

ДОРОЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 665.775

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2018.82.0.119

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЫБОРА МАРКИ БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО, В СООТВЕТСТВИИ С СИСТЕМОЙ SUPERPAVE, В УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

Золотарев В.А., Пыриг Я.И., ХНАДУ

Аннотация. На основе анализа литературных данных и национальных нормативных документов изложены особенности выбора битумов, применяемые при проектировании асфальтобетонных смесей. Используя принципы выбора вяжущих, принятые в системе «Superpave» и климатические данные для всех областных центров страны, установлены марки битумов, которые могут быть использованы при устройстве слоев дорожной одежды в Украине.

Ключевые слова: битум, марка битума, районирование, температура, покрытие.

Введение

Асфальтобетон является наиболее широко распространенным материалом, используемым при устройстве покрытий автомобильных дорог. К существенным достоинствам асфальтобетонных покрытий относятся высокие эксплуатационные характеристики (высокий коэффициент сцепления, бесшумность при движении автомобилей, беспыльность, легкость ремонта), сравнительно высокие технические показатели (малый износ покрытий, высокая прочность и водоустойчивость), регенерируемость, и т.д. В то же время асфальтобетону присущи и недостатки, одним из которых является значительная зависимость прочностных и деформативных показателей от температуры окружающей среды. При этом решающую роль в температурных зависимостях прочностных свойств асфальтобетона играет битум, качество которого оценивается как стандартными (пенетрация, температуры размягчения и хрупкости), так и фундаментальными показателями (вязкость, когезия) [1, 2]. Согласно данным, приведенным в [3] свойства битума на 90 % определяют низкотемпературные свойства асфальтобетона, на 60 % усталостные свойства и на 40 % колееустойкость. В связи с этим при проектировании асфальтобетонных покрытий необходимо особое внимание уделять качеству битумных вяжущих и особенно соответствию температурных характеристик битумов климатическим условиям работы асфальтобетонного покрытия.

Анализ публикаций

Вопросы учета температурных режимов работы дорожных одежд при их проектировании и рационального выбора марки битума рассматривались отечественными учеными

еще в середине прошлого века. В 60-х годах прошлого века в Ленинградском филиале СоюздорНИИ выполнены работы по изучению температурных режимов работы дорожных одежд, результатом которых стала установленная зависимость среднемесячной температуры дорожного покрытия на различной глубине от среднемесячной температуры воздуха [4]. Н.В.Ковалев [5] в 1965 г. предложил формулы для определения минимальных и максимальных температур асфальтобетонного покрытия и разработал дорожно-климатическое районирование территории Беларуси, которое могло быть использовано при строительстве покрытий дорог.

В СоюздорНИИ в 1967 г. разработали рекомендации по выбору битумов при устройстве дорожных одежд с учетом климатических условий их работы, а в 1974 г. их усовершенствовали [6]. В рекомендациях предусматривался выбор видов (вязкие, жидкие, полимернобитумные) и марок битумных вяжущих в зависимости от типа покрытия, конструктивного слоя дорожной одежды, вида применяемых минеральных материалов и дорожно-климатических зон. При этом вся территория страны разделялась на пять дорожно-климатических зон, а территория Украины располагалась в трех дорожных зонах (II – IV), с преобладанием третьей зоны, к которой относились 18 областей. Несмотря на то, что выбор вяжущих осуществлялся на основе учета типов дорожного покрытия и смеси, класса прочности щебня, климатической зоны, из-за ограниченности номенклатуры марок битумов, наиболее распространенной оказалась марка БНД 90/130, которая могла использоваться при устройстве покрытий и оснований дорожной одежды практически на всей территории СССР (табл. 1).

Таблица 1 – Рекомендуемые марки битумов (извлечение из [6])

Тип асфальтобетонной смеси, укладываемой в горячем состоянии	Класс прочности щебня из пород		Рекомендуемая марка битума для зоны		
	изверженных и метаморфических	осадочных	I	II - III	IV - V
средне- и мелкозернистые I типа	1-2	-	БНД 90/130	БНД 90/130 БНД 60/90	БНД 60/90 БНД 40/60
средне- и мелкозернистые I типа	-	1-2	БНД 90/130	БНД 90/130	БНД 90/130 БНД 60/90
песчаные I типа	-	-	БНД 90/130	БНД 90/130 БНД 60/90	БНД 60/90 БНД 40/60
средне-, мелкозернистые II типа	1	1	БНД 90/130	БНД 60/90	БНД 40/60
крупно-, среднезернистые III типа	1-3	1-3	БНД 90/130 БНД 60/90	БНД 90/130 БНД 60/90	БНД 60/90 БНД 40/60

В разработанном и принятом в 1991 г. стандарте ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия» впервые в отечественной практике в государственном стандарте регламентировалась область применения битумов в дорожном строительстве в зависимости от дорожно-климатической зоны. Критерием области применения битумного вяжущего была принята среднемесячная температура наиболее холодного времени года (табл. 2). Ориентирование на усредненные температуры воздуха негативно сказалось на трещинообразовании асфальтобетонных покрытий, о чем впоследствии указывал один из разработчиков стандарта ГОСТ 22245-90 [7] – Л.М.Гохман, который рекомендовал учитывать наиболее низкие температуры воздуха в регионе расположения дороги. К недостаткам принятого критерия выбора вяжущего, приведенного в ГОСТ 22245-90 можно отнести отсутствие учета высоких летних температур и ограниченность номенклатуры марок битумов с ориентированием в основном на применение марки БНД 90/130.

И.М.Руденская и А.В.Руденский [8] в 70-ых годах прошлого века указывали на необходимость выбора битума для устройства различных конструктивных слоев дорожной одежды с учетом дорожно-климатической зоны, глубины расположения слоя дорожной одежды, интервала пластичности битума (60 – 90 °С для верхних слоев покрытий, 50 – 70 °С для нижних слоев покрытий, 35 – 55 °С для оснований) и его вязкости, определенной при 60 °С (от 50 Па·с для северных районов до 1000 Па·с для южных районов). При этом авторы рекомендовали уменьшать вязкость битума при увеличении глубины расположения слоя дорожной одежды (при расположении слоя дорожной одежды на глубине 8 – 10 см, вязкость применяемых битумов

должна уменьшаться в 5 – 10 раз, а при глубине расположения слоя в 10 – 20 см – вязкость битума должна быть в 10 – 20 раз ниже, чем вязкость битума, применяемого для устройства поверхностного слоя дорожной одежды). При этом для верхних слоев авторы рекомендовали применение 5 марок битумов (от БНД 40/60 до БНД 200/300) а для нижних слоев 4 марки (МГ 70/130, МГ 130/200 и БН 130/200, БН 200/300). Одним из основных принципов подбора вяжущих авторы [8] называют равенство середины интервала пластичности битума середине диапазона эксплуатационных температур места расположения дороги.

