

УДК 625.855.3

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

*WAYS OF IMPROVEMENT OF PHYSICAL
AND MECHANICAL PROPERTIES
OF POROUS ASPHALT CONCRETE*

В статье рассматривается применение в составе пористых асфальтобетонов модифицирующих добавок, приведены результаты лабораторных исследований.

The article covers the use of modifying agents in the porous asphalt concrete, gives the results of the laboratory studies.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционные методы конструирования дорожной одежды предусматривают расположение слоев с убыванием прочностных характеристик материала по глубине. При этом в нижний слой покрытия укладывают пористый либо высокопористый асфальтобетон, обладающий наименьшим сопротивлением усталостному разрушению на растяжение при изгибе, что и определяет зарождение первоначальных очагов разрушения именно в этих слоях.

Проведенные исследования и опыт эксплуатации автомобильных дорог позволяют сделать вывод о том, что далеко не во всех случаях увеличение толщины конструктивных слоев дорожной одежды в условиях интенсивного скоростного движения обеспечивает требуемый срок службы дорожных конструкций, хотя и повышает их общий модуль упругости.

В настоящее время имеются апробированные конструкции дорожной одежды, устойчивые к усталостному разрушению и запроектированные по принципу возрастания прочностных характеристик конструктивных слоев дорожной одежды по глубине [1].

Одним из направлений повышения долговечности дорожных конструкций может быть применение в нижних слоях дорожных покрытий плотных асфальтобетонов либо улучшение физико-механических свойств пористых асфальтобетонов. Как варианты

С.А. Тимофеев,

заместитель начальника лаборатории республиканского дочернего унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», г. Минск Беларусь

С.Е. Кравченко,

кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь

улучшения физико-механических свойств пористых асфальтобетонов можно рассматривать: 1) снижение показателя остаточной пористости за счет оптимизации их состава, в первую очередь, рационально подобранного зернового состава; 2) введение в состав пористых асфальтобетонов модифицирующих добавок.

ВЛИЯНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ОСТАТОЧНОЙ ПОРИСТОСТИ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРИСТЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Для определения влияния показателя остаточной пористости на физико-механические свойства пористых асфальтобетонов в лаборатории государственного предприятия «БелдорНИИ» был подобран состав пористого мелкозернистого асфальтобетона с содержанием щебня 60 % и с использованием гранитных отсеков дробления. Зерновой состав пористого асфальтобетона подбирался с учетом требований, предъявляемых к зерновым составам плотных асфальтобетонов типа А. Содержание битума составило 3,5 %, 4 % и 4,5 %. Составы пористого асфальтобетона приведены в таблице 1.

Физико-механические свойства пористых асфальтобетонов определяли согласно СТБ 1115 [2].

Таблица 1 - Составы пористого асфальтобетона

Щебень фр. 5-20 мм, %	40
Щебень фр. 5-10 мм, %	20
Отсев дробления, %	40
Битум БНД 90/130, %	3,5
	4,0
	4,5

Результаты испытаний приведены в таблице 2. Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что физико-механические свойства исследуемых асфальтобетонов соответствуют требованиям СТБ 1033 [3] для пористого асфальтобетона марки I.

Так как прочностные характеристики по пределу прочности при растяжении при 0 °С и пределе

характеристики пористых асфальтобетонов представлены в таблице 3.

Анализ физико-механических свойств пористых асфальтобетонов (таблица 3) показывает, что составы с высоким содержанием щебня и с использованием гранитных отсеков дробления обладают высокими сдвиговыми характеристиками при каждом исследуемом содержании битума. Одна-

