

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ РАЗМЯГЧЕНИЯ БИТУМОВ

Пыриг Я.И.¹,

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

***Аннотация.** Выполнено экспериментальное сравнение значений температуры размягчения дорожных вязких битумов, определенных по методикам, нормируемым в стандарте ГОСТ 11506 и гармонизированном стандарте ДСТУ EN 1427. Установлено влияние на значение температуры размягчения таких параметров как: вода, в которой выполняется испытание; форма кольца; наличие мешалки для перемешивания воды и скорость ее работы; скорость нагрева воды в стакане; время выдерживания образца до проведения испытания.*

***Ключевые слова:** битум, температура размягчения, условия определения, скорость нагрева.*

Введение

В настоящее время в Украине, так же, как и в странах Европейского Союза, качество дорожных битумов и битумных вяжущих оценивается по условным показателям качества, таким как пенетрация, температура размягчения, температура хрупкости. Экспериментально определяемые значения этих показателей во многом зависят от регламентируемых соответствующими методиками условий проведения испытаний, тщательность соблюдения которых является определяющим фактором обеспечения точности определения и последующей возможности сопоставления получаемых значений показателей качества.

Анализ публикаций

Одним из важных показателей качества, который характеризует теплостойкость битумных вяжущих, является температура размягчения (T_r), определяемая по методу «Кольцо и шар». Разработанный в США в 1903 г. [1] и впервые стандартизированный в 1919 г. (ASTM D36) [2–4], метод определения температуры размягчения «Кольцо и шар» в настоящее время входит в номенклатуру показателей, используемых для оценки качества дорожных битумных вяжущих большинства стран мира.

За более чем вековую историю применения температуры размягчения для оценки качества битумов, этот показатель многими исследователями подвергался критике как информативно необъективный [5] и научно необоснованный. Одним из основных недостатков является то, что битумы, подобно другим аморфным телам, не имеют строго определенной точки размягчения, а характеризуются широким температурным интерва-

лом, в котором вяжущее переходит из твердого в жидкое состояние [6, 7]. Кроме этого, указывалось на непостоянство скорости деформирования битумов разного структурно-реологического типа под весом шарика, а также на то, что разность в значениях температуры воды, которую показывает термоизмеритель, и битума при испытании, может достигать 3 °C [8]. Несмотря на это, во многих литературных источниках температура размягчения часто рассматривается как температура, при которой различные битумные вяжущие характеризуются равными значениями тех или иных показателей. Так, например, считается, что при температуре размягчения, определенной по методу «Кольцо и шар»: битумы характеризуются модулем деформации при длительности загрузки 30 с, равным $1,5 \times 10^2$ Па [6]; температура размягчения является температурой равной жесткости при времени нагружения 60 с [8]; глубина проникания иглы при температуре 25 °C равна $800 \times 0,1$ мм [6, 9, 10]; вязкость составляет $1300 \text{ Па} \times \text{с}$ [11, 12], или $1000 \text{ Па} \times \text{с}$ [13]; предел текучести равен нулю [14]. Согласно [14] температура размягчения является температурой перехода из упруго-пластического в вязкое состояние.

Значения температуры размягчения широко используются для оценки температурной чувствительности битумов, определяемой по показателю «индекс пенетрации», нормируемому в отечественной и европейской дорожной практике. При этом допускаемая в 1 °C погрешность определения температуры размягчения приводит к погрешности индекса пенетрации в 0,3 единицы, что существенно сказывается на точности оценки температурной чувствительности битумов [15].

В настоящее время в Украине определение температуры размягчения битумных вяжущих выполняется согласно методике, приведенной в ГОСТ 11506 [16]. В связи с тем, что в Украине внедряются европейские принципы стандартизации и осуществляется переход на общеевропейские стандарты, с 01.06.2019 г. ГОСТ 11506 заменяется гармонизированным стандартом ДСТУ EN 1427 [17]. Методики определения температуры размягчения, приведенные в стандартах ГОСТ 11506 и ДСТУ EN 1427, очень близки, но имеется ряд различий, которые могут оказывать влияние на значение температуры размягчения.

