

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 691.161: 625.061

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ НАЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАГРЕВА БИТУМОВ

Я.И. Пыриг, к.т.н., ст. науч. сотр., ХНАДУ

Аннотация. Рассмотрены возможные пути назначения температур технологического нагрева битума при приготовлении асфальтобетонных смесей. Предложена зависимость, связывающая температуру технологического нагрева битумов, температуру размягчения и значение глубины проникания иглы, определяемой при температуре 25 °С.

Ключевые слова: битум, вязкость, температура технологического нагрева, температура размягчения, пенетрация.

ПРО ОСОБЛИВОСТІ ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАГРІВУ БІТУМІВ

Я.І. Пиріг, к.т.н., ст. наук. співр., ХНАДУ

Анотація. Розглянуто можливі шляхи призначення температур технологічного нагріву бітуму при приготуванні асфальтобетонних сумішей. Запропоновано залежність, що зв'язує температуру технологічного нагріву бітумів, температуру розм'якшення і значення глибини проникнення голки, яка визначається за температури 25 °С.

Ключові слова: бітум, в'язкість, температура технологічного нагріву, температура розм'якшення, пенетрація.

ON PECULIARITIES OF THE PROCESS OF BITUMEN HEATING TEMPERATURE ASSIGING

Y. Pyrig, Candidate of Technical Science, senior scientific worker, KhNAHU

Abstract. Possible ways of the temperature assign of the process of heating at asphalt mixtures are examined. The dependence linking the process of heating temperature of bitumens as well as the softening point temperature and the value of needle penetration at 25 °C is proposed.

Key words: bitumen, viscosity, process heating temperature, softening point temperature, penetration.

Введение

Долговечность и качество асфальтобетонных покрытий формируется на стадиях приготовления и уплотнения асфальтобетонных смесей. Для обеспечения их качества необходимо создать оптимальные условия для растекания вяжущего и перемещения зерен минеральных составляющих друг относительно друга. И первое, и второе может быть достигнуто при обеспечении текучести би-

тума, которая определяется его вязкостью и температурой.

Анализ публикаций

В действующем ДСТУ Б В.2.7-119:2011 [1] температура нагрева вяжущих при приготовлении асфальтобетонных смесей устанавливается для каждой марки отдельно, в пределах которой пенетрация битумов (P_{25}) изменяется в широком интервале. Рекомен-

дующие нормативным документом температурные диапазоны являются достаточно широкими (20 °С для битумов марки БНД 40/60, 15 °С – для БНД 60/90 и 10 °С – для БНД 90/130) и не учитывают особенности технологии, состава, структуры, реологического поведения битумов. В результате этого вероятен недогрев или перегрев вяжущих.

Неоднократно приводимые литературные данные свидетельствуют о существенном изменении реологических свойств [2] и стандартных показателей качества [3–5] вяжущих за счет их старения при приготовлении асфальтобетонных смесей. Одним из основных факторов старения битумных вяжущих является кислород воздуха, при отсутствии которого не наблюдается существенных изменений состава и свойств битума [2, 6].

Применяемая в настоящее время на АБЗ технология приготовления асфальтобетонных смесей способствует значительному старению вяжущих за счет длительного нахождения битумов при высоких температурах и интенсивной циркуляции их по битумопроводам [7, 8].

В качестве одного из альтернативных путей, учитывающих ухудшение показателей качества вяжущих при производстве асфальтобетонных смесей, может быть применена разработанная в Российской Федерации методика назначения требуемой марки битума с учетом возможных изменений свойств вяжущего в результате процессов старения [9].

Более традиционным методом предотвращения негативных последствий процессов старения является назначение оптимальных температур нагрева вяжущих при смешении и уплотнении асфальтобетонных смесей.

В 1939 г. Брюс Маршалл разработал метод проектирования состава асфальтобетонной смеси. Одним из основных этапов в разработанном методе была оценка качества битума, предусматривающая установление температур смешения вяжущего с каменными материалами и уплотнения асфальтобетонной смеси. Эти температуры определялись по значению кинематической вязкости, определенной на капиллярном вискозиметре, и составляют 170 ± 20 сСт ($0,17 \pm 0,02$ Па·с) и 280 ± 30 сСт ($0,28 \pm 0,03$ Па·с) [10]. Данные требования отражены в настоящее время в стандартах АASHTO T312-08 и АASHTO T 245-97 [11], рекомендации кото-

рых используют при приготовлении асфальтобетонных смесей около 50 % дорожных агентств США, Канады, Японии и др. [12]. Для определения температур, соответствующих нормативным вязкостям, используется вискозиметр Брукфилда, а построение вязкостно-температурных зависимостей битумных вяжущих регламентируется стандартом ASTM D2493/D2493M [13].

