

УДК 625.7.062.3

Безаппаратурный метод оценки температуры хрупкости битумов

*Магистр Н.И. РЕМЕЗ, д-р техн. наук, проф.
Я.Н. КОВАЛЕВ (Белорусский национальный
технический университет, Минск)*

На основании проведенных лабораторных измерений, а также при обработке данных из паспортов на битум определенных марок, были установлены зависимости, которые подтверждают правомерность применения безаппаратурного аналитического метода определения температуры хрупкости битума согласно методике С.Л. Вдовиченко. Были обработаны паспортные данные на битумы нефтяные дорожные вязкие марок БНД, в результате чего определение температуры хрупкости аналитическим способом с использованием номограмм дало результаты, отличающиеся от экспериментальных значений на 1–2°С.

Ключевые слова: безаппаратурного аналитического метода, температура хрупкости битума, вязкость, дорожные битумы.

Огромное значение при приготовлении асфальтобетонных смесей имеет своевременный и качественный входной и операционный контроль температурных свойств органического вяжущего, осуществляемый производственными дорожными лабораториями. Зачастую рядовые дорожные лаборатории не имеют в наличии сложного и дорогостоящего оборудования для определения низкотемпературных характеристик вязких дорожных битумов, а время, потраченное на запрос экспериментальных данных в научно-исследовательские институты и иные организации, снижает оперативность работы производственных лабораторий. Немаловажным минусом также является и стоимость заказных лабораторных испытаний, что в свою очередь отражается на конечной цене асфальтобетонных смесей.

В настоящее время существует стандартный метод определения температуры хрупкости дорожных битумов по ГОСТ 11507-78. Для проведения испытания необходим прибор Фрааса. Процесс определения температуры хрупкости с его помощью является очень трудоемким, сущность метода заключается в охлаждении с постоянной скоростью и циклическом изгибе стальной пластинки с нанесенным на ее поверхность слоя битума и в определении температуры, при которой в нем появляются трещины или образец битума ломается.

Температура хрупкости, определяемая по методу Фрааса, зависит от таких факторов как: толщина битумной пленки, скорость охлаждения, скорость приложения нагрузки. Также наблюдается зависимость результатов определения температуры хрупкости от материала подложки, на которую наносится испытуемое вяжущее и от температуры, при которой распределяют вяжущее по пластине. Изменение любого из параметров прибора и условий испытания может привести к искажению получаемых результатов. Вследствие этого получаемые результаты не отличаются особой точностью и расхождения могут иметь недопустимые значения.

При испытании по методу Фрааса в вяжущем возникают деформации, значения которых превышают более чем в 100 раз значения предельных деформаций, возникающих в покрытии; скорость охлаждения вяжущего приблизительно в 30 раз выше, чем в ре-

альных условиях; скорость деформирования пленки вяжущего в 10 раз выше, чем в условиях эксплуатации покрытия. Все эти факторы способствуют поиску более совершенных методов определения нижней границы интервала пластичности.

При этом очень важно иметь в наличии не только оборудование, но и экспериментально-аналитические способы определения различных свойств дорожных битумов. Основное затруднение вызывает определение нижнего уровня интервала пластичности (температуры хрупкости). Известно, что определение температуры хрупкости может осуществляться как непосредственно экспериментальным путем с помощью прибора Фрааса, так и с использованием результатов уже проведенных испытаний на основании аналитических способов.

Температурное воздействие окружающей среды на асфальтобетон наиболее активно воспринимается его связующей составляющей – органическим вяжущим. Поэтому при подборе составов асфальтобетонных смесей большое значение уделяют чувствительности битумов к изменению температуры, так как их свойства (вязкость органических вяжущих) зависят от изменения температуры окружающей среды.