Таблица 2 – Область применения битумов (извлечение из ГОСТ 22245)

Дорожно-климатическая зона	Среднемесячные температуры наиболее холодного времени года, °С	Марка битума
I	не выше минус 20	БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
II, III	от минус 10 до минус 20	БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
II, III, IV	от минус 5 до минус 10	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БН 90/130, БН 130/200, БН 200/300
IV, V	не ниже + 5	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БН 60/90, БН 90/130

Украинскими исследователями в 1974 г. выполнены работы по дорожному районированию, в результате которых территория республики была поделена на 16 дорожных районов с типичными для каждого района особенностями проектирования дорожных одежд, технологий строительства и эксплуа-

тации автомобильных дорог [9]. По сообщению авторов, основными принципами районирования были характеристики географических комплексов – климат, грунты, рельеф местности, гидрогеология и растительность.

В 1987 г. учеными КАДИ и ХАДИ была разработана Инструкция ИН 218 УССР 067-87 [10], в которой предложено дорожно-климатическое районирование территории по климатическим условиям работы асфальтобетонного покрытия. Согласно районированию территория Украины была разделена на семь районов, предусматривающих применение 4 марок битумов – БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130 и БНД 130/200. Разделение на дорожно-климатические районы было основано на данных Гидрометеослужбы Украины и выполнялось на основании учета расчетной максимальной летней и минимальной зимней температур воздуха и дорожного покрытия, количества переходов температуры воздуха через 0 °С и годового количества осадков. В соответствии с установленными температурами покрытия, их максимальные значения изменялись в зависимости от района в пределах от + 54 °С до + 60 °С, а минимальные значения – от минус

15 °С до минус 19 °С. Предложенное климатическое районирование было использовано при разработке стандарта ДСТУ Б В.2.7-119 [11, 12].

В инструкции [10] кроме битумов марок БНД допускалось использование и марок БН. В дальнейшем при разработке национального стандарта ДСТУ Б В.2.7-119:2003 количество марок было сокращено до 4-х марок БНД (табл. 3), а в ДСТУ Б В.2.7-119:2011 оставлено всего лишь 3 марки, которые рекомендованы для приготовления асфальтобетонных смесей – БНД 40/60, БНД 60/90 и БНД 90/130.

При переработке национального стандарта ДСТУ Б В.2.7-119 [12] в 2011 г., предложено при назначении области применения марок битумов ориентироваться не только на категорию дороги, но и слой дорожной одежды (табл. 4). При этом фактически наиболее универсальным является битум марки БНД 60/90, который может применяться для устройства всех слоев дорожной одежды во всех дорожно-климатических районах Украины в независимости от категории дороги и ее грузонапряженности.

Таблица 3 – Рекомендуемые марки битумов (извлечение из [10, 11])

Район	Марка битума в зависимости от категории дороги															
	БНД 40/60				БНД 60/90				БНД 90/130				БНД 130/200			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
A-1					+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
A-2					+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
A-3					+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
A-4					+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
A-5	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+			+	
A-6	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+		+		+
A-7	+	+	+	+		+	+	+			+	+			+	

Таблица 4 – Рекомендуемые марки битумов (извлечение из [12])

Район	Марка битума в зависимости от категории дороги и слоя одежды																	
	Верхние слои покрытия						Нижние слои покрытия						Слои основания					
	БНД 40/60		БНД 60/90		БНД 90/130		БНД 40/60		БНД 60/90		БНД 90/130		БНД 40/60		БНД 60/90		БНД 90/130	
	I, II	III, IV	I, II	III, IV	I, II	III, IV	I, II	III, IV	I, II	III, IV	I, II	III, IV	I, II	III, IV	I, II	III, IV	I, II	III, IV
A-1			+	+	+	+			+	+	+	+	+		+	+	+	+
A-2			+	+	+	+			+	+	+	+	+		+	+	+	+
A-3			+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+
A-4			+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+
A-5	+	+	+	+			+	+	+	+			+	+	+	+		
A-6	+	+	+	+			+	+	+	+			+	+	+	+		
A-7	+	+	+	+			+	+	+	+			+	+	+	+		

Таким образом, отличительной характеристикой критерия назначения области применения битума в отечественной дорожной отрасли является отсутствие учета конкретных природно-климатических и эксплуатационных условий района работы дорожного покрытия. Во многом это определяется тем, что нефтеперерабатывающие заводы изготавливают ограниченное количество марок битумов с относительно широким диапазоном изменения свойств вяжущего в пределах одной марки (в Европе согласно EN 12591 может выпускаться 12 марок битумов; в Украине в соответствии с ДСТУ 4044 нормируется изготовления 4 марок битума, фактически изготавливается отечественным НПЗ и импортируется из Беларуси в основном одна марка – БНД 60/90 или 70/100 в соответствии с европейской классификацией).

Кардинально противоположный подход к выбору марки битумных вяжущих принят в американской системе Superpave (Superior Performing Asphalt Pavements), разработанной в ходе выполнения в США в конце прошлого века стратегической дорожной исследовательской программы SHRP (Strategic Highway Research Program). Отличительной особенностью системы Superpave является постоянство требований к свойствам битумных вяжущих, которые в зависимости от марки битума достигаются при разных температурах в 39 PG-зонах США. При этом маркировка вяжущих содержит значения крайних положительных и отрицательных температур, при которых выполняются требуемые нормы. Например, согласно марки PG 58-28 технические требования, нормируемые в системе Superpave, к высокотемпературным свойствам должны выполняться до температуры + 58 °С, а низкотемпературные свойства – до минус 28 °С. Наиболее распространенные в США марки битумных вяжущих приведены в табл. 5, но возможное количество марок не ограничено и может быть изменено путем увеличения/уменьшения максимальных или минимальных температур с шагом в 6 °С.

Основными критериями при назначении марок битумов в системе Superpave является учет климатических характеристик района расположения дороги (путем учета максимальных и минимальных температур воздуха), слоя дорожной одежды (путем учета температуры слоя на разной глубине одежды), а также назначения дороги и проектируемой интенсивности движения на ней.

При разработке системы Superpave была создана постоянно пополняемая со всех метеостанций США и Канады база климатических данных этих государств, которая позволяет получить климатические данные для установления марочных температур битума в конкретном районе его применения.