В Европе при приготовлении асфальтобетонных смесей также ориентируются на значения вязкости битумных вяжущих: 0,2 Па·с – вязкость, соответствующая оптимальной температуре перемешивания асфальтобетонных смесей, и 30 Па·с – вязкость, соответствующая минимальной температуре уплотнения [14]. Аналогичные подходы к назначению оптимальных температур вяжущих предлагались и в СССР; при этом в качестве температуры нагрева битумов при смешении предлагалось ориентироваться на вязкость 0,5 Па·с ($T_{0,5}$), а при уплотнении – на 10 Па·с [15, 16]. Такой подход способствовал недопущению перегрева вяжущих, что положительно сказывалось на качестве асфальтобетонных смесей.

Еще в 40-х годах прошлого века М.Ф. Никишиной [15] указывалось, что ввиду наблюдаемой тенденции, связанной с применением на производстве менее вязких битумов, необходимо уменьшать регламентируемые нормативными документами температуры нагрева битумов при производстве асфальтобетонных смесей. Обоснованность этих требований актуальна и в настоящее время, подтверждением чего является рис. 1, построенный на основе литературных температурно-вязкостных зависимостей [15, 17, 18].

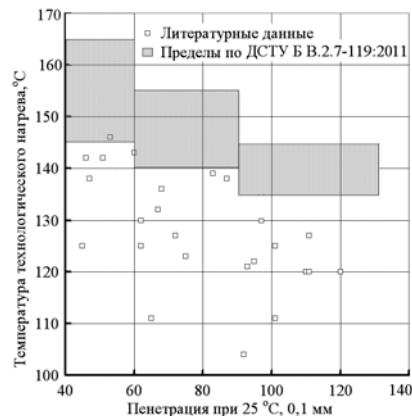


Рис. 1. Зависимость температуры технологического нагрева битума, соответствующей вязкости 0,5 Па·с от марки битума

Данные рис. 1 свидетельствуют о значительном перегреве битумов на стадии приготовления асфальтобетонных смесей. Среднее значение перегрева составляет 15 °С, при том, что в некоторых случаях, ориентируясь на максимальную температуру нагрева, согласно ДСТУ Б В.2.7-119:2011, перегрев битумов составляет 20 °С.

Цель и постановка задачи

В заводских условиях вязкость битума практически не измеряется из-за отсутствия соответствующих приборов и сложности испытания. Пенетromетры и вискозиметры истечения позволяют определять лишь условную вязкость, а температурный диапазон их работы составляет от 0 °С до + 80 °С. В связи с этим актуальной является цель работы – разработка расчетного метода определения температуры технологического нагрева битумов.

Разработка расчетного метода определения температуры технологического нагрева битумов

В 1989 г. на 4-ом Европейском симпозиуме по битуму и асфальтобетону [17] были представлены сведения о разработанном в США и Англии двухстадийном методе проектирования состава асфальтобетона, при котором температуры приготовления ($T_{\text{приг}}$) и уплотнения ($T_{\text{упл}}$) смеси назначают по расчетным формулам (1), в зависимости от температуры размягчения (T_p) битума

$$\begin{aligned} T_{\text{приг}} &= T_p + 110 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}; \\ T_{\text{упл}} &= T_p + 92 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}. \end{aligned} \quad (1)$$

Представленные формулы были подобраны для дистилляционных битумов, изготавливаемых из нехарактерных для отечественной дорожной отрасли нефтей и технологий производства битумов. В отечественной литературе такой подход к назначению технологических температур до сих пор не использовался. Тем не менее, предложенный подход может быть применен и к отечественным окисленным битумам, поскольку температура размягчения является эквивалентной температурой, которая в первом приближении может рассматриваться как температура начала перехода битума в ньютоновскую жидкость, следовательно, обе температуры (температура размягчения и температура, соответ-

ствующая вязкости 0,5 Па·с – $T_{0,5}$) могут быть отнесены к области ньютоновского течения. Это позволяет предположить взаимосвязь между ними, поскольку линейное течение битумов обусловлено, главным образом, течением в дисперсной среде, представленной маслами.

Свойства масел различных битумов отличаются несущественно как по абсолютным значениям вязкости, так и по их температурной чувствительности. Существенное влияние на температурную чувствительность битумов может оказать в этом случае лишь степень наполнения среды из масел асфальтенами. Предположение о взаимосвязи вышеуказанных температур позволяет рассмотреть возможность производственной оценки температуры $T_{0,5}$, используя выражение – $T_{0,5} = T_p + \Delta T$.

Для ряда экспериментально исследованных битумов, а также вяжущих, взятых из литературных источников (общей численностью 87 объектов), были построены температурные зависимости вязкости, по которым графически определены значения температур $T_{0,5}$.

