

УДК 665.775

Золотарев В.А., д-р техн. наук, професор, <https://orcid.org/0000-0003-2132-9289>

Пыриг Я.И., канд. техн. наук, <https://orcid.org/0000-0003-0957-2251>

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков, Украина

---

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ НЕФТЯНЫХ ДОРОЖНЫХ ВЯЗКИХ БИТУМОВ В УКРАИНЕ

### *Аннотация*

**Введение.** Асфальтобетонные покрытия являются основным видом дорожных покрытий автомобильных дорог, при этом качество асфальтобетона в значительной степени определяется качеством битумных вяжущих.

**Проблематика.** В настоящее время в мире для оценки качества дорожных битумов используется три системы: пенетрационная, вязкостная и система Superpave. Каждая из систем оценки качества битумов имеет свои преимущества и недостатки. Принятая в Украине, с введением в действие стандарта ДСТУ 4044-2001 национальная система оценки качества вязких битумов относится к пенетрационной. За прошедшие 18 лет, в связи с изменениями национальной стандартизации и современными подходами к оценке качества битумов особо актуальными стали вопросы пересмотра номенклатуры показателей качества, нормированных в ДСТУ 4044-2001.

**Цель.** Цель работы заключалась в разработке современного национального стандарта на вязкие дорожные битумы, который бы учитывал принципы европейской стандартизации и современные достижения как отечественных, так и зарубежных ученых в создании эффективных систем оценки качества битумных вяжущих.

**Материалы и методы.** В статье выполнен сравнительный анализ существующих систем оценки качества вязких битумов, рассмотрены принятые в них номенклатуры показателей качества и соотношение между пенетрационными зависимостями основных показателей качества.

**Результаты.** Приведенные данные свидетельствуют о том, что предложенные в проекте стандарта ДСТУ 4044 нормированные значения основных показателей качества (температура размягчения, температура хрупкости) ориентированы на национальные климатические, эксплуатационные и сырьевые особенности вязких дорожных битумов. Кроме принятых в общеевропейском стандарте EN 12591 показателей в проекте национального стандарта введены дополнительные показатели, учитывающие специфические особенности окисленных битумов, используемых в отечественной дорожной отрасли (сцепление, дуктильность, когезия), а также ряд показателей, призванных оптимизировать технологические режимы приготовления и уплотнения асфальтобетонных смесей (эквивязкие температуры).

**Выводы.** Структура предлагаемого проекта стандарта, включенные в него показатели и уточненные требования сочетаются с аналогичными критериями европейского стандарта и учитывают опыт, накопленный в Украине за прошедшие 18 лет с начала применения стандарта ДСТУ 4044-2001.

**Ключевые слова:** вязкий дорожный битум, показатели качества, технические условия, ДСТУ 4044, ДСТУ EN 12591

### **Введение**

В Украине в настоящее время около 81 % государственных, 51 % территориальных и 24 % сельских дорог имеют асфальтобетонное покрытие. Качество асфальтобетона определяется свойствами вяжущих и минеральных составляющих, его гранулометрическим составом, технологией приготовления и укладки смесей. При этом важнейшую роль в обеспечении качества асфальтобетона играет входящее в его состав битумное вяжущее. Согласно [1], низкотемпературные свойства асфальтобетонов почти на 90 % определяются свойствами битумов, реологические на – 90 %, усталостные – на 60 %, а колеестойкость асфальтобетона почти на 40 % зависят от качества вяжущего. В связи с этим актуальность вопросов установления, нормирования и повышения качества битумов, применяемых для приготовления асфальтобетонных смесей, является очевидной.

### **Анализ публикаций**

Действующие в разных странах мира системы оценки качества битумов условно можно разделить на три типа: пенетрационная система, предложенная в 1931 г. (ведущим показателем качества, принятым для маркировки битумов, является глубина проникания, определяемая при 25 °С), вязкостная система, принятая в ряде стран мира в 1963 г. (ведущим показателем качества, принятым для разделения битумов на марки, является динамическая вязкость, определяемая при 60 °С) и система Superpave, разработанная в 1993 г. [2, 3].

Дискуссии среди ученых и потребителей дорожных битумов о достоинствах и недостатках систем оценки битумных вяжущих, а также о целесообразности применения тех или иных показателей не прекращаются с момента начала применения этих материалов в качестве вяжущих при устройстве асфальтобетонных покрытий [2, 4 – 11].

Для пенетрационной и вязкостной систем характерно: использование условных показателей, которые слабо связаны с реальными условиями работы вяжущего в асфальтобетонном покрытии; близость номенклатуры показателей качества; простота методов и конструкций лабораторного оборудования, относительно малое время необходимое для проведения всего комплекса испытаний, невысокий профессиональный уровень исполнителей.

Система Superpave ориентирована на определение реологических показателей битумных вяжущих (модуль сдвига, фазовый угол, предельное относительное удлинение и жесткость при ползучести вяжущего при низких температурах и т.д.) в условиях, моделирующих различные стадии их жизненного цикла – технологическую, соответствующую приготовлению асфальтобетонной смеси на заводе, и эксплуатационную, соответствующую 5 – 10 годам работы битума в покрытии. При этом учитываются климатические характеристики района расположения дороги [8, 9]. Система предъявляет одинаковые требования к количественным значениям показателей в различных температурных зонах. Существенным недостатком системы оценки качества битумов в Superpave является значительная дороговизна и сложность эксплуатации лабораторного оборудования, значительная длительность проведения испытаний и необходимость проведения испытаний специалистами высокой квалификации. Несмотря на присущие системе Superpave недостатки, она находит все большее распространение в мире, отдельные ее показатели вводятся в пенетрационную систему оценки качества битумов ряда стран.

В Украине с 2001 г. качество нефтяных дорожных вязких битумов нормируется в соответствии с требованиями ДСТУ 4044-2001 [12], система показателей качества которого относится к пенетрационной. Ввиду изменений, произошедших в системе отечественной стандартизации, а также в современных подходах к оценке качества битумов вопрос пересмотра номенклатуры показателей качества, нормируемых в ДСТУ 4044-2001, в настоящее время является актуальным.

### Цель и постановка задачи

Цель работы состоит в разработке современного национального стандарта на вязкие дорожные битумы, который бы учитывал принципы европейской стандартизации и современные достижения как отечественных, так и зарубежных ученых в создании эффективных систем оценки качества битумных вяжущих.

### Отечественная стандартизация дорожных битумов

Истоки отечественной стандартизации битумов относятся к началу двадцатых годов прошлого века, когда были начаты первые системные исследования органических вяжущих, предложена их классификация и приняты первые технические условия, в основу которых положены методы испытания и требования к битумам, используемые в то время в дорожной практике США. Согласно техническим условиям 1938 г. нефтяные дорожные битумы были разделены на 5 марок, пенетрация которых находилась в пределах  $10 - 200 \times 0,1$  мм, а в перечень нормированных испытаний вошли: пенетрация при 25 °С, дуктильность при 25 °С, температура размягчения по методу «Кольца и шара», растворимость в растворителе, потеря веса при нагревании и температура вспышки по Бренкену (в открытой чашке).

В последующие годы несколько изменилась номенклатура показателей качества, а также количество марок и их пределы, но существенные изменения в отечественной системе нормирования качества битумов произошли лишь после принятия, разработанного под руководством А.С. Колбановской, ГОСТ 11954-66 «Битумы нефтяные дорожные вязкие, улучшенные» [10, 13]. Предложенная в ГОСТ 11954-66 система оценки качества фактически регламентировала применение в дорожном строительстве битумов с определенной оптимальной дисперсной структурой (III типа по классификации А.С. Колбановской), изготовленных из сырья оптимального качества.