Цель и постановка задачи

Целью выполненной работы был анализ методик определения температуры размягчения битумных вяжущих, приведенных в стандартах ГОСТ 11506 и ДСТУ EN 1427, и экспериментальная проверка влияния на сходимость значений температуры размягчения различных параметров испытания. Задачей исследования было установление влияния на значение температуры размягчения: формы колец; вида жидкости, в которой проводится испытание, и скорости ее нагрева при испытании; конструктивных особенностей прибора «Кольцо и шар»; времени выдерживания образца до начала испытания.

Объекты исследования

В качестве объектов исследования приняты нефтяные дорожные битумы Б1 и Б2, полученные путем окисления в лабораторной компрессорной окислительной установке исходного сырья (битума с пенетрацией $214 \times 0,1$ мм и температурой размягчения $37,2$ °С). Стандартные показатели качества битумов приведены в табл. 1.

Определение температуры размягчения выполнялось на полуавтоматическом приборе производства фирмы RadialTec (г. Харьков), позволяющем регулировать скорость нагрева термостатирующей жидкости и скорость вращения мешалки.

Таблица 1 – Свойства битумов

Показатели качества	Значения для	
	Б1	Б2
Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм	193	40
Пенетрация при 0 °С, 0,1 мм	62	24
Температура размягчения, °С	41,8	61,9
Дуктильность при 25 °С, см	66,0	12,0
Дуктильность при 0 °С, см	10,7	0,1
Сцепление при 75 °С, %	14,0	68,7

Анализ методик определения температуры размягчения

Анализ методик определения температуры размягчения, приведенных в ГОСТ 11506 и ДСТУ EN 1427, показал, что при их принципиальной схожести имеются некоторые различия в деталях, которые могут оказывать влияние на получаемые значения температуры размягчения. Для экспериментальной проверки влияния различных параметров были приняты эталонные условия, соответствующие нормам ДСТУ EN 1427, а именно: битум заливался в кольца ступенчатой формы; в качестве термостатирующей жидкости применялась свежеперегретая охлажденная дистиллированная вода; при нагреве воды использовалась мешалка, работающая со скоростью 100 об/мин.

При определении температуры размягчения для нагрева образцов битумного вяжущего используется термостатирующая жидкость. Для вяжущих с температурой размягчения более 80 °С применяется глицерин, а при T_r менее 80 °С используется вода. При этом, согласно ГОСТ 11506, возможно применение дистиллированной или свежевскипяченной воды, а ДСТУ EN 1427 регламентирует использование дистиллированной или деионизированной воды.

Для установления влияния термостатирующей жидкости на значения температуры размягчения битумов была принята обычная водопроводная вода, свежевскипяченная и дистиллированная вода. Полученные значения температуры размягчения, приведенные в табл. 2, свидетельствуют о незначительном влиянии вида воды на значения T_r . Как для маловязкого (Б1), так и для высоковязкого (Б2) битумов полученные результаты T_r различаются не более чем на 1 °С, что соответствует нормируемой погрешности измерения.

Таблица 2 – Влияние термостатирующей жидкости на значения T_r

Битум	Вода		
	дистиллированная	свежевскипяченная	водопроводная
Б1	41,8	41,5	42,2
Б2	61,9	61,1	62,1

При определении температуры размягчения, превышающей 80 °С, в ГОСТ 11506 и ДСТУ EN 1427 предлагаются различные подходы. В гармонизированном европейском стандарте рекомендовано в качестве термостатирующей жидкости применять глицерин.

В ГОСТ 11506 применение глицерина рекомендовано при температуре размягчения, превышающей 110 °С, а для диапазона температур размягчения 80–110 °С применяется смесь воды с глицерином (1:2).

Экспериментальная проверка влияния термостатирующей жидкости на значения T_r , превышающие 80 °С, выполнена на битуме, модифицированном 6 % полимера SBS 1192 ($P_{25} = 47 \times 0,1$ мм).

Данные табл. 3 свидетельствуют о значительном превышении значений T_r , определенных в глицерине, что подтверждает сведения, приведенные в ДСТУ EN 1427 [17] и ASTM D36 [4], согласно которым использование глицерина приводит к завышению значений температуры размягчения на 4 °С (4,2 °С согласно ASTM D36).