При $t = 40-50^{\circ}\text{C}$ битум переходит в вязко-пластичное состояние и для большинства дорожных конструкций не обеспечивает требуемой адгезионной прочностью на границе раздела фаз. При $t = (-20) - (-30)^{\circ}\text{C}$ у битумов настолько повышается вязкость, что они становятся хрупкими и не обеспечивают требуемых пластических свойств дорожных покрытий. Переход битумов из жидкого в вязкопластичное, а затем в твердое состояние протекает в определенном интервале температур, а интенсивность изменения вязкопластичных свойств характеризует теплоустойчивость битумов и определяется интервалом пластичности.

Наиболее приемлемым способом определения интервала пластичности битумов для установления его теплоустойчивости является определение разности между температурой размягчения и температурой хрупкости битума. Данные температуры называются критическими температурами вязких битумов, так как они определяют интервал их пластичности и соответственно рамки применимости в качестве вяжущего вещества для асфальтобетонов с учетом температурного режима работы дорожных покрытий в течение года [1–4].

На сегодняшний день актуальным является разработка новых способов аналитического (безаппаратурного) определения свойств вязких дорожных битумов, характеризующих интервал пластичности, а также подтверждение и уточнение уже существующих способов определения критических температур вязких дорожных битумов с учетом складывающейся ситуации на рынке производителей органических вяжущих для дорожного строительства. Этот вопрос также актуален и по экономическим соображениям, требующим исключения сложного оборудования и экспериментального метода определения температуры хрупкости битумов в заводских лабораториях АБЗ.

На основании проведенных лабораторных измерений, а также при обработке данных из паспортов на битум определенных марок были установлены зависимости, которые подтверждают правомерность применения безаппаратурного аналитического метода определения температуры хрупкости битума согласно методике С.Л. Вдовиченко [5]. Были обработаны паспортные данные на битумы нефтяные дорожные вязкие марок БНД, в результате чего определение температуры хрупкости аналитическим способом с использованием номограмм дало результаты, отличающиеся от экспериментальных значений на $1-2^{\circ}\text{C}$, что является допустимым.

Для упрощения методики расчета характеристики теплочувствительности используются данные стандартных испытаний по глубине проникания при 25°C P_{25} и температуры размягчения по методу «Кольцо и шар» ($t_{кш}$). Коэффициент теплочувствительности в этом случае определяется как отношение перепада уровней вязкости (в виде разности логарифмов вязкости) при температуре определения глубины проникания иглы ($+25^{\circ}\text{C}$) и при температуре размягчения по методу «Кольцо и шар» к величине этого темпера-

Нормативные значения коэффициента теплочувствительности

Марка битума	Коэффициент теплочувствительности K_T
БНД 40/60	0,84
БНД 60/90	0,81
БНД 90/130	0,83
БНД 130/200	0,82
БНД 200/300	0,85

турного интервала, выраженного разностью обратных температур в градусах Кельвина [5]:

$$K_T = \frac{\lg \eta_{25} - \lg \eta}{\frac{1}{298} - \frac{1}{\theta_{кш}}} \quad (1)$$

где η_{25} и $\eta_{кш}$ – коэффициенты вязкости при $+25^{\circ}\text{C}$ и при температуре размягчения по методу «Кольцо и шар», соответственно; $\frac{1}{298}$ и $\frac{1}{\theta}$ – обратная величина температуры по Кельвину и температуры размягчения по методу «Кольцо и шар», соответственно.

Установлено, что при величинах коэффициента теплочувствительности, не превышающих нормативных значений (таблица), полученные температуры хрупкости соответствуют нормативным требованиям.

Установлено, что при значениях пенетрации и температуры размягчения битумов близким к середине интервала, допустимого для данного типа битумов, значение коэффициента теплочувствительности не превышает нормативных значений.

Исходя из вышесказанного, на номограмме [5] (рис. 1) для определения коэффициента теплочувствительности можно выделить области, при попадании в которые фиксируется устойчивость битума данного типа к температурным изменениям, и, соответственно, можно утверждать, что величина нижнего предела пластичности будет соответствовать нормативным значениям.