Дальнейшее усовершенствование отечественной системы оценки качества битумов заключалось в основном в корректировке нормируемых значений их показателей и в введении отдельного нормирования битумов более низкого качества (БН).

После 1991 г. страны СНГ стали самостоятельно определять политику в области стандартизации, что привело к принятию в некоторых из них национальных стандартов. Украина была одним из первых государств, в котором в 2001 г. был введен в действие национальный стандарт – ДСТУ 4044-2001 «Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия». Особенностью ДСТУ 4044-2001 была ориентация на европейские принципы стандартизации битумов с учетом сырьевых и технологических особенностей их изготовления, а также национальных природно-климатических условий работы в составе асфальтобетонных покрытий [14].

Спустя некоторое время в странах СНГ начался процесс адаптации к европейской стандартизации, заключавшийся в гармонизации с разной степенью соответствия (идентичные или модифицированные), стандартам Европейского союза.

В Республике Казахстан в 2003 г. были приняты национальные стандарты на методы испытания дорожных битумов, учитывающие особенности европейских стандартов (изменялась структура стандартов, вносились технические отклонения, вводились дополнительные условия в испытания и т.д.). В результате этого в 2013 г. введен в действие СТ РК 1373-2013 «Битумы и битумные вяжущие. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия», которые хоть и не являлись гармонизированной версией EN 12591-2009 [15], существенно к нему приближались.

В 2010 г. в Республике Беларусь были гармонизированы европейские стандарты на методы испытания битумов, а также введен в действие стандарт СТБ EN 12591-2010, идентичный европейскому EN 12591-2009. С момента введения гармонизированные

стандарты действуют параллельно с национальными. Это касается и основополагающего СТБ 1062-97 «Битумы нефтяные для верхнего слоя дорожного покрытия. Технические условия».

В России процесс гармонизации европейских стандартов был начат с перевода соответствующих стандартов на методы испытания битумов и принятия их в качестве ОДМ(отраслевых дорожных методических документов), а затем разработки и введения в 2012 г. в действие ПНСТ (предварительных национальных стандартов), которые по существу во многом воспроизводили европейские стандарты. В 2015 г. на основе ПНСТ межгосударственным техническим комитетом МТК 418 «Дорожное хозяйство» при активном сотрудничестве ученых Беларуси и Казахстана были разработаны и приняты межгосударственные стандарты на методы испытания дорожных битумов, а также межгосударственный стандарт ГОСТ 33133-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия».

В Украине первая попытка гармонизации европейского стандарта EN 12591-1999 «Битум и битумные вяжущие. Технические требования к дорожным битумам» была предпринята в 2008 г. «УкрНДИНЦ «МАСМА» совместно с техническим комитетом ТК 38 «Стандартизация продуктов нефтепереработки и нефтехимии». Но она оказалась неудачной из-за: низкого качества перевода текста EN 12591-1999 на украинский язык; подмены европейских методов испытания битумов устаревшими ГОСТ'ами; ориентации стандарта EN 12591-99 на дистилляционные битумы, которые в Украине не производились и не применялись; отстранением от работы по разработке стандарта всех профессионально заинтересованных сторон, в частности, дорожников; невозможности изготовления в промышленном объеме на украинских нефтеперерабатывающих заводах дистилляционных битумов, а также из-за введения в действие к тому времени на территории Европейского Союза новой редакции стандарта EN 12591-2009. Но объективной причиной нецелесообразности прямого введения в Украине были: полный крах нефтеперерабатывающей отрасли; несоответствие европейских битумов условиям работы в покрытиях; отсутствие возможности обеспечения лабораторной базы с современной измерительной техникой.

В 2017 г. технический комитет ТК 38 «Стандартизация продуктов нефтепереработки и нефтехимии» инициировал введение в Украине гармонизированного европейского стандарта ДСТУ EN 12591:2017 (EN 12591:2009, IDT) «Битум и битумные вяжущие. Технические требования к дорожным битумам» [16]. Принятие этого стандарта сопровождалось несколькими неблагоприятными для потребителя (дорожную отрасль) обстоятельствами:

- ко времени принятия в Европейском комитете по нормализации (CEN) уже находилась на утверждении новая версия EN 12591:2017;
- стандарт был принят методом подтверждения, т.е. без перевода на украинский язык и его опубликования, что фактически полностью исключает возможность его использования в стране;
- на момент введения в действие стандарта (1 октября 2017 г.), из всех нормируемых им показателей качества реально легитимным был метод определения температуры вспышки по ДСТУ EN ISO 2592:2017, поскольку ни один другой европейский стандарт на методы испытания битумов не был введен в действие в Украине;
- введение стандарта не было согласовано с непосредственными потребителями битума - дорожными структурами.

Фактически в настоящее время в Украине параллельно действуют два стандарта, регламентирующих свойства дорожных битумов – национальный стандарт ДСТУ 4044-2001 и формально введенный европейский стандарт ДСТУ EN 12591:2017 (табл. 1), при этом существует опасность отмены ДСТУ 4044-2001, с целью «устранения технических барьеров в торговле».

Сравнение стандартов ДСТУ 4044-2001 и англоязычной версии EN 12591 (отныне ДСТУ EN 12591:2017) (табл. 1) показывает, что они имеют близкую номенклатуру показателей качества. ДСТУ 4044 не нормирует динамическую и кинематическую вязкости, но содержит важные национальные показатели – растяжимость при температурах 0 °С и 25 °С и адгезию. Основное расхождение стандартов заключается в подходе к старению битумов, которое в ДСТУ 4044-2011 выполняется согласно ГОСТ 18180 (методика которого близка к методике TFOT), а в EN 12591 по методу RTFOT, который является более обоснованным, поскольку лучше моделирует контакт битума с воздухом в процессе приготовления асфальтобетонных смесей.

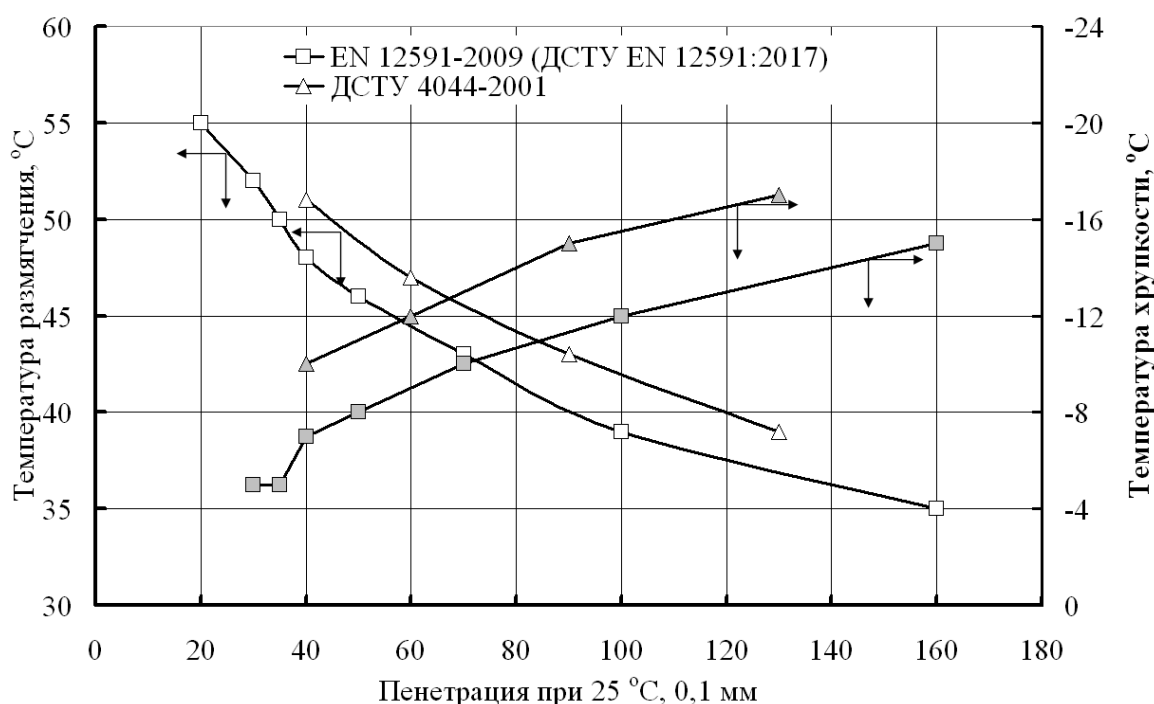
*Таблица 1*

**Нормирование показателей качества битумов, в соответствии с требованиями ДСТУ 4044-2001 [12] и гармонизированного стандарта ДСТУ EN 12591:2017 [16]**