Таблица 5 – Марки битумных вяжущих в США, согласно с [13]

	Температура, °С	
	максимальная	минимальная
PG	46	-34, -40, -46
PG	52	-10, -16, -22, -28, -34, -40, -46
PG	58	-16, -22, -28, -34, -40
PG	64	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG	70	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG	76	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG	82	-10, -16, -22, -28, -34, -40

Действующая с 1993 г. система Superpave получила широкое распространение. В США и Канаде она применяется во всех штатах. В ряде других государств используются отдельные подходы и методы оценки качества материалов при проектировании асфальтобетонных покрытий. Одним из наиболее часто применяемых элементов системы Superpave стал выбор битумных вяжущих с учетом районирования местности. Работы по климатическому районированию были выполнены в Латинской Америке [14], Африке [15], странах Ближнего Востока (Ираке [16], Пакистане [17], Египте [18], ОАЭ [19]), странах Юго-Восточной Азии (Шри-Ланке [20] и Таиланде [21]), в Польше [22]. С начала 2000-х годов элементы климатического районирования по системе Superpave использованы в Эстонии, Латвии, Беларуси [23], Казахстане [24]. В РФ введен в действие предварительный стандарт ПНСТ 86-2016, регламентирующий порядок определения PG марки битумного вяжущего [25]. В Украине в настоящее время выполняются лишь работы по сравнительному анализу моделей прогнозирования температур покрытия нежестких дорожных одежд [26].

Цель и постановка задачи

Целью выполненной работы было установление, на основе принципов системы «Superpave», марок битумных вяжущих, которые могут применяться для устройства различных слоев асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог в разных областях Украины. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: установить

на основе метеорологических данных минимальные и максимальные ежегодные температуры воздуха в областных центрах Украины; рассчитать минимальные и максимальные температуры асфальтобетонных покрытий по зависимостям, принятым в системе Superpave; установить марки битумных вяжущих, рекомендуемых для устройства асфальтобетонных покрытий в различных областях Украины; создать на основе полученных данных ориентировочные карты районирования территории Украины по показателю PG.

Определение марок битумных вяжущих

Методика установления марки битума (PG) в системе Superpave состоит из ряда этапов: установление максимальных и минимальных температур воздуха; расчет максимальных и минимальных температур покрытия; выбор марки битумного вяжущего.

Установление температур воздуха

Установление максимальных и минимальных температуры воздуха для конкретного района строительства или эксплуатации асфальтобетонных покрытий согласно системы Superpave выполняется на основе анализа ежедневных температур за период не менее 20 лет. При этом в качестве минимальной принимается температура воздуха наиболее холодных суток ($T_{\min}^{cp}$). Для расчета максимальной температуры, в соответствии с [27], устанавливается семидневный период с наиболее высокой температурой воздуха, для которого и рассчитывается средняя максимальная температура ($T_{\max}^{cp}$).

Определение климатических характеристик для областных центров Украины было выполнено на основе анализа климатических данных, взятых из открытых источников [28], за период с 1.01.1997 г. по 31.12.2017 г. Полученные данные о максимумах и минимумах температур воздуха за 21-летний период для городов Украины приведены в табл. 6.

Расчет максимальных и минимальных температур дорожных покрытий выполняется на основании используемых в системе Superpave формул (1 – 2) [27] с учетом принятого проектировщиком показателя надежности. Для установления максимальной расчетной температуры покрытия применяется формула (1), выведенная исходя из модели тепловых потоков и энергетического баланса

$$T_{\max}^{покp} = 54,32 + 0,78 \cdot T_{\max}^{cp} - 0,0025 \cdot Ш^2 - 15,14 \cdot \text{Log}_{10}(H + 25) + Z \cdot (9 + 0,61 \cdot s^2)^{0,5} \quad (1)$$

где $T_{\max}^{cp}$ – средняя значение семидневного температурного максимума максимальная температура воздуха, °C; Ш – географическая широта района расположения дороги, градусы; H – глубина от поверхности покрытия, мм; Z – значение стандартного нормального распределения (при вероятности 50 % $Z = 0$, при вероятности 98 % $Z = 2,055$); s – стандартное отклонение.

Минимальная расчетная температура покрытия определяется по формуле (2):

$$T_{\min}^{покp} = -1,56 + 0,72 \cdot T_{\min}^{cp} - 0,004 \cdot Ш^2 + 6,26 \cdot \text{Log}_{10}(H + 25) - Z \cdot (4,4 + 0,52 \cdot s^2)^{0,5} \quad (2)$$

где $T_{\min}^{cp}$ – минимальная температура воздуха, °C.

Одной из основополагающих особенностей при расчете максимальных и минимальных температур покрытия в системе Superpave является использование показателей надежности, представляющих собой выраженную в процентах вероятность того, что рассчитанные температуры не будут превышены в течение года. Наиболее применяемыми являются показатели надежности 50 % и 98 %, но возможно использование и других значений, целесообразность чего устанавливает проектировщик покрытия. Показатель 50 % предполагает, что реальная температура покрытия с вероятностью в 50 % может быть больше установленных по расчетным формулам (1) и (2). При показателе 98 % превышение реальных температур покрытия над расчетными возможно раз в 50 лет. Использование более высокой вероятности приводит к значительному повышению максимальных и понижению минимальных расчетных температур покрытия, что соответственно приводит к изменению марки вяжущего и удорожанию конструкции одежды. Поэтому выбор того или иного показателя надежности определяется видом автомобильной дороги (например, для магистральных дорог показатель надежности должен быть не менее 98 %, в то время как для сельских дорог будет достаточна надежность в 50 %).

Расчет показателя надежности выполняется по формуле (3)

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(T_i - T_{\text{ср}})^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где n – количество лет наблюдений погоды; $T_{\text{ср}}$ – средняя максимальная или соответственно минимальная температура, °С; T_i – максимальная семидневная или соответственно минимальная температура в i -й год наблюдения, °С.

Еще одной особенностью системы Supergrave является возможность определять распределение температур по толщине слоев дорожной одежды, что позволяет назначать разные марки битумных вяжущих при устройстве различных слоев одежды (с повышением глубины залегания слоя дорожной одежды значения марок вяжущих уменьшаются). При установлении PG марки обычно для расчета максимальных температур покрытия используется глубина от поверхности покрытия равная 20 мм, а при расчете минимальных температур – нулевая глубина.

Выбор марки битумного вяжущего

Выбор марок битумных вяжущих по значениям температурных пределов асфальтобетонных покрытий осуществляется путем округления значений максимальных температур покрытий в большую сторону и минимальных температур в меньшую сторону до значений, соответствующих маркам битумных вяжущих, приведенных в табл. 5.

Используя климатические характеристики для областных центров Украины, были рассчитаны температуры покрытия и установлены марки вяжущих, которые могут быть использованы при устройстве различных слоев дорожной одежды (принята толщина слоя в 20 мм, 90 мм и 200 мм) (табл. 6).

Несмотря на значительную площадь территории Украины, в соответствии с приведенными в табл. 6 значениями температур воздуха для различных городов страны, диапазон минимальных и максимальных значений температур относительно узок. Он составляет 6,9 °С для наибольших летних и 9,9 °С для наименьших зимних значений (без учета особенностей горных и южнобережных районов страны).

