

АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ТА СПОРУДИ

УДК 625.046: 359.4

**Братчун В.И.¹, д.т.н., Столярова Н.А.², инженер, Беспалов В.Л.¹, к.т.н.,
Рыбалко И.Ф.¹, к.т.н.,**

1 — ДонНАСА, г. Макеевка, 2 — АДИ ДонНТУ, г. Горловка

ЛИТЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Показано, что эффективным способом повышения долговечности литых асфальтобетонов является комплексная модификация их микроструктуры, а именно: нефтяного дорожного битума комплексной добавкой (бутадиенметилстирольный каучук СКМС-30 + техническая сера), а минерального порошка механоактивацией раствором СКМС-30.

Введение

Традиционные горячие асфальтобетоны характеризуются неудовлетворительной деформативностью и сдвигоустойчивостью [1, 2]. Свойства литых асфальтобетонных смесей, предназначенных для устройства слоев покрытий автомобильных дорог и ямочного ремонта определяются, прежде всего, качеством органического вяжущего и энергетическими процессами взаимодействия на поверхности раздела фаз «органическое вяжущее – минеральный материал».

Основной раздел

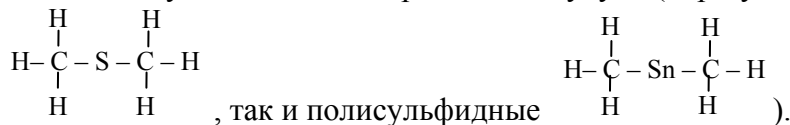
В настоящее время существуют два подхода к регулированию состава асфальтобетона с целью повышения его устойчивости к пластическим деформациям. Первое направление, которое длительное время рассматривалось как главное, предусматривает значительное повышение внутреннего трения в асфальтобетоне [3, 4]. Показано, что рациональной следует считать такую структуру асфальтобетона, в которой сдвигоустойчивость обеспечивается только за счет сопротивления сдвигу минерального остова без участия битума. Сдвигоустойчивость асфальтобетона обеспечивается прочностью, крупностью и формой зерен минерального материала, а также зерновым составом минеральной смеси. Наибольшим внутренним трением обладают каркасные смеси, в которых асфальтовяжущее не раздвигает зерна песка и щебня, создающие каркас. Однако, в противоположность традиционным горячим асфальтобетонным смесям, литые асфальтобетонные смеси приготавливаются с некоторым избытком органического вяжущего, что придает литой смеси высокую пластичность.

Второе направление основное внимание уделяет регулированию качества микроструктуры асфальтобетона [5-7]. Первостепенное значение придается соотношению между минеральным порошком и битумом, которое следует назначать достаточно высоким, а также качеству органического вяжущего и минерального порошка. Допустимая степень структурирования битума обуславливается необходимостью обеспечения деформационной способности асфальтобетона и сохранения технологических свойств смеси. Повышение адгезионно-когезионных свойств битума и прочности асфальтовяжущего вещества достигается модификацией битума полимерами, серой, а контактного слоя введением в органическое вяжущее поверхностно-активных веществ и активацией поверхности, прежде всего, минерального порошка. Установлено, что для обеспечения оптимального уровня эксплуатационной надежности покрытий асфальтобетонных дорог необходимо применять органическое вяжущее с температурой размягчения 70-75°C.

Разработаны составы и технология производства горячей литой асфальтополимерсеробетонной смеси для устройства конструктивных слоев и ремонта нежестких дорожных одежд автомобильных дорог.

Нефтяной дорожный битум модифицируют комплексной добавкой состоящей из раствора в органическом растворителе (сольвент, дизельное топливо) каучука СКМС-30 (массовая концентрация СКМС-30 2-3% от массы битума) и технической серы (30-40% от массы битума). Совмещение битума и комплексной добавки осуществляют в мешалке при температуре 170-180°C в течение часа. Минеральный порошок (МП) подвергают механоактивации раствором СКМС-30 (концентрация термоэластопласта на поверхности МП 0,5-1,0% в пересчете на сухое вещество).

