N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 1, Number 421 (2017), 186 – 196

B. B. Teltayev, Y. D. Amirbayev

Kazakhstan Highway Research Institute, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: bagdatbt@yahoo.com, erik_neo@mail.ru

EXPERIMENTAL EVALUATION OF STRENGTH FOR ASPHALT AND POLYMER MODIFIED ASPHALT CONCRETES AT LOW TEMPERATURES

Abstract. Tensile strength of asphalt concretes and polymer asphalt concretes was determined experimentally at low temperatures through two methods in the paper. According to the first method the ends of the sample were fixed inflexibly. Temperature was reduced from +20°C with the rate of 10°C/h till sample damage. Critical stress and temperature were determined. According to the second method samples of asphalt and polymer asphalt concrete are deformed under the scheme of direct tension with constant rate (approximately 1 mm/min) at a constant temperature equal to -20°C till damage. The stress, when the damage of the sample occur (splitting into parts), has been admitted as the tensile strength of material. Prior to testing the samples were previously conditioned for 1, 10, 20, 30 and 40 hours. Test results showed that duration of preliminary conditioning impacts greatly on strength and deformability of asphalt and polymer asphalt concretes. During deformation with constant rate at -20°C tensile strength of all tested asphalt and asphalt concretes decreases with the increase of thermostatic conditioning duration up to 10 hours and further increase of duration does not impact practically on it. Meanwhile the strength decrease of asphalt concretes with bitumens grade BND 70/100 and BND 100/130, polymer asphalt concretes with polymers Elvaloy 4170, Calprene 501 and Butonal NS 198 is 49%, 32 %, 24 %, 25 % and 29 % respectively. During cooling with constant rate the duration of thermostatic conditioning does not impact practically on critical characteristics of asphalt concrete with bitumen grade BND 100/130 and polymer asphalt concrete with polymer Butonal NS 198. For other asphalt and polymer asphalt concretes the critical temperature is reduced with the duration increase of thermostatic conditioning, and critical stress increases. For all tested asphalt and polymer asphalt concretes the reduction of critical temperature at maximum thermostatic conditioning (40 h) is 2-2.5°C. Maximum increase of critical stress, which also complies with maximum duration of thermostatic conditioning (40 h), for asphalt concrete with bitumen grade BND 70/130, polymer asphalt concretes (BND 100/130 + Elvaloy 4170) and (BND 100/130 + Calprene 501) is equal to 28.0 %, 6.1 % and 15.0 % respectively.

Key words: asphalt concrete, polymer modified asphalt concrete, tensile strength, low temperature, thermostatic conditioning duration.

УДК 625.7/.8:691.16

Б. Б. Телтаев, Е. Д. Амирбаев

Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт, Алматы, Казахстан

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ АСФАЛЬТО- И ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОНОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Аннотация. В работе экспериментальным путем определена прочность при растяжении асфальтобетонов и полимерасфальтобетонов при низких температурах по двум методам. По первому методу концы образцов были закреплены жестко. Температура понижалась с +20 °С со скоростью 10 °С/ч до разрушения

образцов. Определялись критические напряжение и температура. По второй методике образцы асфальто- и полимерасфальтобетонов деформируются по схеме прямого растяжения с постоянной скоростью (около 1 мм/мин) при постоянной температуре, равной -20 °С, до разрушения. Напряжение, при котором происходит разрушение (разделение на части) образца, принимается как прочность материала при растяжении. Перед испытанием образцы были предварительно термостатированы в течение 1, 10, 20, 30 и 40 часов. Результаты испытания показали, что продолжительность предварительного термостатирования оказывает существенное влияние на прочность и деформируемость асфальто- и полимерасфальтобетонов. При деформировании с постоянной скоростью при -20 °С прочность всех испытанных асфальто- и полимерасфальтобетонов уменьшается при увеличении продолжительности термостатирования до 10 часов и дальнейшее увеличение продолжительности практически не влияет. При этом уменьшение прочности асфальтобетонов с битумами марок БНД 70/100 и БНД 100/130, полимерасфальтобетонов с полимерами Elvaloy 4170, Calprene 501 и Butonal NS 198 составляет 49%, 32 %, 24 %, 25 % и 29 % соответственно. При охлаждении с постоянной скоростью продолжительность термостатирования практически не влияет на критические характеристики асфальтобетона с битумом марки БНД 100/130 и полимерасфальтобетона с полимером Butonal NS 198. У других асфальто- и полимерасфальтобетонов с увеличением продолжительности термостатирования критическая температура уменьшается, а критическое напряжение увеличивается. Для всех испытанных асфальто- и полимерасфальтобетонов понижение критической температуры при максимальной продолжительности термостатирования (40 ч) составляет 2-2,5 °С. Максимальное увеличение критического напряжения, соответствующее также максимальной продолжительности термостатирования (40 ч), для асфальтобетона с битумом марки БНД 70/130, полимерасфальтобетонов (БНД 100/130 + Elvaloy 4170) и (БНД 100/130 + Calprene 501) равно 28,0 %, 6,1 % и 15,0 % соответственно.

Ключевые слова: асфальтобетон, полимерасфальтобетон, прочность при растяжении, низкая температура, длительность термостатирования.

1. Введение. Низкотемпературное растрескивание является одним из часто встречающихся видов механической деструкции асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог. Этот вид деструкции на территории Казахстана встречается повсеместно. В северных регионах они часто появляются в первый же зимний период эксплуатации дороги и их число растет во времени. В научном открытии № 495 [1] было установлено, что при последовательных охлаждениях в асфальтобетонном покрытии образуются поперечные температурные трещины и блоки, являющиеся формами адаптации термодинамической системы к внешним условиям, среднее количество которых пропорционально логарифму количества охлаждений воздуха до первой критической температуры покрытия, а значение первой критической температуры зависит как от климатических характеристик, так и от реологических свойств асфальтобетона, в частности, от его прочности при растяжении.