На основе полученных данных установлено существование положительной нелинейной корреляционной связи температуры, отвечающей вязкости 0,5 Па·с, с температурой размягчения (коэффициент корреляции 0,82) (рис. 2), а также наличие их связи с пенетрацией (П), определенной при температуре 25 °С (рис. 3).

На основе полученных данных установлено, что зависимости T_p и $T_{0,5}$ от пенетрации имеют практически одинаковый характер (рис. 3), что подтверждает возможность установления температуры технологического нагрева битумных вяжущих по предложенному выше уравнению.

В результате выполненного регрессионного анализа экспериментальных и литературных данных установлена зависимость величины ΔT от пенетрации битума, в результате чего получено выражение (2), позволяющее расчетным методом определить значение $T_{0,5}$

$$T_{0,5} = T_p + 86 + \frac{34 \cdot 10^3}{\Pi^3}. \quad (2)$$

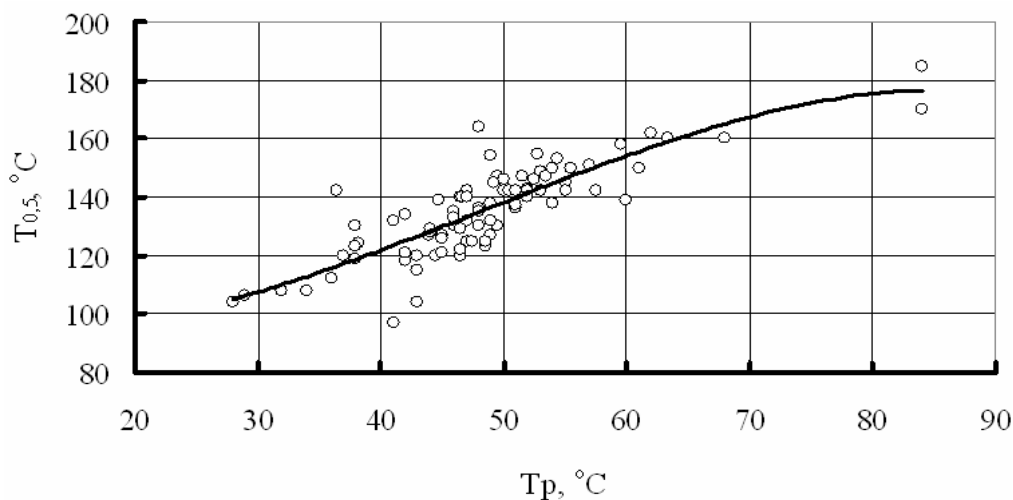


Рис. 2. Зависимость эквивалентной температуры от температуры размягчения

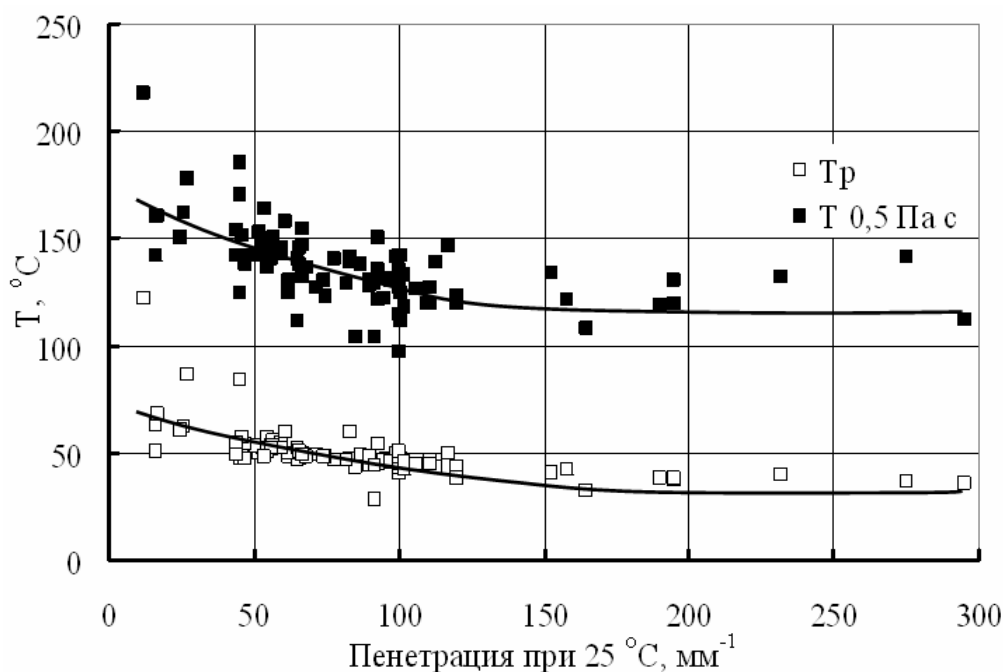


Рис. 3. Зависимость температуры размягчения T_p (\square) и $T_{0,5}$ (\blacksquare) от пенетрации битумов

Выводы

Применение разработанного расчетного метода определения значения технологической температуры $T_{0,5}$ для битумов дает погрешность в среднем ≈ 7 °C. Эта погрешность ниже температурного интервала, который допускается действующим нормативным документом ДСТУ Б В.2.7-119-2011.