Таблица 6 Исходные данные для расчета температур покрытия и установленные марки вяжущих для различных городов Украины

Город	Ши- рота, град	Максимальные температуры, ° С				Минимальные тем- пературы, ° С				Марка РГ для различных слоев дорожной одежды при обеспеченности							
		воз- духа	s	покрытия при надеж- ности		воз- духа	s	покрытия при надеж- ности		Верхние слои одежды H = 20 мм		Нижние слои одежды H = 90 мм		Слои основания H = 200 мм			
				50 %	98 %			50 %	98 %	50 %	98 %	50 %	98 %				
Винница	49,1	33,4	1,8	49,3	56,1	-28,9	3,3	-23,3	-29,8	52-28	58-34	46-22	52-28	40-22	46-28		
Днепр	48,3	38,3	2,2	53,3	60,4	-27,8	3,4	-22,2	-28,8	58-28	64-34	52-22	58-28	46-22	52-28		
Донецк	48,0	38,5	2,4	53,6	60,8	-31,9	3,7	-25,0	-32,0	58-28	64-34	52-22	58-28	46-22	52-28		
Житомир	50,2	33,7	1,6	49,3	56,0	-30,5	3,4	-24,8	-31,5	52-28	58-34	46-22	52-28	40-22	46-28		
Запорожье	47,5	39,6	2,1	54,5	61,6	-29,3	3,8	-22,9	-30,0	58-28	64-34	52-22	58-28	46-22	52-28		
Киев	50,3	37,6	2,1	52,3	59,3	-28,0	3,3	-23,1	-29,6	58-28	64-34	52-22	58-28	46-22	52-28		
Кропивницкий	48,3	37,9	2,2	53,0	60,1	-28,7	3,6	-22,8	-29,7	58-28	64-34	52-22	58-28	46-22	52-28		
Львов	49,5	33,2	1,8	49,1	55,9	-28,6	3,9	-23,2	-30,4	52-28	58-34	46-22	52-28	40-22	46-28		
Одесса	46,3	37,4	2,7	53,1	60,6	-24,0	2,7	-18,7	-24,5	58-22	64-28	52-16	58-22	46-16	52-22		
Полтава	49,4	38,3	2,2	53,1	60,2	-28,6	3,3	-23,2	-29,7	58-28	64-34	52-22	58-28	46-22	52-28		
Ровно	50,6	34,0	1,6	49,4	56,1	-32,6	4,0	-26,5	-33,9	52-28	58-34	46-28	52-34	40-22	46-34		
Симферополь	44,6	37,9	1,9	53,9	60,8	-25,2	3,7	-18,9	-25,9	58-22	64-28	52-16	58-22	46-16	52-22		
Сумы	50,5	38,6	2,3	53,0	60,2	-29,5	2,6	-24,2	-30,0	58-28	64-34	52-22	58-28	46-22	52-28		
Тернополь	49,5	32,7	1,7	48,7	55,4	-32,5	4,5	-26,0	-34,0	52-28	58-34	46-22	52-34	40-22	46-34		
Ужгород	48,4	36,2	2,1	51,7	58,7	-22,7	3,6	-18,5	-25,4	52-22	64-28	46-16	58-22	46-16	52-22		
Харьков	50,0	39,0	2,6	53,5	60,9	-30,8	3,7	-25,0	-32,0	58-28	64-34	52-22	58-28	46-22	52-22		
Херсон	46,6	39,3	3,1	54,5	62,4	-26,3	3,6	-20,4	-27,3	58-22	64-28	52-22	58-28	46-16	46-22		
Хмельницкий	50,3	32,8	1,6	48,5	55,2	-28,9	3,5	-23,7	-30,5	52-28	58-34	46-22	52-28	40-22	46-28		
Чернигов	51,3	37,4	2,0	51,9	58,8	-29,8	3,4	-24,8	-31,4	52-28	64-34	46-22	58-28	46-22	52-28		
Черновцы	48,3	33,7	1,6	49,7	56,4	-28,2	3,4	-22,4	-29,1	52-28	58-34	46-22	52-28	40-22	46-28		

В связи с этим на территории Украины могут применяться в качестве базовых (т.е. для типичных условий) марки вяжущих, приведенные в табл. 7.

Таблица 7 – Номенклатура PG марок вяжущих, рекомендуемых для устройства слоев дорожной одежды на территории Украины

Марка PG для различных слоев дорожной одежды при обеспеченности					
верхние слои одежды		нижние слои одежды		слои основания	
50 %	98 %	50 %	98 %	50 %	98 %
-	-	-	-	40-22	-
-	-	46-16	-	46-16	-
-	-	46-22	-	46-22	46-22
-	-	46-28	-	-	46-28
-	-	52-16	-	-	46-34
52-22	-	52-22	-	-	52-22
52-28	-	-	52-28	-	52-28
-	-	-	52-34	-	-
58-22	-	-	58-22	-	-
58-28	-	-	58-28	-	-
-	58-34	-	-	-	-
-	58-40	-	-	-	-
-	64-28	-	-	-	-
-	64-34	-	-	-	-

В качестве типичных условий (базовых) приняты условия, когда запроектированное дорожное покрытие подвергается воздействию принимаемых проектировщиком кратковременных, короткопериодических нагрузок. В случае изменения условий нагружения покрытий автомобильных дорог в системе Superpave рекомендуется изменение марок вяжущих в сторону увеличения максимального значения:

– для участков с медленным движением, максимальное марочное значение температуры увеличивается на одну марку (например, вместо PG 52 применяется PG 58);

– для участков с постоянной нагрузкой (например, остановки, стоянки), максимальное марочное значение температуры увеличивается на две марки (например, вместо PG 52 применяется PG 64);

– для участков с повышенной интенсивностью движения и большими осевыми нагрузками проектировщик также может увеличивать максимальное марочное значение температуры на одну – две марки.

Таким образом, приведенная в табл. 7 марки номенклатура марок битумов, может быть еще более расширена за счет учета эксплуатационных условий работы проектируемых автомобильных дорог.

К существенному недостатку классификации битумных вяжущих по системе Superpave можно отнести значительное завышение температурных границ битумных вяжущих. В некоторых случаях такое завышение может достигать 5,9 °C, что приводит к нерационально высокому коэффициенту безопасности. Например, исходя из данных приведенных в табл. 6 для г. Киева: при максимальной расчетной температуре покрытия 52,3 °C и минимальной расчетной температуре покрытия минус 29,6 °C, принимается марка PG 58-34, поскольку максимальная расчетная температура покрытия превышает температуру марки PG 52 на 0,3 °C, а минимальная расчетная температура выше температуры для марки PG XX-28. Таким образом, максимальная температура завышена на 5,7 °C, а минимальная температура ниже расчетной на 4,4 °C. Такое завышение температур непременно приведет к удорожанию стоимости асфальтобетонных смесей за счет увеличения стоимости вяжущего и необходимости в его модификации, что может быть установлено по схеме на рис. 1.