| Показатели  | ДСТУ 4044-2001                        |              |               |                | ДСТУ EN 12591:2017 |           |           |           |           |            |             |             |            |
|---|---------------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|
|   | БНД<br>40/60                          | БНД<br>60/90 | БНД<br>90/130 | БНД<br>130/200 | 20/<br>30          | 30/<br>45 | 35/<br>50 | 40/<br>60 | 50/<br>70 | 70/<br>100 | 100/<br>150 | 160/<br>220 |            |
| Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм                          | 40-60                                 | 61-90        | 91-130        | 131-200        | 20-30              | 30-45     | 35-50     | 40-60     | 50-70     | 70-100     | 100-150     | 160-220     |            |
| Температура размягчения, °С                           | 51-57                                 | 47-53        | 43-49         | 39-45          | 55-63              | 52-60     | 50-58     | 45-56     | 46-54     | 43-51      | 39-47       | 35-43       |            |
| Температура хрупкости, °С                             | ≤-10                                  | ≤-12         | ≤-15          | ≤-17           | -                  | ≤-5       | ≤-5       | ≤-7       | ≤-8       | ≤-10       | ≤-12        | ≤-15        |            |
| Дуктильность при 25 °С, см                            | ≥ 45                                  | ≥ 55         | ≥ 65          | ≥ 70           |                    |           |           |           |           |            |             |             |            |
| Дуктильность при 0 °С, см                             | -                                     | ≥ 3,0        | ≥ 4,0         | ≥ 6,0          |                    |           |           |           |           |            |             |             |            |
| Температура вспышки, °С                               | ≥240                                  | ≥230         | ≥230          | ≥220           | ≥240               | ≥240      | ≥240      | ≥230      | ≥230      | ≥230       | ≥230        | ≥220        |            |
| Индекс пенетрации                                     | -2,0...+1,0                           |              |               |                | -1,5...+0,7        |           |           |           |           |            |             |             |            |
| Растворимость в растворителе, %                       | ≥ 99,0                                |              |               |                | ≥ 99,0             |           |           |           |           |            |             |             |            |
| Сцепление со стеклом, %                               | ≥32,0                                 | ≥20,0        | ≥17,0         | ≥13,0          |                    |           |           |           |           |            |             |             |            |
| Динамическая вязкость при 60 °С, Па×с                 |                                       |              |               |                | ≥440               | ≥260      | ≥225      | ≥175      | ≥145      | ≥90        | ≥55         | ≥30         |            |
| Кинематическая вязкость при 135°С, мм <sup>2</sup> /с |                                       |              |               |                | ≥530               | ≥400      | ≥370      | ≥325      | ≥295      | ≥295       | ≥230        | ≥175        |            |
| Изменение свойств после старения                      | Остаточная пенетрация                 | ≥60          | ≥60           | ≥55            | ≥50                | ≥55       | ≥53       | ≥53       | ≥50       | ≥50        | ≥46         | ≥43         | ≥37        |
|   | Изменение температуры размягчения, °С | ≤ 6          | ≤ 6           | ≤ 6            | ≤ 7                | ≤8<br>≤10 | ≤8<br>≤11 | ≤8<br>≤11 | ≤9<br>≤11 | ≤9<br>≤11  | ≤9<br>≤11   | ≤10<br>≤12  | ≤11<br>≤12 |
|   | Изменение массы, %                    | ≤0,8         | ≤0,8          | ≤1,0           | ≤1,2               | ≤0,5      | ≤0,5      | ≤0,5      | ≤0,5      | ≤0,5       | ≤0,8        | ≤0,8        | ≤1,0       |

Существенной особенностью европейского стандарта EN 12591 является разделение в нем показателей качества на две группы (основные и дополнительные). Соблюдение основных показателей качества является обязательным для всех стран-членов Европейского союза, а обязательность соблюдения дополнительных показателей определяется национальными приложениями, которые принимает каждая страна-член ЕС. Таким образом, каждая страна сама определяет целесообразность состава показателей и их значений. Поскольку Украина не является членом ЕС, она лишена возможности принять национальное дополнение к стандарту ДСТУ EN 12591-2017, в котором были бы учтены национальные транспортные и климатические особенности.

Требования европейского стандарта EN 12591:2009 (и соответственно ДСТУ EN 12591:2017) ориентированы на дистилляционные битумы, для производства которых необходимо специальное сырье и заводы, основной продукцией которых являются дорожные битумы (ни первого, ни второго в Украине нет). Именно этими обстоятельствами объясняется отсутствие в EN 12591:2009 показателя растяжимости. Этот показатель дистилляционных битумов, изготовляемых, как правило, из тяжелых высокосмолистых нефтей, всегда более 100 см. Дистилляционные битумы по сравнению с окисленными характеризуются более низкими значениями температуры размягчения (на 5 °С) и более высокими (на 4–5 °С) значениями температуры хрупкости (рис. 1) [17]. Пренебречь этими показателями означает пренебречь долговечностью дорожных одежд.



**Рисунок 1** – Нормирование нижней границы температуры размягчения и верхней границы температуры хрупкости в стандартах ДСТУ 4044-2001 и EN 12591-2009 (ДСТУ EN 12591:2017)

В то же время к существенным достоинствам дистилляционных битумов необходимо отнести большую их устойчивость к прогреву при высоких технологических температурах и в процессе эксплуатации [18, 19]. Тем не менее введение в Украине в неизменном виде для регламентирования качества нефтяных битумов (как окисленных, так и дистилляционных) стандарта ДСТУ EN 12591:2017 неизбежно приведет к ухудшению качества окисленных битумов за счет отказа от нормирования показателей дуктильности и сцепления, а также из-за снижения требований к температурам размягчения и хрупкости, что сузит интервал пластичности битумов, а соответственно и температурный диапазон работы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.

Вместе с тем остается открытым вопрос о технической целесообразности применения в Украине дистилляционных битумов для приготовления асфальтобетонных смесей. И хотя в странах Таможенного Союза имеется, хоть и незначительный, но положительный опыт

устройства асфальтобетонных покрытий с использованием дистилляционных (неокисленных) битумов [20], в Украине такие исследования не проводились, и опытные участки не устраивались. Для государственного подхода к решению проблемы целесообразно осуществить опытную проверку путем создания участков асфальтобетонных покрытий, приготовленных с использованием дистилляционных и окисленных битумов равной пенетрации хотя бы в 2–3-х регионах страны. Только по результатам их эксплуатационного поведения на протяжении 3–5 лет можно будет принять оптимальное решение о целесообразности использования битумов, произведенных по различной технологии. За этот период времени необходимо оснастить дорожно-строительные лаборатории современным европейским испытательным оборудованием. Несомненно, европейские методы необходимы. Главное расхождение между европейским и украинским подходами – не в методах и критериях, а в значениях показателей, которые необходимо нормировать для обеспечения долговечности дорожных покрытий.