Таблица 3 – Влияние термостатирующей жидкости на значения температуры размягчения, превышающей 80 °С

Термостатирующая жидкость	Температура размягчения, °С
вода	86,3
вода: глицерин (1:2)	87,3
глицерин	89,2

Принимая во внимание разницу в значениях температур размягчения, определенных в глицерине и воде, целесообразно корректировать полученные значения. В американском стандарте ASTM D36 регламентировано применение поправки в 4,2 °С, на которую увеличивают значения T_r , полученные в воде, при переходе к значениям T_r , установленным в глицерине, или на которую уменьшают значения T_r , полученные в глицерине, при переходе к значениям температуры размягчения, установленным в воде. В гармонизированном европейском стандарте ДСТУ EN 1427 результат определения T_r в воде, превышающий 80 °С, отбраковывают и выполняют повторное испытание в глицерине. Если получено значение T_r в глицерине не менее 80 °С, то его принимают как окончательное.

В ГОСТ 11506 нет сведений о том, как учитывать переход от значений, полученных в глицерине, к значениям, полученным в воде. Вероятно, использование смеси воды с глицерином в качестве термостатирующей жидкости позволяет смягчить резкий скачок в значениях T_r .

Согласно требованиям ГОСТ 11506 для установления температуры размягчения мо-

гут применяться как гладкие, так и ступенчатые кольца. Кольца ступенчатой формы используются для испытания битумных вяжущих с температурой размягчения выше 80 °С (как правило, это битумы, модифицированные полимерами). В то же время стандартом ДСТУ EN 1427 не предусмотрено использование гладких колец, все испытания выполняются только на кольцах ступенчатой формы. При этом европейский стандарт предъявляет более жесткие требования к точности исполнения форм-колец, о чем свидетельствует нормирование меньших допусков их размеров.

Экспериментально установлено (табл. 4), что форма кольца не влияет на значение температуры размягчения битумов. Таким образом, для битумов с температурой размягчения менее 80 °С применение колец гладкой формы не приведет к погрешности измерения T_r . При более высоких значениях температуры размягчения целесообразность использования ступенчатых колец вероятно может быть оправдана снижением адгезии вяжущего к стенкам кольца, в результате чего может иметь место «выпадение» вяжущего под весом шарика.

Таблица 4 – Влияние формы колец на значения T_r

Битум	Форма кольца	
	обычное	ступенчатое
Б1	42,1	41,8
Б2	61,2	61,9

Оба стандарта регламентируют применение мешалок для обеспечения равномерности нагрева термостатирующей жидкости по высоте стакана. Однако в ГОСТ 11506, кроме указания, что могут применяться как ручные, так и механические мешалки, не приведено конкретных требований ни к их размерам, ни к скорости вращения. ДСТУ EN 1427 устанавливает требования как к мешалке (это должен быть либо пропеллерный, либо магнитный смеситель, длиной 40 мм и диаметром 8 мм), так и к скорости ее вращения (100 об/минуту). При этом в ДСТУ EN 1427 приведены сведения о том, что в отсутствие в конструкции прибора устройства для перемешивания теплоносителя значения температуры размягчения могут быть более высокими (до 1,5 °С). Экспериментальная проверка влияния на значения T_r мешалки показала (табл. 5), что без принудительного перемешивания термостатирующей жидкости зна-

чения температуры размягчения повышаются до 1 °С, а при увеличении количества оборотов мешалки до 500 об/мин наблюдается снижение значений T_p в пределах нормируемой погрешности измерения. Более высокие значения скорости вращения мешалки могут привести к образованию турбулентных потоков в стакане и более значительному искажению результатов измерения температуры размягчения.