Полученная расчетная формула легла в основу разработанных на кафедре ТДСМ ХНАДУ методических указаний М 218-02071168-

654:2008 «Методика определения температуры нагрева битумных вяжущих при перемешивании и уплотнении асфальтобетонных смесей».

Литература

1. Строительные материалы. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дорожный и аэродромный. Технические условия: ДСТУ Б В.2.7-119-2011. – Действующий с 2003-02-25. – К. : Министерство регионального развития, строительства и

- жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2012. – 40 с. – (Национальный стандарт Украины).
2. Колбановская А.С. Дорожные битумы / А.С. Колбановская, В.В. Михайлов. – М.: Транспорт, 1973. – 264 с.
 3. Петрова Л.М. Информативность параметров состава и строения битумов для оценки их сопротивления старению / Л.М. Петрова, И.М. Зайдуллин, Н.А. Аббакумова и др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 10. – С. 131–134.
 4. Михайлов В.В. Нефтяные дорожные битумы / В.В. Михайлов. – М.: Дориздат, 1949. – 184 с.
 5. Волошин М.Д. Дослідження процесу старіння бітуму за показником температури крихкості / М.Д. Волошин, Н.П. Політова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: зб. наук. пр. Тематичний випуск «Хімія, хімічна технологія та екологія». – 2010. – № 11. – С. 13–18.
 6. Братчун В.И. Технологическое старение дорожного нефтяного битума как двухфакторный процесс / В.И. Братчун, М.К. Пактер, А.А. Стукалов и др. // Ресурсоэкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – 2012. – Вип. 23. – С. 31–41.
 7. Саенко С.С. Методы минимизации старения битума в рабочем котле при приготовлении горячих асфальтобетонных смесей: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / С.С. Саенко. – Ростов-на-Дону, 2008. – 24 с.
 8. Портнягин В.Д. Требования к установкам для разогрева битума / В.Д. Портнягин // Автомобильные дороги. – 1988. – № 4. – С. 12–13.
 9. ОДМ 218.3.020-2012. Методические рекомендации по обеспечению устойчивости битумов против старения в технологических процессах изготовления и применения асфальтобетонных смесей. – М.: РОСАВТОДОР, 2012. – 41 с.
 10. Радовский Б.С. Методы проектирования состава асфальтобетонных смесей в США / Б.С. Радовский // Дорожная техника, 2006. – С. 68–81.
 11. Радовский Б.С. Прогресс технологий производства теплого асфальтобетона в США / Б.С. Радовский // Автомобильные дороги. – 2011. – С. 29–39
 12. NCHRP Report 648. Mixing and Compaction Temperature of Asphalt Binders in Hot-Mix Asphalt. TRB. Washington: D.C., 2010. – P. 1–157.
 13. ASTM D2493 / D2493M-09 Standard Viscosity-Temperature. Chart for Asphalts.
 14. Morgan P. The Shell Bitumen Industrial Handbook / P.Morgan, A.Mulder. – Surrey, U.K.: Shell Bitumen, 1995. – 338 p.
 15. Никишина Н.В. Исследование вязкости дорожных битумов / Н.В. Никишина // Исследование органических материалов и физико-механических свойств асфальтовых смесей: Труды ДорНИИ. – 1949. – Вып. VIII. – С. 38–58.
 16. Рыбьев И.А. Дорожные битумы и дегти / И.А. Рыбьев. – М.: Дориздат, 1952. – 64 с.
 17. Гун Р.Б. Нефтяные битумы / Р.Б. Гун. – М.: Химия, 1973. – 432 с.
 18. Руденская И.М. Органические вяжущие для дорожного строительства / И.М. Руденская, А.В. Руденский. – М.: Транспорт, 1984. – 228 с.
 19. Радовский Б.С. 4-й Европейский симпозиум по битуму и асфальтобетону / Б.С. Радовский // Автомобильные дороги. – 1990. – № 7. – С. 15–16.
- Рецензент: В.А. Золотарев, профессор, д.т.н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 2 апреля 2013 г.
-