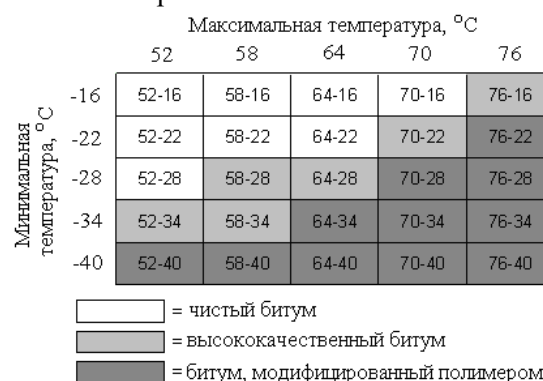


Рис. 1. Установление необходимости модификации вяжущих в соответствии с принципами системы Superpave, по [30]

В соответствии с данными табл. 6 и рис. 1 при 50 % надежности на всей территории Украины могут применяться битумы без модифицирующих добавок. Для обеспечения 98 % надежности на всей территории страны должны применяться битумы более высокого качества с повышенными низкотемпературными свойствами, а в ряде регионов (например, в Киевский, Донецкой, Днепропетровской, Полтавский, Сумской, Харьковский и Черниговской областях) для верхних слоев дорожной одежды следует применять в основном битумы, модифицированные полимера.

При адаптации марок битумных вяжущих PG, установленных в соответствии с методикой, принятой в системе Superpave, к принятой в Украине маркировке битумов, следует иметь в виду, что максимальные и минимальные температуры в американской системе не соответствуют значениям температур размягчения по методу «Кольца и шара» и хрупкости по методу Фраасу. Между показателям динамического сдвига ($G^*/\sin \phi$), принятым в системе Superpave для назначения максимальной марочной температуры и температурой размягчения (T_r), являющейся в национальной системе маркировки битумов верхней температурой интервала пластичности, так же как между показателем жесткости при ползучести (S), принятым в системе Superpave для назначения минимальной марочной температуры и температурой хрупкости (T_{hr}), которая в национальной системе является нижней границей интервала пластичности, достоверные зависимости не установлены. В то же время существуют экспериментально установленные зависимости [31], согласно которым значения температур хрупкости по методу Фрааса в среднем на 10 – 12 °C выше значений показателя жесткости.

На основании приведенных в табл. 6 марочных значений битумных вяжущих с 98 % надежностью, рекомендуемых для примене-

ния в различных областях, была составлена карта районирования территории Украины по показателю PG, представленная на рис. 2. Данная карта является ориентировочной, поскольку составлена по слишком малому количеству данных. Полная карта может быть построена на основе анализа климатических данных, полученных из официальных источников (например, архива Гидрометцентра), на основании которых возможно определение марок PG для значительного количества населенных пунктов страны. Для выполнения такой работы необходимо значительное финансирование, ввиду высокой стоимости архивных данных Гидрометцентра.

Выводы

1. На основе анализа трудов и нормативных документов, относящихся к теме исследования, рассмотрены существующие подходы и методы выбора марок битумных вяжущих при производстве асфальтобетонных смесей.
2. Применяемые в настоящее время в Украине критерии назначения марок вяжущих для устройства асфальтобетонных покрытий базируются на принципе «регион для марки», согласно которого одна и та же марка вяжущего может быть использована в различных районах строительства при этом

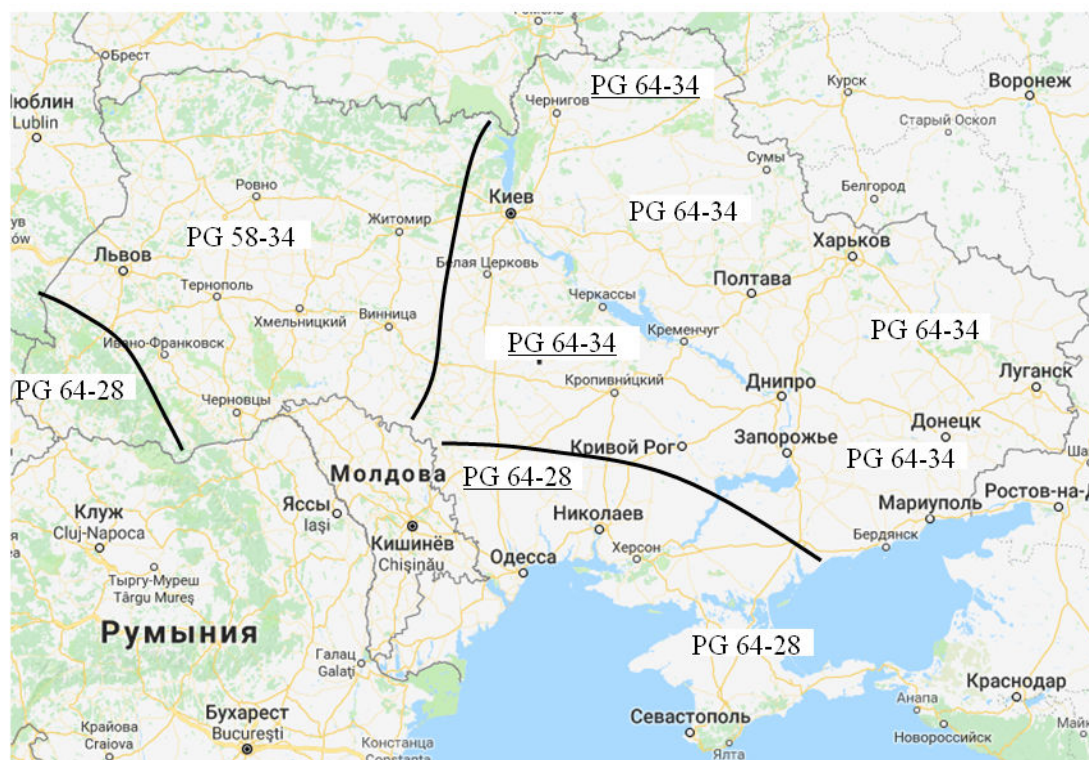


Рис. 2. Климатическое районирование территории Украины по системе Superpave

практически не учитываются климатические и эксплуатационные особенности. Применяемый в американской системе Superpave принцип выбора вяжущего «марка под регион» позволяет учесть климатические условия конкретного места строительства дороги, конструкцию дорожной одежды и особенности эксплуатации автомобильной дороги, что делает этот принцип более прогрессивным и перспективным.

