

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ХРУПКОСТИ БИТУМОВ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

## DETERMINATION OF BITUMEN BRITTLE POINT BY CALCULATION METHOD

*Н. И. Ремез, магистр технических наук, преподаватель Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь*

*Я. Н. Ковалев, доктор технических наук, профессор Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь*

Своевременный операционный контроль при приготовлении асфальтобетонных смесей играет большую роль в обеспечении качества асфальтобетонного покрытия. Актуальной является разработка способов и методов ускоренного определения технических характеристик основных составляющих асфальтобетонной смеси. Для органических вяжущих, как связующих компонентов асфальтобетона, этот вопрос является особенно актуальным, ведь именно от качества битума в дальнейшем будет зависеть температурная устойчивость асфальтобетонного покрытия.

*Timely functional inspection in preparation of asphalt mixtures plays an important role in ensuring the quality of asphalt concrete pavement. The development of techniques and methods of rapid determination of technical characteristics of the main components of an asphalt concrete mixture is relevant. This issue is particularly relevant for organic binders as binders for asphalt concrete, because in the future the temperature stability of asphalt concrete pavement will depend on the quality of the bitumen.*

### ВВЕДЕНИЕ

На работу асфальтобетонных покрытий оказывают совместное воздействие постоянно растущие транспортные нагрузки и погодно-климатические факторы.

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 температуре, равной 40 °С–50 °С, битум переходит в вязкопластичное состояние и для большинства дорожных конструкций не обеспечивает требуемой адгезионной прочности на границе раздела фаз. При температуре, равной минус 20 °С – минус 30 °С, 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 происходит 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 [1–3].

Огромное значение при приготовлении асфальтобетонных смесей имеет своевременный и качественный входной и операционный контроль температурных свойств органического вяжущего, осуществляемый производственными дорожными лабораториями. Поэтому очень важно иметь в наличии не только оборудование, но и экспериментально-аналитические способы оп-



ределения различных свойств дорожных битумов. Определение верхнего уровня границы интервала пластичности (температуры размягчения по методу «Кольцо и шар») не вызывает затруднений. Вызывает трудность определение нижнего уровня (температуры хрупкости). Известно, что температура хрупкости может определяться как непосредственно экспериментальным путем с помощью прибора Фрааса, так и с использованием результатов уже проведенных испытаний на основании аналитических способов.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ХРУПКОСТИ БИТУМОВ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ**

В настоящее время актуальными являются разработка новых способов аналитического 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 графоаналитического метода определения температуры хрупкости битума согласно методике С. Л. Вдовиченко [4]. Были обработаны паспортные данные на битумы нефтяные дорожные вязкие марки БНД 90/130 в период с 14.06.2011 по 27.10.2011 (таблица 1), в результате чего определение температуры хрупкости аналитическим способом с использованием номограмм дало результаты, отличающиеся от паспортных значений на 1 °С–2 °С, что является допустимым.

Для упрощения методики расчета характеристики теплочувствительности используются данные стандартных испытаний по определению глубины проникания иглы при 25 °С  $P_{25}$  и температуры размягчения по методу «Кольцо и шар» ( $t_{киш}$ ). Коэффициент теплочувствительности в этом случае определяется как отношение перепада уровней вязкости (в виде разности логарифмов вязкости) при температуре определения глубины проникания иглы (25 °С) и при температуре размягчения по методу «Кольцо и шар» к величине этого температурного интервала, выраженного разностью обратных температур в градусах Кельвина [4]:

