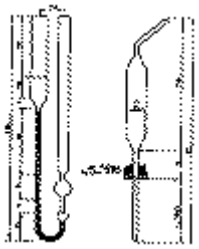
مقياس اللزوجة من نوع (كانون – فينسك) المستعرض



مقياس اللزوجة من نوع (زيتفوس) ذو الذراع



المسقط الرأسي مقياس اللزوجة من نوع (لانتز – زيتفوس)



المسقط الجانبي مقياس اللزوجة ذو الانسياب العكسي

شكل رقم (٥) انواع مختلفة لمقاييس اللزوجة

٣–الحمام المائي :

يكون الحمام مناسباً لغمر مقياس اللزوجة (VISCOMETER) بحيث لا يقل منسوب أعلى خزان السائل أو قمة القناة الشعرية (أيهما أعلى من الآخر) عن ٢٠ ملم أسفل منسوب الحمام العلوي مع توخي سهولة رؤية مقياس اللزوجة ومقياس درجة الحرارة ، ويراعى أن تكون مرتكزات مقياس اللزوجة ثابتة أو أن يكون مقياس اللزوجة جزءاً متكاملاً مع الحمام ، ويجب أن تكون كفاءة التقليب والتوازن بين مقدار الحرارة المفقودة ومقدار الحرارة الداخلة بحيث لا تتغير درجة حرارة المادة الوسيطة عن± ٠,٠٣ْ م (± ٠,٠٥ْ ف) على امتداد طول مقياس اللزوجة أو من مقياس لزوجة لآخر في مواضع مختلفة من الحمام .

يعتبر الماء المقطر سائلا مناسباً للحمام لإجراء الاختبار عند ٦٠ْ م (١٤٠ْ ف) ، وقد وجد أن الزيت الأبيض (USP) ذو درجة الوميض الأعلى من ٢١٥ْم (٤٢٠ْ ف) مناسب لإجراء الاختبار عند ١٣٥ْم (٢٧٥ْ ف) ، وتحدد درجة الوميض طبقاً لاختبار درجة الوميض ودرجة الاشتعال بطريقة طبق كليفولاند المفتوح (AASHTO T48).

٤–أجهزة التوقيت :

١– أداة التوقيت :

تستخدم ساعة إيقاف أو أي وسيلة توقيت مزودة ببيان تشغيل ومدرجة بأقسام تعادل ٠,١ث أو أقل وتكون دقتها في حدود ٠,٠٥٪ عند اختبارها عبر فترات لا تقل عن ١٥ دقيقة .

٢– أداة توقيت كهربائية

وهي تستخدم فقط بالدارات الكهربائية التي يصل التحكم في ترددتها إلى دقة ٠,٠٥ ٪ أو أفضل من ذلك .

وقد تلاحظ أن التيارات الكهربائية المترددة التي يكون التحكم في ترددتها متقطعا وليس مستمراً (كما هو الحال في أكثر نظم القدرة شيوعاً) تؤدي إلى أخطاء كبيرة خاصة خلال فترات التوقيت القصيرة عند استخدامها لتشغيل أدوات التوقيت الكهربائية .

٥– إعداد العينة

يراعى اتباع الإرشادات التالية وذلك لتقليل الفقد في المكونات المتطايرة وللحصول على نتائج يمكن الاعتماد عليها وهي :

– الطريقة المستخدمة للأسفلت السائل (البيتومين) وزيت الطرق .

– تترك العينات التي تم استلامها كما هي حتى تصل إلى درجة حرارة الغرفة .

– يفتح وعاء العينة وتخلط العينة جيداً بالتقليب لمدة ٣٠ ثانية مع مراعاة عدم إيجاد هواء محبوس بها , وإذا كانت العينة لزجة بدرجة تصعب على هذا التقليب فلا بأس من وضع العينة داخل وعاء محكم تماماً في حمام أو فرن ذي درجة حرارة ثابتة عند ٦٣±٣ْ م حتى تصبح سائلة بالقدر الكافي للتقليب .

– يتم صب العينة في مقياس اللزوجة فوراً ، أما إذا كان إجراء الاختبار سيتم فيما بعد فيتم صب حوالي ٢٠ مليلتر داخل وعاء أو عدة أوعية نظيفة جافة ذات سعة ٣٠ مليلتر تقريباً ثم يغلق الوعاء أو الأوعية بإحكام فوراً بغطاء يمنع دخول الهواء .

– في حالة المواد ذات اللزوجة الحركية الأكبر من ٨٠٠ سنتي ستوك عند ٦٠ْم يجرى تسخين العينة التي حجمها ٢٠ مليلتر داخل الوعاء المحكم في فرن أو حمام ذي درجة حرارة تساوي ٦٣± ٣ْ م حتى تصبح سائلة بالقدر الكافي لتنقل بسهولة داخل مقياس اللزوجة ويجب ألا تزيد فترة التسخين عن ٣٠ دقيقة .

خطوات الاختبار

١. تختلف قليلاً التفاصيل اللازمة لإجراء الاختبار تبعاً لنوع مقياس الزوجة المستخدم من حيث تعليمات الاستخدام للنوع المختار من مقياس اللزوجة .
٢. يحفظ الحمام عند درجة حرارة الاختبار في حدود ± ٠,٠٣ْ م (± ٠,٠٥ْ ف) ، وتجرى التصحيحات اللازمة (إن وجدت لجميع قراءات مقياس درجة الحرارة) .
٣. يتم اختيار مقياس لزوجة نظيف وجاف بحيث يعطي زمن انسياب أكبر من ٦٠ ثانية ثم يسخن مسبقاً إلى درجة حرارة الاختبار .

٤. يملأ مقياس اللزوجة بالطريقة المبينة طبقاً لتصميم الجهاز.
٥. يترك مقياس اللزوجة الممتلئ في الحمام مدة كافية حتى يصل إلى درجة حرارة الاختبار.
٦. يبدأ في انسياب الاسفلت في مقياس اللزوجة.
٧. يجرى قياس الزمن اللازم لمرور الحافة المتقدمة للسطح الهلالي للسائل من العلامة الأولى إلى العلامة الثانية بدقة ٠,١ ثانية ، فإذا قل زمن الانسياب عن ٦٠ ثانية لابد من اختبار مقياس لزوجة آخر ذو قناة شعرية يقل قطرها عن الأولى ثم تكرر العملية .
٨. بعد الانتهاء من الاختبار ينظف مقياس اللزوجة جيداً بشطفه عدة مرات بمذيب مناسب يكون قابلاً للامتزاج التام بالعينة ثم يعقبه شطف بمذيب متطاير تماماً وتجفف الأنبوبة بإمرار تيار هواء بطيء مرشح ومجفف خلال القناة الشعرية لمدة دقيقتين أو حتى يزول كل أثر للمذيب ، ولابد من تنظيف الجهاز دورياً بمحلول حمض الكروميك لإزالة الرواسب العضوية ثم يشطف بعد ذلك بالماء المقطر والأسيتون الخالي من الرواسب ويجفف أخيراً بهواء جاف مرشح .

١. الحسابات

١. تحسب اللزوجة الحركية لأقرب ثلاث أرقام صحيحة باستخدام المعادلة التالية :

اللزوجة الحركية (سنتي ستوك) = م . ز

حيث :

م = ثابت المعايرة لمقياس اللزوجة (VISCOMETER) (سنتى ستوك / ث)

ز = زمن الانسياب (ث) .

٢. التقرير

لابد دائماً من تسجيل درجة حرارة الاختبار مع النتائج فمثلاً : اللزوجة الحركية عند ٦٠° م تساوي ٧٥,٦ سنتي ستوك .