3. На основании климатических данных, взятых из открытых источников, определены значения температурных пределов, на основании которых расчетным методом, принятым в американской системе Superpave, установлены значения минимальных и максимальных температур асфальтобетонных покрытий для различных городов Украины.

4. Составлена ориентировочная климатическая карта Украины по показателю PG. Для составления подробной климатической карты необходимо использование климатических данных из официальных источников.

Литература

1. Рыбьев И. А. Асфальтовые бетоны / И. А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 1969. – 369 с.
2. Гезенцев Л. Б. Дорожный асфальтобетон / Л. Б. Гезенцев. – М.: Стройиздат, 1976. – 336 с.
3. Advances in Interlaboratory Testing and Evaluation of Bituminous Materials: State-of-the-Art Report of the RILEM Technical Committee 206-ATB / Manfred N. Partl, Hussain U. Bahia, Francesco Canestrari, Chantal de la Roche, Hervé Di Benedetto, Herald Piber, Dariusz Sybilski. – Springer Science & Business Media, 2012. – 453 p.
4. Гайворонский В. Н. Температурный режим дорожной одежды и земляного полотна / В. Н. Гайворонский, П. Д. Россовский // Труды СоюздорНИИ. – Вып. 47. – 1971. – С. 39 – 56.
5. Ковалев Я. Н. Дорожно-климатическое районирование территории БССР для строительства асфальтобетонных покрытий // Применение местных материалов в дорожном строительстве БССР: сб. статей. – М.: Транспорт, 1966. – С. 64 – 71.
6. Рекомендации по выбору вязких битумов для строительства разных типов дорожных одежд в различных климатических условиях. – М.: СоюздорНИИ, 1974. – 32 с.
7. Гохман Л. М. Критерий – «температура воздуха наиболее холодных суток» / Л. М. Гохман // Автомобильные дороги. – № 7. – 2014. – С. 48 – 62.
8. Руденская И. М. Органические вяжущие для дорожного строительства/ И. М. Руденская, А. В. Руденский. – М.: Транспорт, 1984. – 229 с.
9. Методические рекомендации по дорожному районированию УССР. – Харьков: ХАДИ, 1974. – 16 с.
10. Инструкция ИН 218 УССР 067-84 «Назначение рациональных составов асфальтобетонов для дорог разных категорий с учетом региональных климатических условий УССР. – Киев: Министерство строительства и эксплуатации автомобильных дорог Украины, 1987. – 42 с.
11. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-119:2003. – [Не чинний] К.: Держбуд України, 2003. – 45 с. – (Національні стандарти України).
12. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-119:2011. – [Чинний з 2011-12-30]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 43 с. – (Національні стандарти України).
13. Zanicwski J. P. Evaluation of performance graded asphalt binder equipment and testing protocol / J.P. Zanicwski, M.F. Pumphrey. – Morgantown. WV: Asphalt Technology Program, Department of Civil and Environmental Engineering, 2004. – 107 p.
14. Delgadillo R. Superpave zoning for Chile / R.Delgadillo, M.Segovia, C.Wahr, G.Thenoux // Revista Ingenieria de Construcccion. - Vol 32. – 2017. – p.p. 25-35.
15. Denneman E. The application of locally developed pavement temperature prediction algorithms in performance grade (PG) binder selection / E.Denneman // Proceedings of the 26th Southern African Transport Conference. 9 - 12 July 2007. – p.p. 257-266.
16. Hamed M. H. Alani The transition to a PG Grading system for asphalt cement in Iraq / Hamed M. H. Alani, Amjad H. Albayati, Alaa S. Abbas // Journal of Engineering. № 4, Vol. 16. – 2010. – p.p. 5911 – 5931.
17. Kamran Muzaffar Khan Development of Superpave Performance Grading Map for Pakistan / Kamran Muzaffar Khan, Tahir Sultan, Qazi Umar Farooq, Kiffayatullah Khan, Faizan Ali // Life Science Journal. – № 10(7s). – 2013. – p.p. 355 – 362.
18. Saleh A.M.M. Generation of asphalt performance grading map for Egypt based on the SUPERPAVE™ program / A.M.M.Saleh, Metwally A.Trad // Construction and Building Materials. – Volume 25, Issue 5, May 2011. – p. 2248-2253.
19. Hamad I. AI-Abdul Wahhab Development of performance-based bitumen specifications for the Gulf countries / Hamad I. AI-Abdul Wahhab, Ibrahim M. Asi, Ibrahim A. AI-Dubabet, Mohamad Farhat Ali // Construction and Building Ma-

- terials. – Volume 11, Issue 1, February 1997. – p.p. 15-22.
20. Mampearachchi W.K. Review of asphalt binder grading systems for hot mix asphalt pavements in Sri Lanka / W.K. Mampearachchi, G.S. Mihirani, B.W.P. Binduhewa, G.D.D. Lalithya // Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka. - 40(4). – 2012. – p.p.311–320.
 21. Charoentham N. Development of a Performance Grading System for Asphalt Binders Used in Thailand / N. Charoentham, K. Kanitpong // Asian Transport Studies. - Volume 2, Issue 2. – 2012. – p.p. 121-138.
 22. Pszczoja M. Analysis of climatic zones in Poland with regard to asphalt performance grading / M. Pszczoja, D. Rys, P. Jaskuja // Roads and Bridges - Drogi i Mosty. – № 16. – 2017. – p.p. 245 – 264.
 23. Леонович И. И. Методика и результаты оценки экстремальных температур дорожных покрытий в различных регионах республики Беларусь / И. И. Леонович, И. С. Мельникова // Автомобильные дороги и мосты: Научн.-техн. журнал. – 2012. – № 1 (9). – С. 39-47.
 24. Телтаев Б. Б. Учет климатических условий эксплуатации при выборе битума для асфальтобетонных смесей / Б. Б. Телтаев, Е. В. Каганович, Т. Т. Измайлова // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2008. – № 2. – С. 17-20.
 25. ПНСТ 86-2016 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Порядок определения марки с учетом температурного диапазона эксплуатации. – М.: Стандартинформ, 2016. – 8 с.
 26. Гамеляк І. П. Аналіз існуючих моделей прогнозування температури покриття нежорстких дорожніх одягів / І. П. Гамеляк, Д. В. Волощук // Вісник НТУ. – 2012. – Вип. 26. – С. 78-82.
 27. Superpave Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing, Superpave Series No. 1 (SP-1). – Asphalt Institute, Lexington, KY, 1994. – 70 p.
 28. Погодные сервисы: архивные данные климатических характеристик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pogoda-service.ru>.
 29. Mohseni A. LTTP seasonal asphalt concrete pavement temperature models/ A. Mohseni. – Federal Highway Administration. Washington, D.C., 1998. – 72 p.
 30. Chin C. Performance graded bitumen specifications / C.Chin // Road Engineering Association of Asia and Australasia (REAAA) Conference, 13th, 2009, Incheon, Korea. – 2009. – 10 p.
 31. Jellema E. Comparing cold performance results using fracture toughness test, asphalt binder cracking device, Fraass breaking point and bending beam rheometer // Erica Jellema, Erik Scholten, Sherida De Vries, Sang Soo Kim, Bob Kluttz / 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress, 13-15th June 2012, Istanbul.