$$K_r = \frac{\lg \eta_{25} - \lg \eta_{киш}}{1/298 - 1/\theta} \tag{1}$$

Таблица 1 – Результаты аналитического определения температуры хрупкости битума

Паспортные данные				Аналитические данные		
№ паспорта	Дата	Пенетрация	Температура размягчения по КиШ, °С	Температура хрупкости <sup>1)</sup> , °С	Коэффициент теплочувствительности	Температура хрупкости <sup>2)</sup> , °С
2578	23.10.11	127	44	-17	0,8	-17,5
2565	22.10.11	100	46	-17	0,81	-16,5
2547	20.10.11	99	47	-17	0,78	-17,0
2532	18.10.11	99	47	-17	0,78	-17,0
2501	14.10.11	114	43	-17	0,78	-17,0
2499	14.10.11	96	45	-17	0,80	-16,0
2477	12.10.11	122	43	-17	0,79	-16,0
2467	11.10.11	105	44	-17	0,78	-17,0
2463	11.10.11	113	43	-17	0,81	-16,5
2456	10.10.11	117	43	-17	0,80	-17,0
2423	07.10.11	106	44	-17	0,81	-16,5
2399	05.10.11	96	45	-18	0,79	-17,5
2403	05.10.11	97	45	-17	0,79	-17,5
2394	04.10.11	97	45	-18	0,79	-17,5
2383	03.10.11	98	45	-17	0,79	-17,5

<sup>1)</sup> Температура хрупкости битума, определенная на приборе Фрааса в заводских условиях.

<sup>2)</sup> Температура хрупкости, определенная аналитически с помощью номограмм С. Л. Вдовиченко [4].



где  $\eta_{25}$  и  $\eta_{\text{кн}}$  – соответственно, коэффициенты вязкости при 25 °С и при температуре размягчения по методу «Кольцо и шар»;

$1/298$  и  $1/\theta$  – соответственно, обратная величина температуры по Кельвину и температуры размягчения по методу «Кольцо и шар».

Установлено, что при величинах коэффициента теплочувствительности, не превышающих нормативных значений (таблица 2), полученные температуры хрупкости будут соответствовать нормативным требованиям.

Таблица 2 – Нормативные значения коэффициента теплочувствительности

Марка битума	Коэффициент теплочувствительности $K \cdot 10^4$
БНД 40/90	0,84
БНД 60/90	0,81
БНД 90/130	0,83
БНД 130/200	0,82
БНД 200/300	0,85

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

Исходя из вышесказанного, на номограмме [4] (рис. 1) для определения коэффициента те-

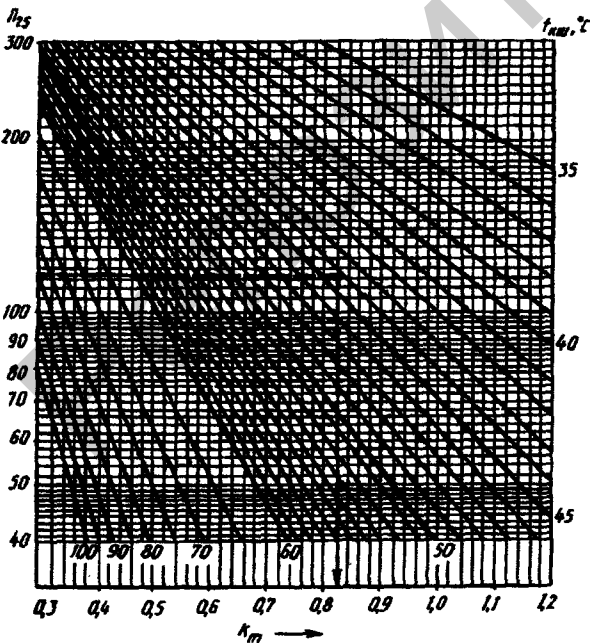


Рисунок 1 – Номограмма для определения коэффициента теплочувствительности битума

плочувствительности 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 рисунке 2; для битумов марки БНД 60/90 – на рисунке 3; для битумов марки БНД 90/130 – на рисунке 4; для битумов марки БНД 130/200 – на рисунке 5.