### **Проект нового национального стандарта на вязкие дорожные битумы**

Национальный стандарт ДСТУ 4044-2001 «Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия» действует уже 18 лет. Назрела необходимость его переработки с учетом передового зарубежного опыта и отечественных научно-технических достижений. В соответствии с этим в 2016 г. по заказу Государственного агентства автомобильных дорог Украины Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет начал работу по обновлению национального стандарта ДСТУ 4044-2001. К настоящему времени разработана первая редакция проекта ДСТУ (табл. 2), которая выставлена на комментарии на сайте Национального агентства стандартизации (ГП «УкрНІНЦ») и разослана во все Службы автомобильных дорог Украины.

Принципиальными отличиями проекта нового стандарта от действующего в настоящее время ДСТУ 4044-2001 являются:

- замена ГОСТ’овских методов определения показателей качества на соответствующие гармонизированные европейские (ДСТУ EN);
- замена существующей маркировки битумов БНД 40/60...БНД 130/200 на принятую в странах ЕС и странах Таможенного Союза более узкую (БНД 35/50, БНД 50/70, БНД 70/100, БНД 100/150 и БНД 150/220);
- разделение показателей качества на основные и дополнительные;
- введение с целью накопления данных и последующего их нормирования в перечень дополнительных показателей качества фундаментальных показателей – динамической вязкости при 60 °С и 135 °С;
- введение для апробации на отечественных окисленных битумах с целью накопления данных и последующего нормирования показателей, характеризующих изменение свойств битумов после старения по методике RTFOT;
- введения в качестве дополнительных показателей эквивязких температур, соответствующих оптимальным температурам нагрева битума при приготовлении и укладке асфальтобетонных смесей.

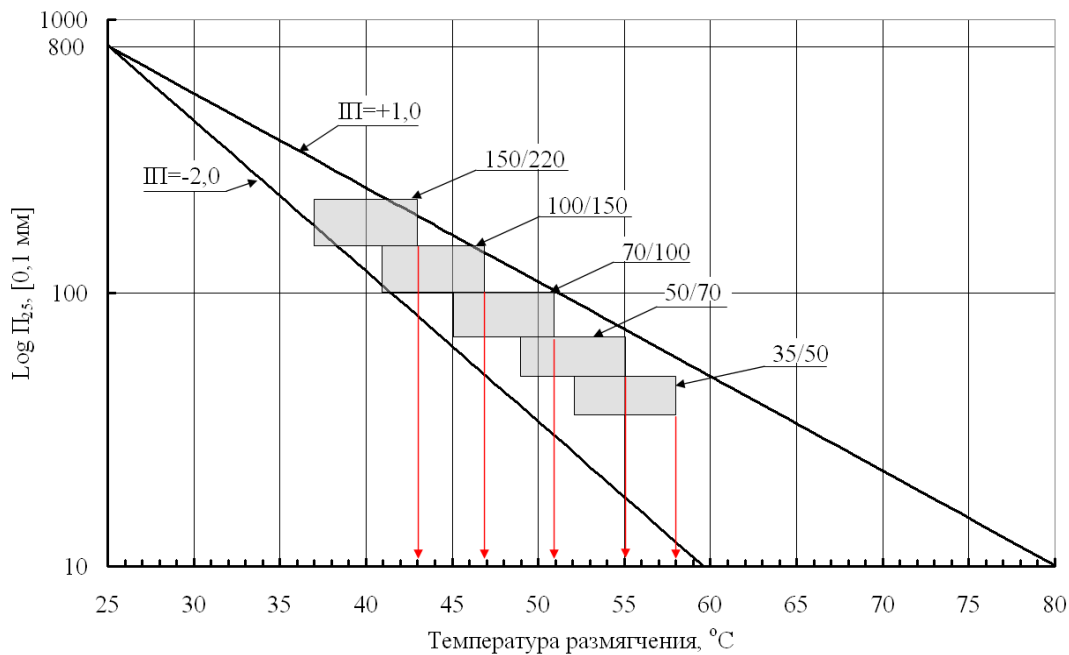
Используя основополагающий принцип европейской стандартизации дорожных битумов, заключающийся во взаимосвязи пенетрации при 25 °С с температурой размягчения посредством индекса пенетрации, в проекте нового стандарта установлены значения температуры размягчения, отвечающие новой маркировке (рис. 2). При построении зависимости, представленной на рис. 2, использовалось одно из основных условий определения индекса пенетрации – равенство пенетрации битумов при температуре размягчения  $800 \times 0,1$  мм.

**Проект нового стандарта на дорожні вязкіе битуми**

| Название показателя  | Значения для марок                                   |              |               |                |                |
|--|--|--------------|---------------|----------------|----------------|
|  | БНД<br>35/50   | БНД<br>50/70 | БНД<br>70/100 | БНД<br>100/150 | БНД<br>150/220 |
| <b>Основные показатели</b>   |  |              |               |                |                |
| Глубина проникания иглы (пенетрация) при 25 °С, 0,1 мм                             | 35...<br>50  | 51...<br>70  | 71...<br>100  | 101...<br>150  | 151...<br>220  |
| Температура размягчения, °С  | 52...58  | 49...55      | 45...51       | 41...47        | 37...43        |
| Температура хрупкости, °С  | ≤ - 9  | ≤ - 11       | ≤ - 13        | ≤ - 16         | ≤ - 18         |
| Растяжимость, см   |  |              |               |                |                |
| – при температуре 0 °С   | -  | ≥ 3,5        | ≥ 3,8         | ≥ 4,0          | ≥ 7,0          |
| – при температуре 25 °С  | ≥ 42   | ≥ 50         | ≥ 60          | ≥ 70           | ≥ 75           |
| Сцепление с поверхностью стекла, %   | ≥ 35   | ≥ 25         | ≥ 18          | ≥ 16           | ≥ 11           |
| Температура вспышки в открытом тигле, °С   | ≥ 240  | ≥ 230        | ≥ 230         | ≥ 230          | ≥ 220          |
| Растворимость в органическом растворителе, %                                       | ≥ 99,0   | ≥ 99,0       | ≥ 99,0        | ≥ 99,0         | ≥ 99,0         |
| Изменение свойств после прогрева:  |  |              |               |                |                |
| – изменение массы после прогрева, %  | ≤ 0,8  | ≤ 0,8        | ≤ 0,9         | ≤ 1,0          | ≤ 1,2          |
| – остаточная пенетрация, %   | ≥ 60   | ≥ 60         | ≥ 59          | ≥ 53           | ≥ 48           |
| – изменение температуры размягчения, °С  | ≤ 6  | ≤ 6          | ≤ 6           | ≤ 7            | ≤ 7            |
| Индекс пенетрации  | от минус 2,0 до плюс 1,0                             |              |               |                |                |
| <b>Дополнительные показатели</b>   |  |              |               |                |                |
| Когезия при 25 °С, МПа   | ≥ 0,14   | ≥ 0,10       | ≥ 0,07        | ≥ 0,05         | ≥ 0,03         |
| Температура, при которой пенетрация равна 800 × 0,1 мм, °С (T <sub>800</sub> )     | 52...58  | 49...55      | 45...51       | 41...47        | 37...43        |
| Индекс пенетрации, рассчитанный по температуре T <sub>800</sub>                    | от минус 2,0 до плюс 1,0                             |              |               |                |                |
| Динамическая вязкость при 60 °С, Па × с  | Не нормируется.<br>Определение для накопления данных |              |               |                |                |
| Динамическая вязкость при 135 °С, Па × с   |  |              |               |                |                |
| Изменение свойств после прогрева по методу RTFOT:                                  |  |              |               |                |                |
| – изменение массы после прогрева, %  |  |              |               |                |                |
| – остаточная пенетрация, %   |  |              |               |                |                |
| – изменение температуры размягчения, °С  |  |              |               |                |                |
| – изменение динамической вязкости при 60 °С, Па × с                                |  |              |               |                |                |
| Эквивязкие температуры нагрева битума при приготовлении асфальтобетонной смеси, °С |  |              |               |                |                |
| Эквивязкие температуры нагрева битума при уплотнении асфальтобетонной смеси, °С    |  |              |               |                |                |

В проекте нового стандарта, так же как и в действующем ДСТУ 4044, нормируется диапазон значений индекса пенетраций – от минус 2,0 до плюс 1,0. С использованием как и прежде марочный диапазон температур размягчения, равный 6 °С, установлены минимальные и максимальные значения температур размягчения для каждой из принятых марок битумов, при этом в качестве максимального значения температуры размягчения принималась температура, соответствующая верхней границе пенетрационной марки битума (например, 51 °С для марки БНД 70/100 на рис. 2), а минимальное значение принималось на 6 °С меньше максимального. Такое нормирование призвано ограничить применение в дорожном строительстве битумов, относящихся к структурному типу «гель», характеризующихся повышенным изменением свойств при старении, низкой однородностью и стабильностью.