References

1. Ryb'ev, I. A. (1969). Asfaltovye betony [Asphalt Concretes.]. Moscow: Vysshaya shkola.
2. Gezenchev, L. B. *Dorozhnyy asfaltobeton [Road asphalt concrete]*. Moscow [in Russian].
3. Partl, M. N., Bahia, H. U., Canestrari, F., de la Roche, C., Di Benedetto, H., Piber, H., & Sybilsky, D. (Eds.). (2013). *Advances in interlaboratory testing and evaluation of bituminous materials. State-of-the-art report of the RILEM technical committee 206-ATB. RILEM state-of-the-art reports: Vol. 9*. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5104-0>
4. Gajvoronskij, V. N., & Rossovskij, P. D. (1971). Temperaturnyj rezhim dorozhnoj odezhdy i zemljanogo polotna [Temperature regime of pavement and road bed], *Trudy SojuzdorNII*, 47, 39-56 [in Russian].
5. Kovalev, Ja. N. (1966). Dorozhno-klimaticheskoe rajonirovanie territorii BSSR dlja stroitel'stva asfal'tobetonnyh pokrytij [Road-climatic zoning of the territory of the BSSR for the construction of asphalt concrete pavements]. *Primenenie mestnyh materialov v dorozhnom stroitel'stve BSSR: sb. Statej*, (pp. 64-71). Moscow [in Russian].
6. Rekomendacii po vyboru vjazkih bitumov dlja stroitel'stva raznyh tipov dorozhnyh odezhd v razlichnyh klimaticheskix uslovijah [Recommendations for the selection of viscous bitumen for the construction of different types of road clothes in different climatic conditions]. (1974). Moscow: SojuzdorNII [in Russian].
7. Gohman, L. M. (2014). Kriterij – «temperatura vozduha naibolee holodnyh sutok» [The criterion is "air temperature of the coldest days"]. *Avtomobil'nye drogi*, 7, 48-62 [in Russian].
8. Rudenskaja, I. M. & Rudenskij, A. V. (1984). Organicheskie vjazhushhie dlja dorozhnogo stroitel'stva [Organic binders for road building]. Moscow: Transport [in Russian].
9. Metodicheskie rekomendacii po dorozhnomu rajonirovaniju USSR [Methodical recommendations for the road zoning of the Ukrainian SSR]. (1974). Har'kov: HADI [in Russian].
10. Naznachenie racional'nyh sostavov asfal'tobetonov dlja dorog raznyh kategorij s uchetom regional'nyh klimaticheskix uslovij USSR. *Instrukcija IN 218 USSR 067-84* [Assignment of rational asphalt mixes for roads of different categories, taking into account regional climatic conditions of the Ukrainian SSR. *Instruction IN 218 UkrSSR 067-84*]. (1987). Kiev: Ministerstvo stroitel'stva i jekspluatcii avtomobil'nyh dorog Ukrainy [in Russian].
11. Sumishi asfal'tobetonni i asfal'tobeton dorozhnij ta aerodromnij. Tehnichni umovi [Mixtures of as-

- phalt concrete and asphalt concrete road and airfield. Specifications]. (2003). *DSTU B V.2.7-119:2003*. Kyiv: Derzhbud Ukraïni [in Ukrainian].
12. Sumishi asfal'tobetonni i asfal'tobeton dorozhnij ta aerodromnij. Tehnichni umovi [Mixtures of asphalt concrete and asphalt concrete road and airfield. Specifications]. (2011). *DSTU B V.2.7-119:2011 from 30 December 2011*. Kyiv: Ministerstvo regional'nogo rozvitku, budivnictva ta zhitlovo-komunal'nogo gospodarstva Ukraïni [in Ukrainian].
 13. Zaniewski, J. P., & Pumphrey, M. F. (2004). *Evaluation of performance graded asphalt binder equipment and testing protocol*. Morgantown. WV: Asphalt Technology Program, Department of Civil and Environmental Engineering.
 14. Delgadillo, R., Segovia, M., Wahr, C., & Thenoux, G. (2017). Superpave zoning for Chile. *Revista Ingenieria de Construccion*, 32, 25-35.
 15. Denneman, E. (2007). The application of locally developed pavement temperature prediction algorithms in performance grade (PG) binder selection. Proceedings of the 26th Southern African Transport Conference (SATC 2007). 257-266.
 16. Hamed, M. H. A., Albayati, A. H., & Abbas, A. S. (2010). The transition to a PG Grading system for asphalt cement in Iraq. *Journal of Engineering*, 4(16), 5911-5931.
 17. Khan, K. M., Sultan, T., Farooq, Q. U., Khan, K., & Ali, F. (2013). Development of Superpave Performance Grading Map for Pakistan. *Life Science Journal*, 10(7s), 355-362.
 18. Saleh, A. M. M., & Trad, M. A. (2011). Generation of asphalt performance grading map for Egypt based on the SUPERPAVE™ program. *Construction and Building Materials*, 25(5), 2248-2253.
 19. Wahhab, H. I. A. A., Asi, I. M., Dubabet, I. A. A., & Ali M. F. (1997). Development of performance-based bitumen specifications for the Gulf countries. *Construction and Building Materials*, 11(1), 15-22.
 20. Mampearachchi, W. K., Mihirani, G. S., Binduhewa, B. W. P., & Lalithya, G. D. D. (2012). Review of asphalt binder grading systems for hot mix asphalt pavements in Sri Lanka. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 40(4), 311-320.
 21. Charoentham, N., & Kanitpong, K. (2012). Development of a Performance Grading System for Asphalt Binders Used in Thailand. *Asian Transport Studies*, 2(2), 121-138.
 22. Pszczoja, M., Rys, D., & Jaskuja P. (2017). Analysis of climatic zones in Poland with regard to asphalt performance grading. *Roads and Bridges - Drogi i Mosty*, 16, 245-264. doi: 10.7409/rabdim.017.016.
 23. Leonovich, I. I., & Mel'nikova, I. S. (2012). Metodika i rezultaty ocenki jekstremal'nyh temperatur dorozhnyh pokrytij v razlichnyh regionah respubliki Belarus [Method and results of the assessment of extreme temperatures of road surfaces in various regions of the Republic of Belarus]. *Avtomobil'nye dorogi i mosty: Nauchn.-tehn. Zhurnal*, 1 (9), 39-47 [in Russian].
 24. Teltaev, B. B., Kaganovich, E. V., & Izmajlova, T. T. (2008). Uchet klimaticeskikh uslovij jekspluatacii pri vybore bituma dlja asfal'tobetonnyh smesej [Consideration of climatic conditions of operation when choosing bitumen for asphalt-concrete mixtures]. *Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli*, 2, 17-20 [in Russian].
 25. Dorogi avtomobil'nye obshhego pol'zovanija. Materialy vjazhushhie nefjtjanye bitumnye. Porjadok opredelenija marki s uchedom temperaturnogo diapazona jekspluatacii [Roads of public use. Materials astringent bituminous oil. The procedure for determining the mark taking into account the temperature range of operation]. (2016). *PNST 86-2016 from 10th of March 2016*. Moscow: Standartinform [in Russian].
 26. Gameljak, I. P., & Voloshuk, D. V. Analiz isnujuchih modelej prognozuvannja temperaturi pokritija nezhorstkih dorozhnyh odjagiv [Analysis of existing models for predicting the temperature of non-rigid road clothing]. (2012). *Visnik NTU*, 26, 78-82 [in Ukrainian].
 27. Superpave Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing, Superpave Series No. 1 (SP-1). (1994). Asphalt Institute, Lexington, KY.
 28. Sait «Pogodnye servisy: arhivnye dannye klimaticheskikh harakteristik» [Site «Weather services: archive data of climatic characteristics»]. <http://pogoda-service.ru>.
 29. Mohseni, A. (1998). *LTPP seasonal asphalt concrete pavement temperature models*. Washington, D. C.: Federal Highway Administration.
 30. Chin, C. (2009). Performance graded bitumen specifications. Proceedings from Road Engineering Association of Asia and Australasia (REAAA) Conference, 13th, 2009, Incheon, Korea.
 31. Jellema, E., Scholten, E., Vries, S. D., Kim, S. S., Klutts B. (2012). Comparing cold performance results using fracture toughness test, asphalt binder cracking device, Fraass breaking point and bending beam rheometer. Proceedings from 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress, 13-15th June 2012, Istanbul.