Таблица 5 – Влияние скорости перемешивания воды в стакане

Битум	Скорость перемешивания, об/мин		
	-	100	500
Б1	42,8	41,8	40,9
Б2	62,7	61,9	61,0

Наиболее значимым фактором, оказывающим влияние на значения температуры размягчения, является скорость нагрева термостатирующей жидкости в стакане [18]. Именно нормирование этого фактора в стандартах ГОСТ 11506 и ДСТУ EN 1427 существенно различается. В ГОСТ 11506 установлена скорость температуры нагрева термостатирующей жидкости ($5 \pm 0,5$) °С/мин, что допускает проведение испытания как со скоростью 4,5 °С/минуту, так и 5,5 °С/минуту. В ДСТУ EN 1427 нормируется скорость нагрева жидкости 5 °С/минуту с допуском изменения этой скорости в течение каждой отдельной минуты от 4,4 °С до 5,6 °С, но суммарная скорость повышения температуры в течение всего времени испытания, начиная с третьей минуты, не должна отличаться более чем на 1 °С от произведения количества минут на 5 °С.

Проверка влияния скорости нагрева термостатирующей жидкости на значение T_p показала, что отклонение в значениях скорости нагрева в пределах 0,5 °С приводит к погрешности измерения температуры размягчения T_p в пределах 1,5–2,5 °С (рис. 1). При этом погрешность возрастает с увеличением вязкости битума, т.е. с уменьшением значений его пенетрации.

Еще одним требованием методики, нормируемым в ДСТУ EN 1427 и отсутствующим в ГОСТ 11506, является время проведения испытания. Согласно методике ДСТУ EN 1427 время от момента заливки битумного вяжущего в формы-кольца до окончания испытания не должно превышать 4 ч. В стандарте ГОСТ 11506 время проведения испытания не нормируется, в результате

чего может наблюдаться ситуация, когда приготовленные в конце рабочей смены образцы могут испытываться на следующий день. Принимая во внимание характерную для битумов тиксотропию, можно ожидать изменения температуры размягчения от времени выдерживания образцов до испытания. Для проверки был принят маловязкий битум с пенетрацией $212 \times 0,1$ мм. Для приготовленных образцов определялись стандартные показатели качества после выдерживания их в течение различного времени.

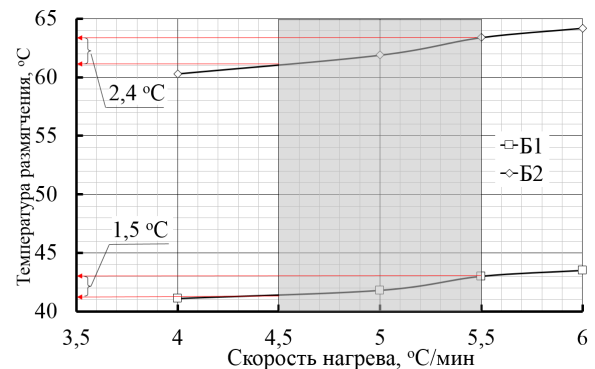


Рис. 1. Влияние скорости нагрева воды в стакане на значения T_p

Приведенные в табл. 6 результаты свидетельствуют об изменении свойств битума с течением времени; при этом наиболее чувствительным показателем является пенетрация. Изменение температуры размягчения битума в течение 1 суток составило 0,4 °С, что соответствует допустимым погрешностям методики.

Таблица 6 – Влияние времени выдерживания образцов до испытания на стандартные показатели качества

Время выдерживания до испытания, сутки	Значения показателей качества			
	пенетрация при 25 °С, 0,1 мм	температура размягчения, °С	температура хрупкости, °С	сцепление при 75 °С, %
0	212	37,8	-25,5	20,7
1	195	38,2	-25,5	16,7
3	184	38,6	-25,0	20,2
7	177	39,2	-25,0	16,7
10	172	39,5	-22,5	16,4

Кроме вышеприведенных методических отличий в ГОСТ 11506 и ДСТУ EN 1427, следует обратить внимание на стремление к понижению погрешностей при проведении испытания по ДСТУ EN 1427, что в целом

присуще европейской стандартизации. Это выражается, например, в меньших допусках размеров форм-колец; в более высокой точности фиксации значений температуры размягчения (0,2 °C в европейском стандарте и 1 °C в ГОСТ 11506); в использовании платиновых термодатчиков для измерения температуры вместо ртутных термометров; в меньших значениях нормируемой воспроизводимости и другое.