**Рисунок 2** – Взаємозв'язок между пенетрацией, температурой размягчения и индексом пенетрации согласно проекту ДСТУ 4044-201X

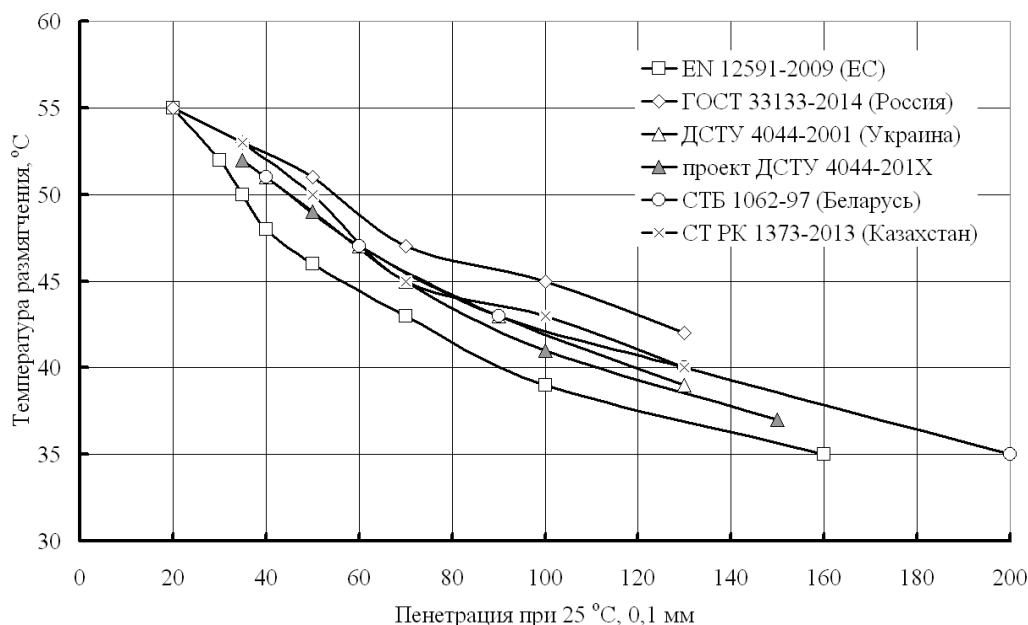
Достовірність прийнятої маркіровки по границам індекса пенетрації температури розм'ягчення ілюструється залежностями, представленими на рис. 3. Згідно їм еквіпенетраційна температура розм'ягчення во всем діапазоні пенетрації не перевищує 3 °С, тоді як вимоги російського стандарту на 5 – 7 °С. Соотношення между температурами розм'ягчення в стандартах ЕС, Росії (міждержавний стандарт), Білорусі і Казахстану об'єктивно відображають погодні-кліматическі умови цих країн.

Вторим показателем якості бітумів, улічуючи кліматическі умови різних країн, є температура хрупкості. На основі температур розм'ягчення і хрупкості визначають інтервал пластичності бітумів, який умовно характеризує температурний інтервал експлуатації асфальтобетонного покриття в тому або іншому кліматическому районі розташування дороги.

Інтервал пластичності в європейському стандарті EN 12591 в залежності від марки бітума змінюється від 55 °С (для бітума марки 35/50) до 50 °С (для бітума марки 160/220) (рис. 4). В українському стандарті ДСТУ 4044-2001 був прийнятий більш широкий інтервал пластичності (від 61 °С до 56 °С), що пояснюється помірно-континентальним кліматом України (середньорічні значення найбільш холодного місяця року (января) коливаються від мінус 2 °С до мінус 10 °С, а самого теплого - від +20 °С до +25 °С) в порівнянні з помірним кліматом більшості країн Європи, для якого характерні більш високі значення температур зимніх місяців (мінус 1 °С в Ісландії, 0 °С в Англії, мінус 5 °С в Німеччині, +7 °С во Франції, +10 °С в Іспанії) і менше кількість переходів температури повітря в зимній період через 0 °С.

Виходячи з задоволеності інтервалів пластичності і накопленого досвіду в діючому стандарті ДСТУ 4044-2001 і проекті нового стандарту встановлені значення температур хрупкості бітумів різних марок. В відповідності з рис. 5 вони повинні бути не вище: мінус 9 °С для марки БНД 35/50, мінус 11 °С для марки БНД 50/70, мінус 13 °С для

марки БНД 70/100, минус 16 °С для марки БНД 100/150 и минус 18 °С для битума марки БНД 150/220. Это на 3 – 4 °С ниже, чем в стандарте ЕС и на 6 – 8 °С выше, чем в межгосударственном стандарте и в стандарте республики Казахстан.



**Рисунок 3** – Зависимость минимальных нормируемых значений температуры размягчения от пенетрации битумов в стандартах разных стран

Из данных, приведенных на рис. 3 – 5, следует, что нормируемые в действующем стандарте ДСТУ 4044-2001 и проекте нового украинского стандарта значения температур размягчения и хрупкости, а также интервала пластичности практически одинаковы. В то же время они близки к соответствующим показателям европейского стандарта EN 12591, чем соответствующие температуры, приведенные в межгосударственном стандарте и стандартах Республик Беларусь и Казахстана.

Важным показателем качества окисленных битумов является дуктильность. Несмотря на то, что этот показатель подвергается постоянной критике ввиду несоответствия условий испытания при определении дуктильности и условиям работы битума в дорожном одежде, он несет косвенную информацию о групповом составе битума (содержание смол и ароматических углеводородов) и его устойчивости против старения, стабильности во времени и когезии.

Нормируемые в проекте нового украинского стандарта значения дуктильности практически полностью совпадают с требованиями прежнего стандарта. В то же время минимальные нормируемые значения дуктильности при температуре 25 °С в стандартах Республик Беларусь (СТБ 1062) и Казахстана (СТ РК 1373) существенно выше (на 5 ... 25 см), что, вероятно, объясняется особенностями сырья и технологии изготовления битумов на нефтеперерабатывающих заводах этих стран.

Особенностью проекта нового национального стандарта на дорожные битумы является попытка перехода от ГОСТ'овского метода старения к принятому во всем мире методу старения RTFOT, чему способствует действующий в Украине на протяжении уже более двух лет гармонизированный стандарт ДСТУ Б EN 12607-1:2015 «Битум и битумные вяжущие. Определение сопротивления к затвердеванию под влиянием теплоты и воздуха. Часть 1.