Для битумов марки БНД 40/60 область, в которой фиксируется температурная устойчивость битума данного типа, представлена на рис. 2.

Для битумов марки БНД 60/90 область, в которой фиксируется температурная устойчивость битума данного типа, представлена на рис. 3.

Для битумов марки БНД 90/130 область, в которой фиксируется температурная устойчивость битума данного типа, представлена на рис. 4.

Для битумов марки БНД 130/200 область, в которой фиксируется температурная устойчивость битума данного типа, представлена на рис. 5.

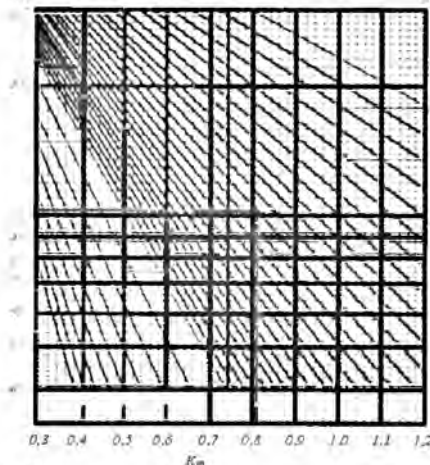


Рис. 1. Номограмма для определения коэффициента теплочувствительности битума

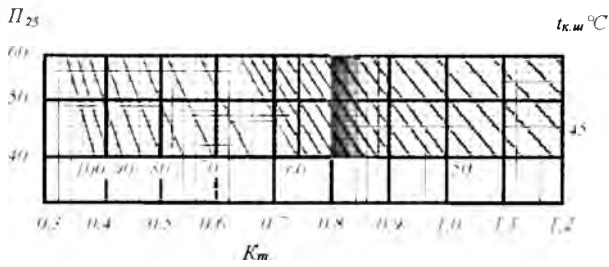


Рис. 2. Номограмма для определения коэффициента теплопроводности битума БНД 40/60

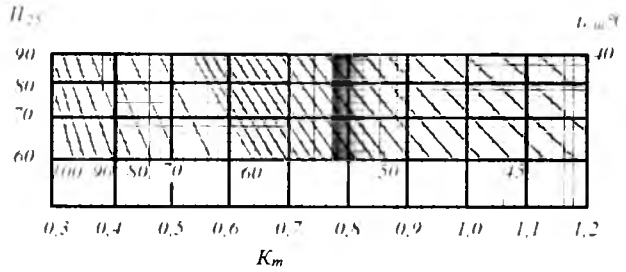


Рис. 3. Номограмма для определения коэффициента теплопроводности битума БНД 60/90

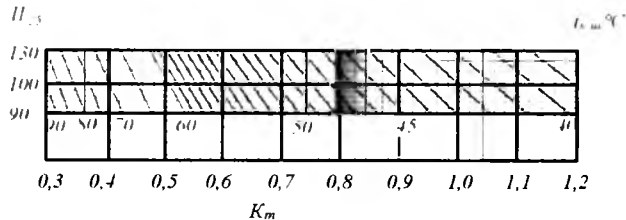


Рис. 4. Номограмма для определения коэффициента теплопроводности битума БНД 90/130

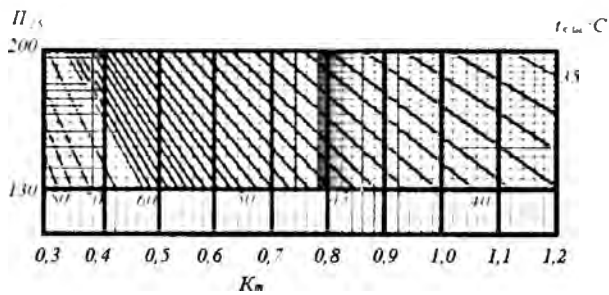


Рис. 5. Номограмма для определения коэффициента теплопроводности битума БНД 130/200

Выводы

На основании проведенных экспериментально-аналитических исследований температуры хрупкости вязких дорожных битумов был подтвержден ряд зависимостей, которые позволяют с большой долей вероятности определять температуру хрупкости битума без использования дорогостоящего оборудования. Таким образом, значение нижнего интервала пластичности для различных марок битума может быть определено по номограммам, разработанным С.Л. Вдовиченко [5]. На номограмме для непосредственного определения числового значения температуры хрупкости (рис. 6) графически представлена зависимость между коэффициентом теплопроводности и температурой размягчения вязких дорожных битумов.