Повышение требований к точности проведения испытаний, нормируемых в ДСТУ EN 1427, вынуждает потребителя использовать полуавтоматическое или автоматическое лабораторное оборудование, которым, к сожалению, в настоящее время отечественные дорожные лаборатории практически не обеспечены.

Выводы

Анализ и экспериментальное сравнение температуры размягчения, определенные по методикам ГОСТ 11506 и ДСТУ EN 1427, позволили выявить некоторые различия, которые могут сказываться на точности и воспроизводимости результатов. Наиболее существенным является нормирование скорости нагрева термостатирующей жидкости. При допустимых отклонениях температуры нагрева, нормируемых в ГОСТ 11506, экспериментально получаемые значения температуры размягчения могут отличаться от значений T_p , полученных по методике ДСТУ EN 1427, более чем на 2 °C, что, в свою очередь, превышает нормируемые значения воспроизводимости.

В целом переход на методику определения температуры размягчения по ДСТУ EN 1427 не может вызывать ни методологических, ни технических затруднений. Основными методологическими деталями, на которые необходимо обращать внимание в производственных лабораториях, являются более высокие требования к точности проведения испытания. Для обеспечения точности, нормируемой стандартом ДСТУ EN 1427, желательным является переход с ручных приборов для определения температуры размягчения на полуавтоматические или автоматические.

Литература

1. Руденская И.М. К вопросу о методах количественной оценки качества дорожных битумных материалов. *Труды СоюздорНИИ*. 1975. Вып. 80. С. 24–30.
2. Abraham H. *Asphalts and allied substances: their occurrence, modes of production, uses in the arts and methods of testing*. New York: D. Van Nostrand Co., 1945. 370 p.
3. Lesueur D. The colloidal structure of bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanisms of bitumen modification. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2009. 145 (1–2). P. 42–82.
4. ASTM D36 / D36M-14e1. Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus), ASTM International, West Conshohocken, 2014. 5 с.
5. Золотарев В.А. Загадочная температура размягчения. *Автомобильные дороги*. 2016. №10. С. 75–81.
6. Руденская И.М., Руденский А.В. Реологические свойства битумов. Москва: Высшая школа, 1967. 120 с.
7. Гун Р.Б. Нефтяные битумы. Москва: Химия, 1973. 432 с.
8. Саал Р.Н.Ж. Механические испытания асфальтовых битумов. *IV международный нефтяной конгресс. Том VII. Применение нефтепродуктов*. Москва: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы. 1957. С. 14–26.
9. Pfeiffer J. P. H., Doormaal, V. The Rheological Properties of Asphaltic Bitumen. *Journal of Institute of Petroleum*. 1936. № 22, P. 414–440.
10. Heukelom, W. Observations on the rheology and fracture of bitumens and asphalt mixes. *Proceedings, Association of asphalt paving technologists*, 1936. Volume 35. P. 358–399.
11. Heukelom W. Une methode ameliee de caracterisation des bitumes par leurs proprietes mecaniques. *Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées*. 1975. № 76. P. 55–64.
12. Read J., Whiteoak, D. *The Shell Bitumen Handbook*. London, UK: Thomas Telford Publ., 2003. 464 p.
13. Руденская И.М., Руденский А.В. Органические вяжущие для дорожного строительства. Москва: Транспорт, 1984. 229с.
14. Новые методы испытания дорожных битумов / А.С. Колбановская и др. *Автомобильные дороги*. 1966. № 1. С. 28-30.
15. Пыриг Я.И. Сравнительный анализ показателей температурной чувствительности дорожных битумов. *Вестник ХНАДУ*. 2018. Вып. 83. С. 12–21.
16. ГОСТ 11506-73. Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару [Действует от 1974-01-07]. Изд. офиц. Москва: Стандартинформ, 1974. 7 с.
17. ДСТУ EN 1427:2018 (EN 1427:2015, IDT). Битум та бітумні в'язучі. Визначення температури розм'якшеності за методом кільця і кулі. [Чинний від 2019-01-06]. Вид. офиц. Київ: УкрНДНЦ, 2018. 28 с.
18. Volkens A., Besamusca J., Breemen, R.V. Effect of heating rate and stirring in the softening point

analyses. *5th international EATA Conference, European Asphalt Technology Association, At Braunschweig, Germany*, 2013. P. 1-13.