Метод RTFOT (EN 12607-1:2014, IDT)». Нормирование значений показателей качества после старения (остаточная пенетрация, изменение температуры размягчения, изменение массы) в проект стандарта не включено из-за недостатка данных, отражающих результаты изменение свойств окисленных битумов после старения. Результаты исследования, полученные в ГП «ГосдорНИИ им. Н.П. Шульгина», [18] могут послужить базой для устранения этого недостатка.

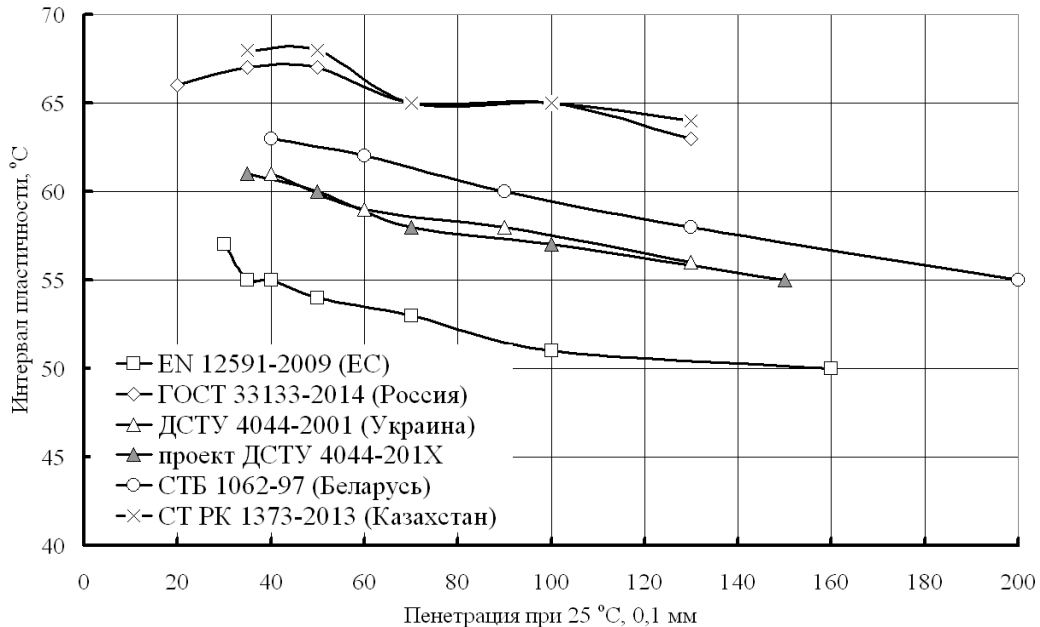


Рисунок 4 – Значение интервалов пластичности в стандартах разных стран

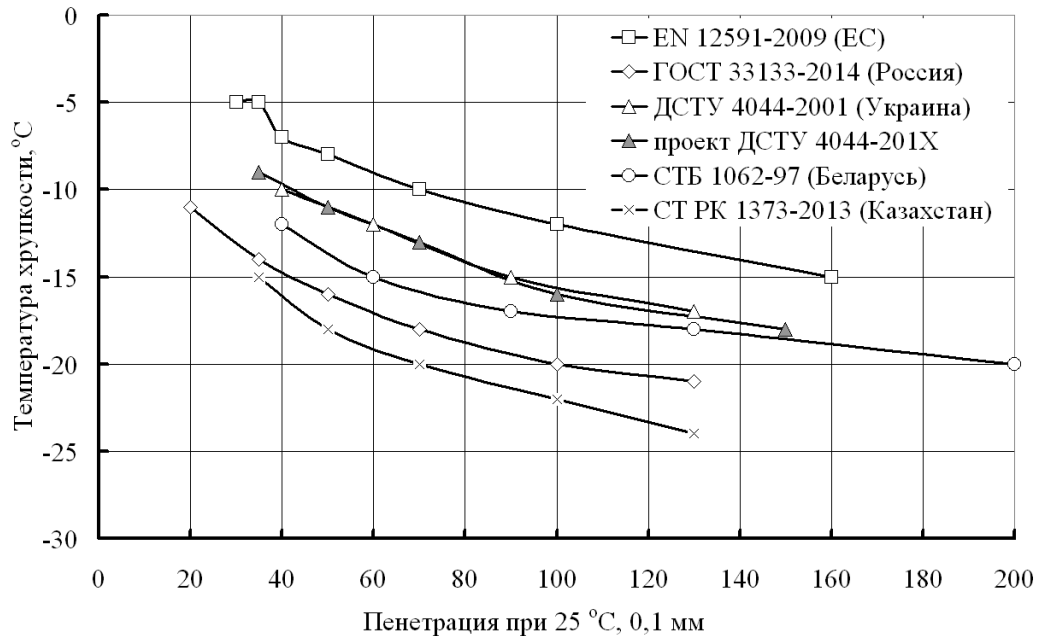


Рисунок 5 – Зависимость нормируемых значений температуры хрупкости от пенетрации битумов в стандартах разных стран

В проект стандарта впервые включена эквивалентная температура нагрева битума при приготовлении и уплотнении асфальтобетонной смеси. Этот показатель широко применяется в практике стран ЕС и США [21]. Сведения об этом показателе позволят потребителям выбирать оптимальные температуры работы с конкретным битумом, что будет способствовать предотвращению ухудшения его показателей за счет перегрева в процессе приготовления на асфальтобетонных заводах асфальтобетонных смесей и экономии энергоресурсов. Установление эквивалентных температур возможно на основе температурно-вязкостных зависимостей битумов (рис. 6).

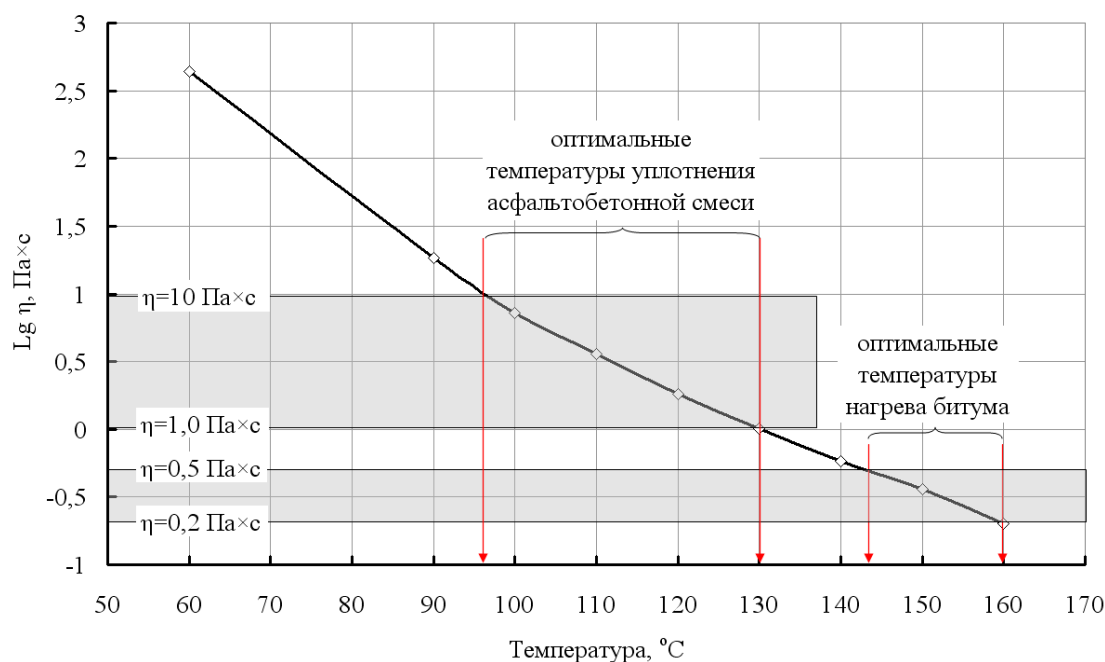


Рисунок 6 – Температурно-вязкостная зависимость битума

В проекте стандарта эквивалентные температуры не нормируются, но их определение позволит накопить опыт работы с вискозиметрами, а также статистические данные для последующего анализа и уточнения существующих технологических температур приготовления и уплотнения асфальтобетонных смесей.

