

DOI: 10.12737/23351

Андронов С.Ю., канд. техн. наук, доц.
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫМИ ВОЛОКНАМИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С УЧЁТОМ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

Atomic08@yandex.ru

Асфальтобетоны подвержены трещинообразованию, шелушению, выкрашиванию, образованию колеи, волн и впадин. Введение в смесь небольших по размеру (дискретных) элементов позволяет добиться их равномерного распределения (дисперсии) в смеси, и получить “композитный” материал с более высокими физико-механическими показателями в готовом конструктивном элементе. Исследована технология производства композиционных дисперсно-армированных базальтовыми волокнами асфальтобетонных смесей с учётом влияния температурного режима.

Ключевые слова: технология производства композитов, композиционные дисперсно-армированные асфальтобетонные смеси, фибра, температурный режим, волокна, производство композиционного асфальтобетона.

Введение. Известно, что одним из способов повышения стойкости асфальтобетона к внешним нагрузкам является применение в его составе армирующих элементов, в качестве которых применяются волокна.

В настоящее время в России действуют методические рекомендации по технологии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй) [1, 2]. Однако широкого применения базальтовая фибра не получила. По результатам проведенных исследований, а также зарубежным литературным источникам [3, 4] основная проблема применения в том числе и базальтовой фибры это отсутствие отработанной технологии ведения базальтовой фибры в состав смеси. В России широкого опыта изготовления на асфальтобетонных заводах смесей с фиброй на сегодняшний момент нет. За рубежом опыт применения фибры для армирования асфальтобетонных смесей нарабатывается [5, 6].

Методология. Для исследования влияния

температурного режима приготовления композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей на качественные показатели композиционного асфальтобетона были приготовлены смеси с добавкой базальтовых волокон. Композиционные асфальтобетонные смеси приготавливались из следующих материалов: щебень гранитный фр. 5–15 мм; песок из отсева дробления горных пород; песок речной мелкий; порошок минеральный МП-1; битум нефтяной дорожный БНД 60/90; фибра базальтовая с длиной нарезки 15 мм, 20 мм, 25 мм.

Композиционные дисперсно-армированные асфальтобетонные смеси готовились по стандартной методике с учётом необходимости введения базальтовой фибры в смесь разогретых до рабочих стандартных температур компонентов асфальтобетонной смеси. Компоненты смешивались в лабораторной мешалке, объёмом 6 л сконструированной по типу смесителя асфальтобетонного завода и моделирующей его работу (рис. 1).

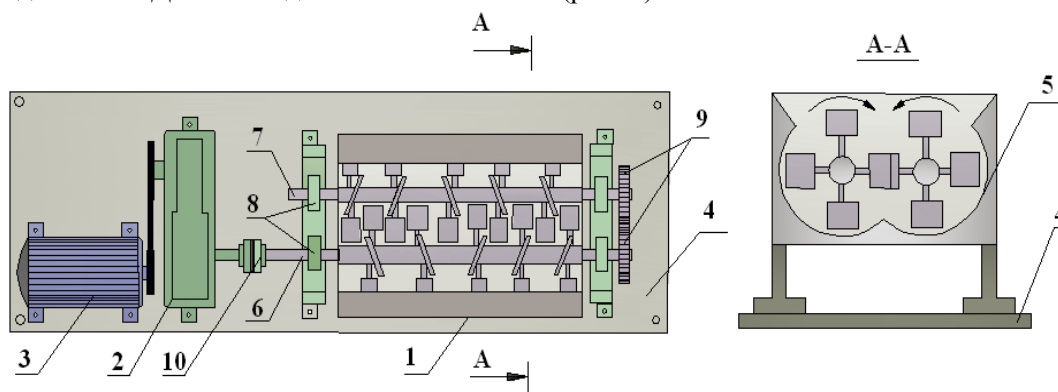


Рис. 1. Схема лабораторной мешалки

1 – корпус; 2 – редуктор; 3 – электродвигатель; 4 – станина; 5 – мешалка; 6 – ведущий вал; 7 – ведомый вал; 8 – подшипник; 9 – шестерня; 10 – муфта.