На основании проведенного в 2011 году экспериментально-аналитического исследования температуры хрупкости вязких дорожных битумов был подтвержден ряд зависимостей, которые позволяют с большой долей вероятности определять температуру хрупкости битума без

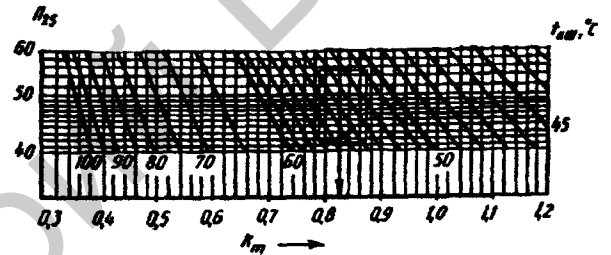


Рисунок 2 – Номограмма для определения коэффициента теплочувствительности битума БНД 40/60

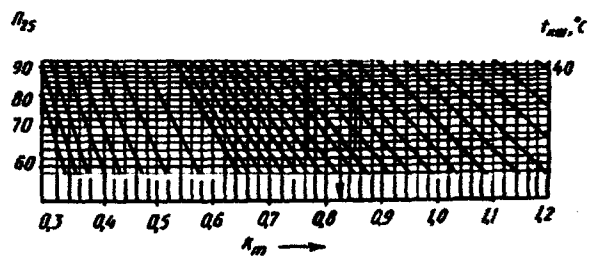


Рисунок 3 – Номограмма для определения коэффициента теплочувствительности битума БНД 60/90

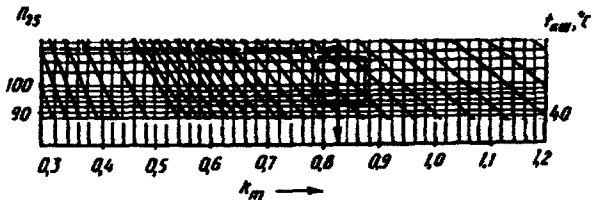


Рисунок 4 – Номограмма для определения коэффициента теплочувствительности битума БНД 90/130



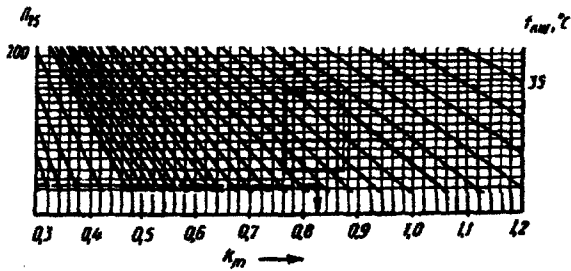


Рисунок 5 – Номограмма для определения коэффициента теплочувствительности битума БНД 130/200

использования дорогостоящего оборудования. Таким образом, значение нижнего интервала пластичности для различных марок битума может быть определено по номограммам, разработанным С. Л. Вдовиченко [4].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подтверждена правомерность использования аналитического способа определения темпера-

туры хрупкости битума, что дает возможность производственным лабораториям в кратчайшие сроки определять температурные характеристики вязких дорожных битумов при входном и операционном контроле.

Учет значения нижней границы интервала пластичности для вязких дорожных битумов является важным фактором при подборе состава асфальтобетона, поскольку от величины температуры хрупкости зависят требуемые пластические свойства дорожных покрытий при отрицательных температурах.

Температура хрупкости органического вяжущего, как нижний предел интервала пластичности, влияет на критерии использования дорожного битума для асфальтобетонных покрытий, работающих при низких отрицательных температурах. Повышение вязкости битума при пониженных температурах влечет за собой хрупкость битумных пленок на поверхности минерального материала и свидетельствует об отсутствии требуемых пластических свойств дорожных покрытий в зимнее время. □

### ЛИТЕРАТУРА

1. Испытание дорожно-строительных материалов : учебное пособие / И. И. Леонович, В. А. Стрижевский, К. Ф. Шумчик. – Минск : Вышэйшая школа, 1991. – 233 с.
2. Современные материалы для строительства, ремонта и содержания искусственных сооружений на автомобильных дорогах : учебное пособие / Я. Н. Ковалев [и др.]; под общ. ред. Я. Н. Ковалева. – Минск : БНТУ, 2006. – 335 с.
3. Дорожно-строительные материалы : учебник для вузов / И. М. Грушко, И. В. Королев, И. М. Борщ, Г. М. Мищенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1991. – 357 с.
4. Вдовиченко, С. Л. Исследование методов оценки и способа повышения долговечности по трещиностойкости асфальтобетонных покрытий в условиях БССР. – Минск : БПИ, 1972.

Статья поступила в редакцию 22.04.13.