### Выводы

1. Действующие в настоящее время национальные стандарты (ДСТУ 4044-2001 и ДСТУ EN 12591:2017) на вязкие дорожные нефтяные битумы не в полной мере отвечают современным требованиям к оценке их качества в Украине: первый по причине несовершенства некоторых его показателей и требований; второй из-за несоответствия его требований технологическим возможностям производства дистилляционных битумов и невозможности учета национальных условий применения битумов в Украине.

2. На основе анализа принятых в разных странах систем оценки качества битумов, используемых методов и предъявляемых требований разработана первая редакция проекта национального стандарта на замену действующего ДСТУ 4044-2001. Номенклатура показателей качества разрабатываемого стандарта учитывает как современные мировые тенденции в нормировании качества битумов, так и природно-климатические условия Украины.

3. Структура предлагаемого проекта стандарта, включенные в него показатели и уточненные требования органически сочетаются с аналогичными признаками европейского стандарта и учитывают опыт, накопленный в Украине за прошедшие 18 лет с начала применения стандарта ДСТУ 4044-2001.

#### Список литературы

1. Partl M.N., Bahia H.U., Canestrari F., de la Roche, C. Di Benedetto H., Piber H., Sybilski D. (Eds.) *Advances in Interlaboratory Testing and Evaluation of Bituminous Materials: State-of-the-Art Report of the RILEM Technical Committee 206-ATB*. Springer Science & Business Media, 012. 453 p. DOI: 10.1007/978-94-007-5104-0\_8. URL: <https://www.springer.com/la/book/9789400751033>
2. Welborn J.Y. *State of the Art in Asphalt Pavement Specification*, Report №. FHWA/RD-84/075, Federal Highway Administration, Office of Engineering and Highway Operations, Research and Development, Washington, DC, July 1984. 184 p.
3. Zaniwski J.P., Pumphrey M.E. *Evaluation of Performance Graded Asphalt Binder Equipment and Testing Protocol*. Department of Civil and Environmental Engineering. Morgantown: West Virginia, 2004. 109 p.
4. Хойберг А. Дж. *Битумные материалы: асфальты, смолы, пеки*. Москва, 1974. 248 с.
5. Лысихина А.И. *Технические требования на дорожные нефтяные битумы должны быть обоснованными. Автомобильные дороги*. Москва, 1963. N 5. С. 15–17.
6. Железко Е.П., Железко Т.В. *О нормировании качества вязких дорожных битумов. Химия и технология топлив и масел*. Москва, 2007. N 3. С. 7–11.
7. Красиков О.А. *Опыт обновления и гармонизации стандартов дорожной отрасли в Казахстане. Дороги и мосты*. Москва, 2011. № 2 (26). С. 24–31.
8. Радовский Б.С. *Современное состояние разработки американского метода проектирования асфальтобетонных смесей Суперпейв. Дорожная техника*. Санкт-Петербург, 2008. С. 12–22.
9. *Superpave Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing*, Superpave Series No. 1 (SP-1). AsphaltInstitute, Lexington, KY. 1994. 70 p.
10. Гохман Л. *История формирования комплекса нормативных требований к вязким дорожным битумам. Автомобильные дороги*. Москва, 2017. N 2. С.36–45.
11. Eurobitume TF Data Collection. *Position Paper on Test Methods used during the Data Collection*. May 2009. Brussels. Published by the European Bitumen Association. 2009. 37 p. (Інформація та документація).
12. ДСТУ 4044-2001. *Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови*. Київ, 2001. 32 с. (Інформація та документація).
13. Колбановская А.С., Михайлов В.В. *Дорожные битумы*. Москва, 1973. 264 с.
14. Золотарев В.А. *Особенности стандартизации вязких битумов. Автошляховик України*. Київ, 2002. N 3. С. 43–46.
15. EN 12591:2009. *Bitumen and bituminous binders. Specifications for paving grade bitumens*. Brussels. European committee for standardization, 2009. 36 p. (Information and documentation).
16. ДСТУ EN 12591:2017 (EN 12591:2009, IDT). *Бітумтабітумнів'язучі. Технічні вимоги до дорожніх бітумів*. Київ, 2017. 30 с. (Інформація та документація).
17. Гун Р.Б. *Нефтяные битумы*. Москва, 1973. 432 с.
18. Золотарьов В.О., Пиріг Я.І., Галкін А.В., Кудрявцева–Вальдес С.В. *Порівняльне дослідження властивостей окислених і залишкових бітумів. Автошляховик України*. Київ, 2010. N 4. С. 32–37.

19. Золотарев В.А., Копинец И.В. Сравнительное исследование окисленных и остаточных битумов в статическом и динамическом режимах старения. *Дороги и мосты*. Москва, 2016. Вып. 35. С. 215–232.

20. Аминов Ш.Х., Струговец И.Б., Теляшев Э.Г., Кутьин Ю.А. Неокисленные дорожные битумы и асфальтобетоны на их основе. *Строительные материалы*. Москва, 2003. N 10. С. 30–31.

21. West R.C., Watson D.E., Casola J.R. NCHRP Report 648. Mixing and Compaction Temperature of Asphalt Binders in Hot-Mix Asphalt. TRB. Washington: D.C.2010. 157 p.

#### RESERENCES

1. Partl M.N., Bahia H.U., Canestrari F., de la Roche, C. Di Benedetto H., Piber H., Sybilski D. (Eds.) *Advances in Interlaboratory Testing and Evaluation of Bituminous Materials: State-of-the-Art Report of the RILEM Technical Committee 206-ATB*. Springer Science & Business Media, 2012. 453 p. DOI: 10.1007/978-94-007-5104-0\_8. URL: <https://www.springer.com/la/book/9789400751033>

2. Welborn, J.Y. (1984). State of the Art in Asphalt Pavement Specification, Report №. FHWA/RD-84/075, Federal Highway Administration, Office of Engineering and Highway Operations, Research and Development, Washington, DC. [in the USA].

3. Zaniewski, J.P., & Pumphrey, M.E. (2004). *Evaluation of Performance Graded Asphalt Binder Equipment and Testing Protocol*. Department of Civil and Environmental Engineering. Morgantown: West Virginia. [in the USA].

4. Hojberga A.D. Bitumnye materialy: asfal'ty, smoly, peki (Bituminous materials: asphalts. Tars and pitches). Moscow, 1974. 248 c. [in Russia].

5. Lysihina, A.I. Tehnicheskie trebovaniya na dorozhnye neftjanye bitумы dolzhny byt' obosnovannymi. *Avtomobil'nye dorogi*. Moscow, 1963. N 5. (1963). P. 15–17 [in Russia].

6. Zhelezko E.P., Zhelezko T.V. O normirovanii kachestva vjazkih dorozhnyh bitumov. *Himiâ i tehnologiâ topliv i masel*. Moscow, 2007, N 3, P. 7–11. [in Russia].

7. Krasikov, O.A. Opyt obnovleniya i garmonizacii standartov dorozhnoj otrasli v Kazahstane. *Dorogi i mosty*. Moscow, 2011. N 2 (26). P. 24–31 [in Russia].

8. Radovskij, B.S. (2008). Sovremennoe sostojanie razrabotki amerikanskogo metoda proektirovaniya asfal'tobetonnyh smesej Superpejv. *Dorozhnaja tehnika*. St. Petersburg, 2008. P. 12–22 [in Russia].

9. Superpave Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing, Superpave Series No. 1 (SP-1). AsphaltInstitute, Lexington, KY. 1994. 70 p. [in the USA].