Встречное вращение валов мешалки обеспечивает передачу материала из зоны действия лопастей одного вала в зону лопастей другого вала. Благодаря этому достигается хорошее качество перемешивания смеси. Привод валов осуществляется от электродвигателя (3) через редуктор (2). Выгрузка готовой смеси осуществляется опрокидыванием корпуса (5) вместе с валом (7) вокруг ведущего вала (6). После изготовления из смесей изготавливались в необходимом количестве контрольные образцы для испытаний.

Добавка базальтовой фибры вносилась в подобранный состав асфальтобетонной смеси марки I типа Б по ГОСТ 9128-2013 [7] способом вдувания с одновременным перемешиванием в лабораторной мешалке с разогретой минеральной частью "по сухому" с последующим внесением и смешиванием с разогретым битумом до однородного состояния.

Масса готовой смеси (замеса) композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси, обуславливалась необходимым количеством контрольных образцов для испыта-

ний, и в среднем оставляла: 24 шт. \times 720 г = 17280 г для проведения полного комплекса испытаний по ГОСТ 12801-98 [8] (масса контрольного образца взята с запасом); 2 шт. \times 10000 г = 20000 г для определения скорости образования колеи в слое при температуре 50 °С от движущегося колеса с давлением 0,6 МПа.

Из готовой композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси в соответствии с методикой ГОСТ 12801 – 98 [8] изготавливались контрольные образцы. Уплотнение образцов, производилось прессованием на гидравлическом прессе в форме с внутренним диаметром 71,4 мм в течение 3 минут под давлением (40,0 \pm 0,5) МПа.

Основная часть. Образец для испытаний на колееобразование размером 300 \times 300 \times 50 мм изготавливался уплотнением горячей смеси в форме на установке для моделирования условий нагружения дорожных покрытий, которая была разработана и запатентована (А.с. № 1216012 [9]) в Саратовском политехническом институте. Схема установки показана на рис. 2.