Таблица 2 - Показатели физико-механических свойств пористых асфальтобетонов

Наименование показателя	Фактическое значение			Требования СТБ 1033 [3] для пористого асфальтобетона марки I
	Содержание битума, %			
	3,5	4,0	4,5	
Средняя плотность, г/см ³	2,42	2,45	2,46	-
Пористость минерального остова, % по объему	16,9	16,3	16,1	Не более 23,0
Остаточная пористость, % по объему	8,7	6,9	5,8	5,0-12,0
Водонасыщение, % по объему	5,6	4,7	4,0	Не более 12,0
Набухание, % по объему	0	0	0	Не более 1,0
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С	2,4	3,1	3,5	Не менее 1,8
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С	0,86	1,21	1,34	Не менее 0,7

лу прочности при сдвиге при 50 °С для пористых асфальтобетонов не нормируются, то в качестве предварительных критериев оценки этих характеристик использовались требования, предъявляемые к плотным асфальтобетонам. Прочностные

ко асфальтобетон с низким содержанием битума (высоким значением остаточной пористости) обладает низкими значениями показателей предела прочности при растяжении при 0 °С и предела прочности при сжатии при 50 °С и не соответ-

Таблица 3 - Прочностные характеристики пористых асфальтобетонов

Наименование показателя	Фактическое значение			Требования СТБ 1033 [3] для плотных асфальтобетонов типа А марки I
	Содержание битума, %			
	3,5	4,0	4,5	
Остаточная пористость, % по объему	8,7	6,9	5,8	
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С	0,86	1,21	1,34	Не менее 1,1
Предел прочности при растяжении, МПа, при температуре 0 °С	1,72	2,1	2,68	2,0-3,5
Предел прочности при сдвиге, МПа, при температуре 50 °С	3,51	3,32	3,29	Не менее 2,75

ствуется требованиям, предъявляемым к плотным асфальтобетонам. Снижение показателя остаточной пористости ведет к увеличению прочностных характеристик пористого асфальтобетона, в частности предела прочности при растяжении при 0 °С, который при содержании битума 4 %-4,5 % соответствует требованиям, предъявляемым к плотным асфальтобетонам, что говорит о повышении трещиностойкости пористых асфальтобетонов.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРИСТЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Традиционные асфальтобетоны, приготовленные с использованием обычного битума, не способны обеспечить достаточный срок службы дорожных покрытий при существующих условиях эксплуатации автомобильных дорог. Недостаточный интервал пластичности обычных битумов приводит к образованию трещин на покрытии при отрицательных температурах и к колеобразованию при высоких положительных.

Общепринятым способом улучшения эксплуатационных свойств асфальтобетона во всем мире является технология модификации битума полимерными добавками. Модифицированные битумы и асфальтобетоны на их основе хорошо зарекомендовали себя в самых тяжелых условиях эксплуатации. Однако модификация битума требует значительных затрат на полимеры, дополнительного специального оборудования, возникают сложности при транспортировке и хранении модифицированного битума, что ограничивает применение этой технологии.

Технология введения модификатора непосредственно в смеситель существенно проще и не имеет этих недостатков. Добавка вводится в состав асфальтобетонной смеси непосредственно на АБЗ, при этом не требуется специальное дорогостоящее оборудование и существенно упрощается технология.

В качестве модифицирующих добавок использовались резиновая крошка марки «Модус-0,63» белорусского производства, получаемая механическим измельчением изношенных автомобильных шин и других резиновых отходов и швейцарская добавка «tecRoad».

«tecRoad» - многокомпонентная система в виде сыпучего композиционного материала, состоящая из различных полимеров и специальных добавок.

Исследования проводились на составах, приве-

денных в таблице 1.

Содержание модифицирующих добавок составило 1 % от массы минеральной части.

Приготовление асфальтобетонных смесей осуществлялось по СТБ 1033 [3]. Минеральные материалы разогревались до температуры 200 °С-210 °С при использовании резиновой крошки марки «Модус-0,63» и до 180 °С-190 °С при использовании добавки «tecRoad». К разогретым минеральным материалам добавлялись модифицирующие добавки, после чего производилось предварительное перемешивание в лабораторной мешалке. Затем в мешалку добавлялся битум, и производилось окончательное перемешивание.

Температура смеси при приготовлении образцов составила 180 °С.