Техническая сера в битумополимерсерном вяжущем выполняет двоякую функцию, а именно: структурирующую и пластифицирующую. 1,5-2,0% серы принимает участие в вулканизации бутадиенметилстирольного каучука (образуются как моносulfидные связи типа



До 10% серы вступает в химическое взаимодействие с углеводородами битума. Происходит S-дегидрирование и образование асфальтеноподобных веществ. Часть серы растворяется (20-26%) в битуме. Это приводит к пластификации асфальтовяжущего вещества литой асфальтополимерсеробетонной смеси, что обеспечивает ее текучесть и удобоукладываемость при 160-170°C против 220-240°C для горячих литых асфальтобетонных смесей, приготовленных на высоковязких нефтяных битумах. Остальная часть серы диспергируется в битумополимерном вяжущем до коллоидного состояния. Это приводит к усилению коагуляционного структурообразования в битумополимерсерном вяжущем за счет взаимодействия частиц серы через прослойки пластифицированных мальтеновой составляющей битума надмолекулярных образований бутадиенметилстирольного каучука. В битумополимерсерном вяжущем формируется трехмерная сопряженная сетка, узлами которой являются асфальтены, химически связанная сера, кристаллы и коллоидно-диспергированная сера.

Механоактивация поверхности МП СКМС-30 приводит к формированию на поверхности минерального порошка структурно-упрочненного слоя из надмолекулярных образований СКМС-30, который способствует повышению адгезии битумополимерсерного вяжущего к поверхности МП вследствие увеличения количества контактов сегментов надмолекулярных образований сополимера СКМС-30 с активными центрами олеофильной поверхности, аутогезии макромолекул СКМС-30. Это приводит к формированию прочной и эластичной пространственной матрицы литого асфальтополимерсеробетона с высокой адгезией и когезией, что и определяет долговечность модифицированного литого асфальтополимерсеробетона в условиях транспортных и климатических воздействий.

В таблицах 1, 2, 3 приведены составы асфальтополимерсеробетонных смесей, битумополимерсерных вяжущих и свойства асфальтополимерсеробетона соответственно.

Битумополимерсерные вяжущие составов 1-3 (табл. 2) характеризуются следующими показателями качества: глубина проникания иглы при температуре 25 °C $P_{25} = 24 \dots 28$ град шкалы пенетрометра; температура размягчения 55...57 °C; растяжимость при 25 °C $D_{25} > 1$ м; температура хрупкости $T_{xp} = -30 \dots -33$ °C; интервал пластичности $ИП = 85 \dots 90$ °C.

Предлагаемые литые асфальтополимерсеробетонные смеси по сравнению с традиционными менее энергоемки в процессе производства (энергоёмкость производства 1 т смеси 151,7 кДж, а традиционных – 189,6 кДж). Их применение позволяет расширить температурный интервал укладки (140...170 °C), повысить теплостойкость (глубина колеи для традиционного литого асфальтобетона составляет 2,5 мм, а для асфальтополимерсеробетона – 0,9 мм), повысить деформативность покрытий в области отрицательных температур (температура стеклования -30...-32 °C, а для традиционных $T_{ст} = -12 \dots -17$ °C).

Таблица 1

Составы литых асфальтополимерсеробетонных смесей

Состав асфальтополимерсеробетонной смеси, %	Содержание, %		
	1	2	3
1. Битумополимерсерное вяжущее	8,5	9,5	10,5
2. Активированный известняковый минеральный порошок (1% СКМС-30)	18,0	19,0	20,0
3. Щебень фракций 2,5-15 мм	40,0	45,0	50,0
4. Песок природный кварцевый, размер частиц до 5 мм	33,5	26,5	19,5

Таблица 2

Составы битумополимерсерных вяжущих

Состав модифицированного органического вяжущего, %	1	2	3
1. Битум, БНД 40/60	5,78	6,46	7,44
2. Синтетический каучук СКМС-30	0,12	0,16	0,22
3. Техническая сера	2,55	2,85	3,15

Таблица 3

Физико-химические свойства литого асфальтополимерсеробетона

Наименование показателей	Индекс состава		
	1	2	3
1. Средняя плотность, кг/м ³	2270	2280	2290
2. Водонасыщение, по объему, %	0,23	0,22	0,22
3. Предел прочности при сжатии, МПа, при..... 20°С	2,34	2,57	2,43
..... 50°С	0,9	1,0	1,1
4. Подвижность смеси при 170°С, мм	30	31	32
5. Глубина вдавливания штампа при температуре +40°С, мм	1	2	3
6. Предел прочности на изгиб при растяжении при 0°С, МПа	5,5	5,5	5,6
7. Температура стеклования, °С	-30	-31	-32