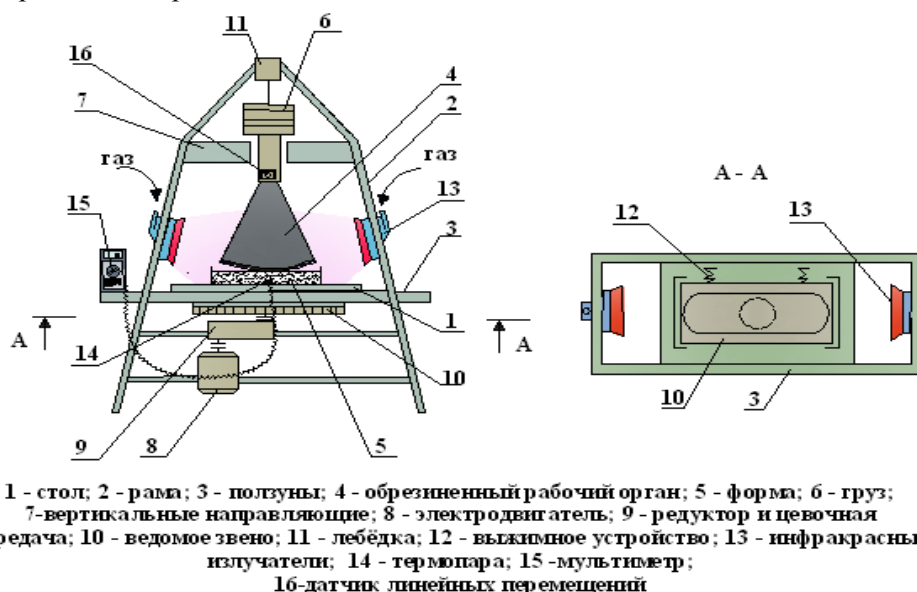


Рис. 2. Схема установки для моделирования условий нагружения дорожного покрытия

Установка состоит из смонтированного на раме (2) стола (1), перемещающегося в горизонтальной плоскости по ползунам (3), рабочего органа (4), выполненного в виде сектора с обрешеченной рабочей поверхностью, шарнирно закрепленного на грузе (6), помещенном в вертикальных направляющих (7), и формы (5) закреплённой на столе с помощью болтов. Привод стола выполнен в виде электродвигателя (8), редуктора (9) и цевочной передачи с внутренним зацеплением, ведомое звено (10) которой выполнено О-образным в плане и жестко закреплено на столе. На раме смонтированы газовые инфракрасные излучатели ГИ-1,0 (13) с помощью ко-

торых при испытаниях можно задавать стабильную температуру асфальтовых образцов соответствующую летним температурам дорожного покрытия. Инфракрасные излучатели обеспечивают облучение образца по всей длине хода формы.

Для контроля температуры асфальтовых образцов во время испытаний в стенке формы установлена (с возможностью касания асфальтового образца) термопара (14) в виде биметаллической пластины, имеющая вывод на мультиметр Mastech M830 (15) с функцией определения температуры. Регулирование температуры асфальтовых образцов производится с помощью

газового регулятора за счёт изменения количества газа поступающего к излучателям (13). На оси обрезиненного рабочего органа (сектора) устанавливался датчик линейных перемещений (16), для определения глубины пластической деформации (колеи).

Требуемая плотность в образце достигалась подбором необходимого количества проходов обрезиненного рабочего органа (4) и давления, передающегося через него. Для установления режима уплотнения, необходимого для получения коэффициента уплотнения равного 1,0 (для смесей типа Б по СНиП 3.06.03 – 85 [10] не менее 0,99), на сформованном образце определялся показатель средней плотности, который затем сравнивался с плотностью для образца сформованного на гидравлическом прессе по ГОСТ 12801-98 [8].

Перед испытанием все контрольные образцы композиционного дисперсно-армированного асфальтобетона выдерживались при комнатной температуре не менее 12 часов. В процессе изготовления смесей были выявлены следующие особенности: с увеличением плотности композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси, время на перемешивание уменьшалось (необходимая навеска фибры на замес вносилась быстрее); с увеличением длины нарезки базальтовой фибры смесь перемешивалась хуже, особенно это проявилось при длине нарезки 25 и 30 мм, при которых в смеси образовывались комья (сгустки), что может вызывать проблему при перемешивании и укладке в

производственных условиях. Оптимальной можно назвать базальтовую фибру с длиной нарезки 20 мм. На основании результатов испытаний образцов композиционного дисперсно-армированного асфальтобетона устанавливались составы композиционных смесей позволяющие обеспечить максимальные показатели качества.

Состав асфальтобетонной смеси марки I тип Б: гранитный щебень фр. 5-15 – 41,7 %; песок из отсеков дробления – 43,6 %; песок природный мелкий – 4,75 %; порошок минеральный МП-1 – 4,74 %; битум марки БНД 60/90 – 5,21 %. Основные показатели свойств данного состава приведены в таблице 1. Состав композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси марки I типа Б с добавкой базальтовой фибры: гранитный щебень фр. 5-15 – 41,7 %; песок из отсеков дробления – 43,6 %; песок природный мелкий – 4,75 %; порошок минеральный МП-1 – 4,74 %; битум марки БНД 60/90 – 5,11 %; базальтовая фибра с длиной нарезки 15 мм – 0,4 %. Основные физико-механические показатели свойств данного состава приведены в таблице 2.