Золотарёв Виктор Александрович, д.т.н., профессор, кафедра технологии дорожно-строительных материалов и химии; тел. +38 050-934-11-30, kafedradsm@gmail.com

Пыриг Ян Иванович, к.т.н., старший научный сотрудник, кафедра технологии дорожно-строительных материалов и химии; тел. +38 098-446-62-68, pirig2000@gmail.com
Харьковский национальный автомобиль-

но-дорожний університет, 61002, Україна, г. Харків, ул. Ярослава Мудрого, 25

THE APPLICATION OF THE METHOD OF SELECTING A BRAND OF BITUMINOUS BINDER, IN ACCORDANCE WITH THE SUPERPAVE SYSTEM, IN THE CONDITIONS OF UKRAINE

V. Zolotareyov, Y. Pyrig, KhNAHU

Abstract. This research is based on an analysis of native researches publications and National Standards and considered the specify of bitumen binders choice for a pavement design in Ukraine. **Problem.** It is found that in accordance with actual National Standards requirements the bitumen grade choice is irrelevant to a climate and pavement operating conditions. The bitumen grade БНД 60/90 is commonly used in Ukraine. The limited amount of bitumen grades with a wide range of bitumen properties in each is one of the main reasons for using only one bitumen grade over the all territory of the country. The principles and methods of bitumen binders choice in American Superpave system is considered. Superpave system based on taking into account the climate conditions in a road location area and a pavement performance (such as traffic intensity, type of transport load, etc.). **Goal.** The bitumen grade choice according to the Superpave system method was performed for Ukraine in an aim of this research. **Method.** The highest and lowest asphalt concrete pavement temperatures were calculated on the base of highest and lowest annual air temperatures for Ukrainian cities. The bitumen grades, that can be used in asphalt concrete layers, were opted with reliability indicators in 50 and 98 % for the different regions of the Ukraine. **Results.** It is found that the bitumen with better low temperature characteristics must be used over the all territory of the country to provide reliability in 98 % and polymer modified binders should be used in pavements design for some regions. The essential overstating of bitumen binders temperature limits in the Superpave method is shown. This is a result of a temperature limits shifting in a 6 °C per PG. **Practical significance.** Obtained data are used for a zoning modeling on the territory of Ukraine.

Key words: bitumen, bitumen grade, zoning, temperature, pavement.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВИБОРУ МАРКИ БІТУМНОГО В'ЯЖУЧОГО, ЗГІДНО З СИСТЕМОЮ SUPERPAVE, В УМОВАХ УКРАЇНИ

Золотарьов В. О., Пиріг Я.І., ХНАДУ

Анотація. На основі аналізу робіт вітчизняних дослідників і рекомендацій національних нормативних документів викладені особливості вибору бітумних в'язучих, які використовуються при проектуванні в Україні асфальтобетонних покриттів. Встановлено, що згідно діючих національних стандартів, при виборі марки бітумного в'язучого не враховуються конкретні природно-кліматичні та експлуатаційні умови району роботи бітуму і асфальтобетону в дорожньому покритті. В Україні маркою бітуму, що найбільш широко застосовується є БНД 60/90. Однією з причин використання на всій території країни єдиної марки в'язучого є обмежена кількість марок бітумів з відносно широким діапазоном зміни властивостей в межах однієї марки. Розглянуто принципи та методика вибору бітумних в'язучих, що застосовуються в американській системі «Superpave». В основі цієї методики лежить облік кліматичних умов розташування автомобільної дороги, а також її експлуатаційні характеристики (інтенсивність руху, наявність постійного навантаження та ін). Метою виконаної роботи було встановлення марок бітумів, відповідно до методики, прийнятої в системі «Superpave», які можуть використовуватися в Україні. На основі даних мінімальних і максимальних щорічних температур повітря для різних міст України розраховані мінімальні та максимальні температури асфальтобетонних покриттів. Використовуючи показники надійності в 50 % та 98 % встановлені марки бітумів, які можуть бути використані для влаштування шарів дорожнього одягу в різних областях України. Встановлено, що для забезпечення 98 % надійності на всій території країни повинні застосовуватися бітуми з підвищеними низькотемпературними властивостями, а в ряді регіонів для верхніх шарів дорожнього одягу слід застосовувати в основному бітуми, модифіковані полімерами. Показано, що для методики, прийнятої в системі «Superpave» характерне значне завищення температурних меж бітумних в'язучих за рахунок встановленого округлення меж марок до 6 °C. Отримані дані використані для створення ориєнтованої карти районування території України.

Ключові слова: бітум, марка бітуму, районування, температура, покриття.