В соответствии с представленным безаппаратурным способом определения температуры хрупкости вязких дорожных битумов время, затраченное на определение нижней границы интервала пластичности $t_{хр}$, сокращается в несколько раз, а также исключает

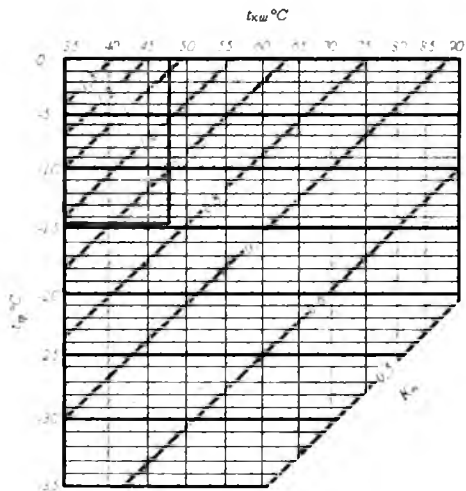


Рис. 6. Номограмма для определения температуры хрупкости вязких дорожных битумов

ется необходимость наличия сложного оборудования и сопутствующего оснащения для проведения лабораторных испытаний.

Литература

1. Испытание дорожно-строительных материалов: учеб. пособие / И.И. Леонович, В.А. Стрижевский, К.Ф. Шумчик. – Мн.: Выш. шк., 1991. – 233 с., ил.
2. Строительные материалы. Лабораторный практикум: Учеб.-метод. пособие/ Я.Н. Ковалев и др./ под ред. д-ра техн. наук Я.Н. Ковалева. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. – 633 с.
3. Дорожно-строительные материалы: учеб. для вузов / И.М. Грушко, И.В. Королев, И.М. Борзи, Г.М. Мищенко. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 357 с.
4. Ковалев Я.Н. Дорожно-строительные материалы и изделия: учеб.-метод. пособие / Я.Н. Ковалев, С.Е. Кравченко, В.К. Шумчик. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. – 630 с.
5. Вдовиченко С.Л. Исследование методов оценки и способа повышения долговечности по трещиностойкости асфальтобетонных покрытий в условиях БССР: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Мн.: БПИ, 1972.

NONINSTRUMENTAL METHOD FOR ASSESSMENT OF FRAGILITY TEMPERATURE OF VISCOUS ROAD BITUMEN

By Master of Engineering N.I. Remez, Prof., Ya.N. Kovalev (Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus)

On the basis of laboratory measurements, as well as data processing of passports for bitumen certain brands have been established according to which confirm the validity of applying the analytical method for noninstrumental determination of road viscous bitumen according to the S.L. Vdovichenko procedure. The passport data on petroleum bitumen road viscous BND were treated, resulting determination of the fragility temperature of viscous road bitumen analytical method with the use of nomograms yielded results that differ from the experimental values for 1–2°C.

Keywords: noninstrumental analytical method, fragility temperature of bitumen, viscosity; road bitumen.

Рецензент: д-р техн. наук Э.В. Котлярский (МАДИ). Статья поступила редакцию 10.04.2014 г.

Авторы: Ремез Надежда Игоревна, магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Проектирование дорог» Белорусского национального технического университета (БНТУ), Минск, Беларусь, e-mail: kafpd@mail.ru; Ковалев Ярослав Никитич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» БНТУ; тел.: +375 296 597 975, e-mail: kafpd@mail.ru.