Физико-механические свойства пористых асфальтобетонов с модифицирующими добавками определяли согласно СТБ 1115 [2].

В таблицах 4-6 представлены результаты сравнительных испытаний пористого асфальтобетона с резиновой крошкой, добавкой «tecRoad» и без добавок. Содержание битума составило 3,5 % (таблица 4), 4 % (таблица 5) и 4,5 % (таблица 6). Для сравнения в таблицах 4-6 приведены требования СТБ 1033 [3] к прочностным характеристикам плотных асфальтобетонов типа А марки I.

Анализируя результаты испытаний, можно сделать вывод, что введение в состав пористого асфальтобетона резиновой крошки улучшает его физико-механические свойства. Наблюдается уменьшение показателя водонасыщения и рост показателей предела прочности при сжатии при 50 °С и предела прочности при сдвиге при 50 °С. Прочность при растяжении при 0 °С возрастает при низком содержании битума, что имеет положительную тенденцию, и снижается при увеличении его содержания. Так, при содержании битума 4,5 % прочность при растяжении при 0 °С снижается на 20 % при росте предела прочности при сжатии при 50 °С на 15 % по сравнению с исходным пористым асфальтобетоном.

Использование в составе пористого асфальтобетона добавки «tecRoad» ведет к снижению показателя водонасыщения, увеличению показателей предела прочности при сдвиге при 50 °С на 20 %-25 % и предела прочности при сжатии при 50 °С на 25 %-30 % по сравнению с исходным пористым асфальтобетоном.

Прочность при растяжении при 0 °С возрастает, что при содержании битума от 3,5 % до 4 % имеет положительную тенденцию. При дальнейшем увеличении содержания битума наблюдается значительный рост показателя предела прочности при растяжении при 0 °С с приближением его к верхнему пределу нормативного значения.

Таблица 4 – Физико-механические свойства пористых асфальтобетонов с добавлением резиновой крошки и добавкой «tecRoad» при содержании битума 3,5 %

Наименование показателя	Пористый асфальтобетон	Пористый асфальтобетон с резиновой крошкой	Пористый асфальтобетон с добавкой «tecRoad»	Требования СТБ 1033 [3] для плотных асфальтобетонов типа А марки I
Средняя плотность, г/см ³	2,42	2,43	2,44	
Остаточная пористость, % по объему	8,7	6,9	6,5	
Водонасыщение, % по объему	5,6	5,4	4,6	
Набухание, % по объему	0	0	0	
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С	0,86	1,19	1,49	Не менее 1,1
Предел прочности при растяжении, МПа, при температуре 0 °С	1,72	1,94	2,50	2,0-3,5
Предел прочности при сдвиге, МПа, при температуре 50 °С	3,51	3,65	4,36	Не менее 2,75

При этом пористые асфальтобетоны с добавлением резиновой крошки и добавки «tecRoad» имеют прочностные характеристики, соответствующие требованиям СТБ 1033 [3] для плотных асфальтобетонов типа А марки I.

Таблица 5 – Физико-механические свойства пористых асфальтобетонов с добавлением резиновой крошки и добавкой «tecRoad» при содержании битума 4 %

Наименование показателя	Пористый асфальтобетон	Пористый асфальтобетон с резиновой крошкой	Пористый асфальтобетон с добавкой «tecRoad»	Требования СТБ 1033 [3] для плотных асфальтобетонов типа А марки I
Средняя плотность, г/см ³	2,45	2,46	2,46	
Остаточная пористость, % по объему	6,9	5,0	5,0	
Водонасыщение, % по объему	4,7	4,5	3,6	
Набухание, % по объему	0	0	0	
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С	1,21	1,37	1,65	Не менее 1,1
Предел прочности при растяжении, МПа, при температуре 0 °С	2,10	2,00	2,60	2,0-3,5
Предел прочности при сдвиге, МПа, при температуре 50 °С	3,32	3,40	4,34	Не менее 2,75