10. Gohman, L. Istorija formirovaniya kompleksa normativnyh trebovanij k vjazkim dorozhnym bitumam. *Avtomobil'nye dorogi*. Moscow, 2017. N 2, P. 36–45. [in Russia]

11. Eurobitume TF Data Collection. Position Paper on Test Methods used during the Data Collection. May 2009. Brussels. Published by the European Bitumen Association. 2009. 37 p. (Information and documentation) [in the EU].

12. State Standard of Ukraine (DSTU 4044-2001) Bitумы neftjanye dorozhnye vjazkie. Tehnicheskie uslovija. Kyiv, 2001. 32 p. [in Ukrainen].

13. Kolbanovskaja A.S., Mihajlov V. V. Dorozhnye bitумы. Moscow, 1973. 264 p. [in Russia]

14. Zolotarev V.A. Osobennosti standartizacii vjazkih bitumov. *Avtošlahovik Ukraïni*. 3. P. 43–46. [in Ukrainen]

15. EN 12591:2009. Bitumen and bituminous binders. Specifications for paving grade bitumens. Brussels. European committee for standardization, 2009. 36 p. (Information and documentation) [in the EU].

16. State Standard of Ukraine (DCTY EN 12591:2017 (EN 12591:2009, IDT)) Bitum ta bitumni v'jazhuchi. Tehnichni vimogi do dorozhnyh bitumiv. Kyiv, 2017. 30 p. (Information and documentation) [in Ukrainen].

17. Gun R.B. Neftjanye bitumy. Moskva, 1973. 432 p. [in Russia].
  18. Zolotar'ov V.O., Pyrig Y.I., Galkin A.V., Kudrjavceva–Val'des S.V. Porivnjal'ne doslidzhennja vlastivostej okislenih i zalishkovih bitumiv. *Avtošlâhovik Ukraïni*. Kiev, 2010. 4. P. 32–37. [in Ukrainen].
  19. Zolotarev V.A., Kopinec I.V. Sravnitel'noe issledovanie okislennyh i ostatochnyh bitumov v staticheskom i dinamicheskom rezhimah starenija. *Dorogi i mosty*. Kiev, 2016. 35. P. 215–232. [in Ukrainen].
  20. Aminov Sh.H., Strugovec I.B., Teljashev Je.G., Kut'in Ju.A. Neokislennye dorozhnye bitumy i asfal'tobeton na ih osnove. *Stroitel'nye materialy*. Moscow, 2003. 10, P. 30–31. [in Russia].
  21. West R.C., Watson D.E., Casola J.R. NCHRP Report 648. Mixing and Compaction Temperature of Asphalt Binders in Hot-Mix Asphalt. TRB. Washington: D.C.2010. 157 p. [in the USA].
- 

**Victor Zolotaryov**, D.Sc., Profesor, <https://orcid.org/0000-0003-2132-9289>

**Yan Pyrig**, Ph.D., <https://orcid.org/0000-0003-0957-2251>

*Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine*

## STANDARDIZATION OF OILPAVING VISCOUS BITUMEN IN UKRAINE

### *Abstract*

**Introduction.** Asphalt pavements are the main type of road pavement, while the quality of asphalt concrete is largely determined by the quality of bituminous binders.

**Problem statement.** Nowadays, all over the world, three systems are used to assess the quality of paving bitumen: penetrational, viscosity and Superpave systems. Each of these systems has its own advantages and disadvantages. The national system for assessing the viscous bitumen quality was proposed in 2001 by the standard DSTU 4044-2001. Over the last 18 years, the question of the revising the quality indicators nomenclature normalized in DSTU 4044-2001 is currently relevant due to the changes in the national standardization and modern approaches to the assessment of the bitumen quality.

**Purpose.** To develop a modern national standard for viscous paving bitumen which would take into account the principles of European standardization and modern achievements in creating the effective systems for assessing the quality of bitumen binders of both origin and foreign scientists was the aim of the work.

**Materials and methods.** The article contains a comparative analysis of the existing systems for the viscous bitumens quality assessing. It includes the quality indicators nomenclature comparison and the relationship between the penetration dependencies of the main quality indicators.

**Results.** Obtained data indicate that the standardized values of the main quality indicators proposed in the draft DSTU 4044 standard (softening temperature, brittleness temperature) are focused on national climatic, operational and the source material features of viscous paving bitumen. In addition to those adopted in the European standard EN 12591, additional indicators were introduced in the draft national standard taking into account the specific features of oxidized bitumen used in the Ukrainian road industry (adhesion, ductility, cohesion), as well as a number of indicators designed to optimize the technological modes of asphalt mixtures production and compaction (equi-viscous temperatures).

**Conclusion.** The structure of the proposed draft standard, the indicators included in it and the refined requirements are combined with similar criteria of the European standard and take into account the experience gained in Ukraine over the last 18 years since DSTU 4044-2001 standard start was in use.

**Key words:** viscous paving bitumen, quality indicators, technical specifications, DSTU 4044, DSTU EN 12591

Золотарьов В.О., *д-р техн. наук, професор*, <https://orcid.org/0000-0003-2132-9289>

Пиріг Я.І., *канд. техн. наук*, <https://orcid.org/0000-0003-0957-2251>

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна*

## СТАНДАРТИЗАЦІЯ НАФТОВИХ ДОРОЖНИХ В'ЯЗКИХ БІТУМІВ В УКРАЇНІ

### *Анотація*

**Вступ.** Асфальтобетонні покриття є основним видом дорожніх покриттів автомобільних доріг, при цьому якість асфальтобетону в значній мірі визначається якістю бітумних в'язучих.

**Проблематика.** В даний час в світі для оцінки якості дорожніх бітумів використовується три системи: пенетраційна, в'язкісна і система Superpave, кожна з яких має свої переваги і недоліки. Національна пенетраційна система оцінки якості в'язких бітумів була запропонована в 2001 р. з введенням в дію стандарту ДСТУ 4044-2001. У зв'язку зі змінами національної стандартизації, а також сучасними підходами до оцінки якості бітумів питання перегляду номенклатури показників якості, нормованих в ДСТУ 4044-2001, в даний час є актуальним.

**Мета.** Мета роботи полягала в розробці сучасного національного стандарту на в'язкі дорожні бітуми, який би враховував принципи європейської стандартизації та сучасні досягнення як вітчизняних, так і зарубіжних вчених в створенні ефективних систем оцінки якості бітумних в'язучих.

**Матеріали й методи.** У статті виконано порівняльний аналіз існуючих систем оцінки якості в'язких бітумів, розглянуті прийняті в них номенклатури показників якості та співвідношення між пенетраційними залежностями основних показників якості.

**Результати.** Наведені дані свідчать про те, що запропоновані в проекті стандарту ДСТУ 4044 нормовані значення основних показників якості (температура розм'якшення, температура крихкості) орієнтовано на національні кліматичні, експлуатаційні та сировинні особливості в'язких дорожніх бітумів. Крім прийнятих в загальноєвропейському стандарті EN 12591 показників в проект національного стандарту введено додаткові показники, що враховують специфічні особливості окислених бітумів, які використовуються у вітчизняній дорожньої галузі (зчеплення, дуктильність, когезія), а також ряд показників, покликаних оптимізувати технологічні режими приготування і ущільнення асфальтобетонних сумішей (еквів'язкі температури).

**Висновки.** Структура запропонованого проекту стандарту, включені в нього показники і уточнені вимоги поєднуються з аналогічними ознаками європейського стандарту і враховують досвід, накопичений в Україні за минулі 18 років з початку застосування стандарту ДСТУ 4044-2001.

**Ключові слова:** в'язкий дорожній бітум, показники якості, технічні умови, ДСТУ 4044, ДСТУ EN 12591.