Применение активированного минерального порошка в составе асфальтополимерсеробетонной смеси способствует улучшению структуры асфальтобетона, повышает однородность смеси, обеспечивает равномерное распределение органического вяжущего на поверхности минеральных частиц, повышает прочность контактов между структурными элементами и стабильность при изменении влажностного и температурного режимов воздействия (коэффициент водостойкости при водонасыщении в течение 30 суток $K_{вод} = 0,8$, коэффициент теплового старения после 1200 часов прогрева в климатической камере ИП-1 при 60°С и ультрафиолетовом облучении составляет $K_{ст} = 1,26$); на 10-15% снижается расход органического вяжущего в смеси.

Методом Маршалла определена устойчивость, условная жесткость и пластичность литого асфальтополимерсеробетона (табл. 4). Литой асфальтополимерсеробетон характеризуется более высокими значениями устойчивости и низкой пластичности, что должно обес-

печить высокую сдвигоустойчивость и долговременную прочность покрытий автомобильных дорог в области высоких эксплуатационных температур.

Таблица 4

Значения показателей, характеризующих сдвигоустойчивость литого асфальтобетона по Маршаллу

№ п/п	Вид асфальтовяжущего в смеси	Условная пластичность, 1/10, мм	Устойчивость, P, Н	Условная жесткость, А, Н/мм
1	Нефтяной дорожный битум П ₂₅ =59 град. шкалы пенетromетра; минеральный порошок известняковый не активирован	46	15256	3316
2	Нефтяной дорожный битум П ₂₅ =59 град. шкалы пенетromетра модифицирован 2,5% СКМС-30 и 40% технической серы; известняковый минеральный порошок активирован 1% СКМС-30	38	23080	5980

Литые асфальтополимерсеробетонные смеси необходимо приготавливать в асфальто-смесительных установках, оборудованных лопастными мешалками с принудительным перемешиванием (ДС-158, ДС-84-2 и др.). После дозирования минеральные компоненты подают в асфальтосмеситель и перемешивают 15...20 сек. Затем в смеситель вводят битумополимерсерное вяжущее и продолжают перемешивать 2...2,5 минуты. Температура готовой литой асфальтополимерсеробетонной смеси 170...180°С.

Транспортирование литых асфальтополимерсеробетонных смесей следует осуществлять в термосах-миксерах, например ОРД-1023, оснащенных оборудованием для прогрева и дополнительного перемешивания во время транспортирования, чтобы избежать внутреннего расслаивания смеси.

Выводы

К новым научным данным в разработке составов литых асфальтобетонов повышенной долговечности следует отнести идею о компонентах комплексной добавки с учетом их функциональности, оптимальные концентрационные соотношения в системах «нефтяной дорожный битум – бутадиеенметилстирольный каучук СКМС-30 – техническая сера», «минеральные материалы – битумополимерсерное вяжущее – термоактивированный раствором СКМС-30 известняковый минеральный порошок», а также параметры технологических режимов производства и использования в дорожном покрытии.

Список литературы

1. Методические указания по применению литого асфальтобетона для строительства дорожных покрытий. – М.: Союздорнии, 1975. – 17 с.
2. ТУ 400-24-158-89. Смеси асфальтобетонные литые и литой асфальтобетон. – М., 1995. – 12 с.
3. Горельшев Н.В. Исследование асфальтобетона каркасной структуры и его эксплуатационных свойств в дорожных одеждах. – Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.23.05 / МАДИ. – М., 1978. – 36 с.
4. Paulmaan Gerard. Mit crohten widerstand gegen die veformung // Nach und Tiefbau. – 1978. – V 31.– №11.– P. 59-60.
5. Пронин В.В. Литой асфальтобетон повышенной сдвигоустойчивости для покрытий автомобильных дорог. – Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.23.05 / РГСУ. – Ростов-на-Дону, 2000. – 22 с.

Стаття надійшла до редакції 23.11.06

© Братчун В.І., Столярова Н.А., Беспалов В.Л., Рибалко І.Ф., 2006