References

- Rudenskaja, I.M. (1975). K voprosu o metodah kolichestvennoj ocenki kachestva dorozhnyh bitumnyh materialov [On the question of methods for the quantitative assessment of the quality of road bitumen materials]. *Trudy SojuzdorNII*, 80, 24-30 [in Russian].
- Abraham, Herbert (1945). *Asphalts and allied substances: their occurrence, modes of production, uses in the arts and methods of testing* (5th ed). D. Van Nostrand Co., Inc, New York.
- Lesueur D (2009) The colloidal structure of bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanisms of bitumen modification. *Advances in Colloid and Interface Science* 145 (1-2), 42-82.
- ASTM D36 / D36M-14e1 (2014). Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus), ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Zolotarev, V.A. (2016). Zagadochnaja temperatura razmjagchenija [Mysterious softening temperature]. *Avtomobil'nye dorogi*, №10, 75-81 [in Russian].
- Rudenskaja I.M., & Rudenskij A.V. (1967). *Reologicheskie svojstva bitumov [Rheological properties of bitumen]*. Moskva: Vysshaja shkola [in Russian].
- Gun, R.B.(1973). *Neftjanye bitumy [Oil bitumens]*. Moskva: Himija [in Russian].
- Saal, R.N.Zh. (1957). Mehanicheskie ispytaniya asfal'tovyh bitumov [Mechanical testing of asphalt bitumen]. *Proceedings from IV mezhdunarodnyj neftjanoy kongress. Tom. VII. Primenenie nefteproduktov.* (pp. 14-26). Moskva.: Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatel'stvo neftjanoy i gorno-toplivnoj literatury [in Russian].
- Pfeiffer, J. P. H. & Doormaal, V. (1936). The Rheological Properties of Asphaltic Bitumen. *Journal of Institute of Petroleum*. 22, 414-440.
- Heukelom, W. (1966). Observations on the rheology and fracture of bitumens and asphalt mixes. *Proceedings, Association of asphalt paving technologists*, 35, 358-399.
- Heukelom, W. (1975). Une methode ameliorée de caracterisation des bitumes par leurs proprietés mecaniques. *Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées*. 76, 55-64.
- Read, J., & Whiteoak, D. (2003). *The Shell Bitumen Handbook*. London, UK: Thomas Telford Publ.
- Rudenskaja, I.M., & Rudenskij, A.V. (1984). *Organicheskie vjashushhie dlja dorozhnogo stroitel'stva. [Organic binders for road construction]*. Moskva: Transport. [in Russian].
- Kolbanovskaja, A.S., Ahmetova, R.S., Sabsaj, O.Ju., Davydova, A.R., & Shemonaeva, D.S. (1966). Novye metody ispytaniya dorozhnyh bitumov [New road bitumen testing methods]. *Avtomobil'nye dorogi*, 1, 28-30 [in Russian].
- Pyrig, J.I. (2018). Sravnitel'nyj analiz pokazatelej temperaturnoj chuvstvitelnosti dorozhnyh bitumov bitumov [Comparative analysis of the temperature sensitivity of road bitumen bitumen]. *Vestnik HNADU*, 83, 12-21 [in Russian].
- Petroleum asphalt. Method for determination of softening point by ring and ball. (1974). *GOST 11506-73 from 1st July 1974*. Moscow: Standartinform [in Russian].
- Bitumen and bituminous binders. Determination of the softening point - Ring and Ball method. (2018). *DSTU EN 1427:2018 from 1st June 2019*. Kyiv: UkrNDNC [in Ukrainian].
- Volkers, A., Besamusca, J., & Breemen, R.V. (2013). Effect of heating rate and stirring in the softening point analyses. *5th international EATA Conference, European Asphalt Technology Association, At Braunschweig, Germany.* (pp. 1-13).