В соответствии с требованиями стандарта [2], перед испытанием образцы асфальтобетонов в течение одного часа термостатируются при температурах испытаний. А в реальных дорожных условиях температурные условия асфальтобетонных слоев конструкции дорожной одежды изменяются в широких пределах и продолжительность периодов с определенной температурой может составить от нескольких часов до нескольких десятков суток. Для учета этого, в настоящей работе образцы асфальто- и полимерасфальтобетонов перед испытанием термостатированы в течение 1, 10, 20, 30 и 40 часов при температуре испытания, равной -20°С.

2. Материалы и методы.

2.1. Битумы и полимербитумы. В настоящей работе для приготовления асфальто- и полимерасфальтобетонов использованы следующие битумные вяжущие:

1) чистые битумы марок БНД 70/100 и БНД 100/130 Павлодарского нефтехимического завода (ПНХЗ); 2) битум марки БНД 100/130 ПНХЗ с добавкой полимера Elvaloy 4170 (1,4 % по массе битума); 3) битум марки БНД 100/130 ПНХЗ с добавкой полимера Butonal NS 198 (3,0 %); 4) битум марки БНД 100/130 ПНХЗ с добавкой полимера Calprene 501(4,0 %).

Битумы чистый и модифицированные (полимербитумы) удовлетворяют требованиям стандартов [3, 4]. Основные стандартные показатели чистого битума и полимербитумов представлены в таблицах 1 и 2.

2.2. Асфальтобетоны и полимерасфальтобетоны. Горячие плотные асфальтобетоны и полимерасфальтобетоны типа Б по стандарту Казахстана СТ РК 1225-2013 [5] были приготовлены с использованием щебня фракций 5-10 мм (20 %), 10-15 мм (13 %), 15-20 мм (10 %) из Ново-

Таблица 1 – Основные стандартные показатели битума

Показатель	Единица измерения	Требования СТ РК 1373-2013		Значение показателей	
		БНД 70/100	БНД 100/130	БНД 70/100	БНД 100/130
Глубина проникания иглы: - 25 °С - 0 °С	0,1 мм	 71-100 22	 101-130 30	 75 32	 110 37
Индекс пенетрации PI	–	-1,0… +1,0	-1,0... +1,0	-0,87	-0,82
Растяжимость: - 25 ^{0}С - 0 ^{0}С	см	 ≥ 75 ≥ 3,8	 ≥ 90 ≥ 4,0	 118 5,2	 135 6,6
Температура размягчения	^{0}С	≥ 45	≥ 43	47,5	44,0
Температура хрупкости	^{0}С	≤ -20	≤ -22	-28,5	-30.2
Динамическая вязкость, 60 ^{0}С	Па·с	≥ 145	≥ 120	229,0	121,0
Кинематическая вязкость	мм^2/с	≥ 250	≥ 180	428,0	329,0

Таблица 2 – Основные стандартные показатели полимербитумов

Показатель	Единица измерения	Требования СТ РК 2534-2014		Значение показателей		
		БМП 50/70	БМП 100/130	БНД 100/130 + Elvaloy 4170 – 1,4 %	БНД 100/130 + Calprene 501 – 4,0 %	БНД 100/130 + Butonal NS 198 – 3,0 %
Глубина проникания иглы: 25 °С	0,1 мм	≥ 51-70	≥ 70-100	86	58	83
Растяжимость: 25 ^{0}С	см	≥20	≥ 25	70	42,5	51,0
Температура размягчения	°С	≥62	≥ 60	63,5	73,0	61,0
Температура хрупкости	°С	≤ -16	≤ -18	-29,1	-32,3	-27,4
Эластичность, при 25 °С	%	≥60	≥60	72	84	71

Алексеевского карьера (Алматинская область), отсева дробления фракции 0-5 мм (50 %) из завода «Асфальтобетон-1» (г. Алматы) и активированного минерального порошка (7 %) из Кордайского карьера (Жамбылская область).

Содержание битумов марок БМП 50/70 и БМП 70/130 в асфальтобетонах и полимерасфальтобетонах составляет 5,4 и 4,8 % соответственно по массе сухого минерального материала. Основные стандартные показатели асфальто- и полимерасфальтобетонов представлены в таблицах 3 и 4. Кривая гранулометрического состава минеральной части асфальто- и полимерасфальтобетонов показана на рисунке 1.

Таблица 3 – Основные стандартные показатели асфальтобетона

Показатель	Единица измерения	Требования СТ РК 1225-2013	Значение показателей	
			БНД 70/100	БНД 100/130
Средняя плотность	г/см^3	-	2,39	2,38
Водонасыщение	%	1,5-4,0	2,9	3,4
Пористость минеральной части	%	≤ 19	15,1	16,3
Пористость асфальтобетона	%	2,5-5,0	3,5	3,8
Прочность при сжатии: 0 °С 20 °С 50 °С	МПа	 ≤ 13,0 ≥ 2,5 ≥ 1,3	 7,4 3,5 1,43	 7,1 3,8 1,38
Водостойкость	–	≥ 0,83	0,90	0,92
Сдвигоустойчивость	МПа	≥ 0,38	0,40	0,39
Трещиностойкость	МПа	4,0-6,5	4,0	4,3