Пыриг Ян Иванович, к.т.н., ст. науч. сотрудник, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, ул. Ярослава Мудрого, 25, Харьков, 61002, Украина, телефон +38 098-446-62-68, pirig2000@gmail.com

Influence of the conditions of determination on the softening point temperature of bitumens

Y. Pirig, St. Researcher, PhD, Kharkiv National Automobile and Highway University

Abstract. In the road sector of Ukraine conventional quality indicators are applied to estimate the quality of road petroleum bitumen. One of the leading indicators is the softening point temperature by a «ring and ball» test. The experimentally obtained value of the softening point temperature depends on the test conditions, which are currently standardized by the GOST 11506. In Ukraine 2019, the harmonized European standard DSTU EN 1427 is introduced to replace GOST 11506. According to this, the issue of comparing softening point temperature tests, which is standardized in different standards, is of current interest. The analysis and experimental comparison of the softening point temperature values of road viscous bitumens determined by the tests specified in GOST 11506 and DSTU EN 1427 was the aim of this study. The influence on the softening point temperature value of such parameters as: the kind of thermostatic liquid; the ring shape; the presence of a stirrer for liquid circulation and the speed of its rotating; heating rate of thermostatic liquid in the glass; sample holding time before the test are experimentally verified. It was found that the most fundamental difference between the two standards is the approach to normalizing the heating rate of a thermostatic liquid. If the requirements of the methods of the two standards for normalizing the rate of heating

of the fluid are met, the difference in the values of the softening temperature may exceed the permissible values of reproducibility. A distinctive feature of the standard DSTU EN 1427 is orientation to greater accuracy of the test. This results in smaller tolerances for the sizes of the forms; in a higher accuracy of the softening point temperature reading; using platinum thermal sensors to measure temperature instead of mercury thermometers; in smaller values of normalized reproducibility, etc. In general, the transition to the method of the softening temperature determining according to DSTU EN 1427 cannot cause either methodological or technical difficulties. It is desirable to use semi-automatic or automatic devices for determining the softening temperature in road laboratories.

Key words: bitumen, softening temperature, determination conditions, heating rate.

Вплив умов визначення на температуру розм'якшеності бітумів

Пиріг Я.І. старш. наук. співробітник, к.т.н., ХНАДУ

Анотація. Для оцінки якості дорожніх нафтових бітумів у дорожній галузі України застосуються умовні показники якості. Одним із провідних показників є температура розм'якшеності, що визначається за методом «Кільце і куля». Експериментально отримані значення температури розм'якшеності залежать від умов її визначення, які в цей час нормуються стандартом ГОСТ 11506. У 2019 році в Україні на заміну ГОСТ 11506 вводиться гармонізований європейський стандарт ДСТУ EN 1427. У зв'язку з цим актуальним є питання зіставлення методик визначення температури розм'якшеності, нормо-

ваних у різних стандартах. Метою роботи був аналіз і експериментальне порівняння значень температури розм'якшеності дорожніх в'язких бітумів, визначених за методиками, нормованих у ГОСТ 11506 і ДСТУ EN 1427. Експериментально перевірено вплив на значення температури розм'якшеності таких параметрів як: вид термостатуючої рідини, в якій виконується випробування; форма кілець; наявність мішалки для перемішування води і швидкість її роботи; швидкість нагріву термостатуючої рідини у скляниці; час витримання зразка до проведення випробування. Встановлено, що найбільш принциповою відмінністю двох стандартів є підхід до нормування швидкості нагріву термостатуючої рідини. У разі дотримання вимог методик двох стандартів щодо нормування швидкості нагріву рідини, різниця у значеннях температури розм'якшеності може перевищувати допустимі значення відтворюваності. Відмінною особливістю стандарту ДСТУ EN 1427 є орієнтування на велику точність проведення випробування. Це виражається в менших допусках розмірів форм; в більшій високій точності фіксації значень температури розм'якшеності; у використанні платинових термодатчиків для вимірювання температури замість ртутних термометрів; у менших значеннях нормованої відтворюваності та ін. В цілому перехід на методику визначення температури розм'якшеності за ДСТУ EN 1427 не може викликати ні методологічних, ні технічних труднощів. Бажаним є використання в дорожніх лабораторіях напівавтоматичних або автоматичних приладів для визначення температури розм'якшеності.

Ключові слова: бітум, температура розм'якшеності, умови визначення, швидкість нагріву.