Помимо основных показателей, регламентированных ГОСТ 9128-2013 [7], для всех составов определен показатель - средняя скорость увеличения глубины колеи в слое при температуре 50 °С от движущегося обрезиненного сектора с давлением 0,6 МПа (полная и после стабилизации). Результаты испытаний приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Основные показатели физико-механических свойств асфальтобетона марки I, типа Б

Наименование показателя	Обозначение	Ед. изм.	Требования ГОСТ 9128-2013 для марки I типа Б от до	Фактические показатели физико-механических свойств
Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С	R ₅₀ ^{сух.}	МПа	1,3 -	1,70
Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения	tgφ		0,83 -	0,85
Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С	C _л		0,38 -	0,6
Средняя скорость образования колеи, при нагрузке 0,6 МПа и температуре 50 °С,		мм/10000 проходов	- -	7,08

Технология приготовления горячих плотных асфальтобетонных смесей предполагает просушивание минеральных материалов при температурах до 180÷200 °С и использование вяжущего с температурой нагрева до 150÷160 °С, как это и было сделано при приготовлении смесей для исследований. Композиционные дисперсно-армированные асфальтобетонные смеси готовились при внесении базальтовой фибры способом вдувания. Базальтовая фибра

вдувалась на предварительно смешанные в необходимых пропорциях минеральные компоненты смеси, разогретые до температуры исследования с последующим внесением и перемешиванием вяжущего разогретого до температуры 130 °С. После чего смесь перемешивалась до однородного состояния в смесителе, изготовленном по типу смесителя асфальтобетонного завода.

Таблица 2

Основные показатели физико-механических свойств композиционного дисперсно-армированного асфальтобетона марки I, типа Б с добавкой базальтовой фибры

Наименование показателя	Обозначение	Ед. изм.	Требования ГОСТ 9128-2013 для марки I типа Б от до	Фактические показатели физико-механических свойств
Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С,	R ₅₀ с _{ух.}	МПа	1,3 -	2,95
Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения,	tgφ		0,83 -	0,91
Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С,	C _л		0,38 -	0,69
Средняя скорость образования колеи, при нагрузке 0,6 МПа и температуре 50 °С,		мм/10000 проходов	-	3,00

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что высокие температурные режимы приготовления горячей плотной композиционной дисперсно-армированной базальтовой фиброй асфальтобетонной смеси не ухудшают качественные показатели асфальтобетона.

Ведение в состав асфальтобетонных смесей базальтовой фибры способствует увеличению показателей качества асфальтобетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. с. 1216012 СССР, МКИ³ В 28 В 13/02. Устройство для уплотнения строительных смесей в форме / А. Ф. Иванов, А. В. Потапов, Н. А. Горнаев, И. В. Михайлов (СССР). – № 3834339 ; заявл. 30.12.84 ; опубл. 07.03.86, Бюл. № 9. – 3 с.
2. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.
3. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.
4. Методические рекомендации по техно-

логии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй) при строительстве и ремонте автомобильных дорог (Утверждено распоряжением Росавтодора № ОС-12-р от 11.01.2002).

5. СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги
6. Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий. Методические рекомендации – Омск: СибАДИ. 2004.
7. Jeff Stempihar P.E. Fiber Reinforced Asphalt Concrete (FRAC) //Graduate Research Associate, 2010.
8. M. Aren Cleven Investigation of the properties of carbon fiber modified asphalt mixtures // Michigan technological university, 2000.
9. Rebecca Lynn Fitzgerald Novel Applications of Carbon Fiber for Hot Mix. Asphalt Reinforcement and Carbon-Carbon // Michigan technological university, 2000
10. Saeed Ghaffarpour Jahromi, Ali Khodaii Carbon fiber reinforced asphalt concrete // Department of Civil Engineering, Tehran, Iran.

Andronov S.Y.

STUDY OF COMPOSITE TECHNOLOGIES GLASS FIBER BASALT ASPHALT MIXTURES TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF TEMPERATURE REGIME

Asphalt concrete exposed to cracking, flaking, chipping, formation of ruts, waves and troughs. Introduction into a mixture of small size (discrete) components allows achieving their uniform distribution (dispersion) in the mixture and obtain a "composite" material having a high physical and mechanical properties in the finished structural member. Studied technology of composite dispersion-reinforced with basalt fibers asphalt mixtures, taking into account the influence of temperature.

Key words: *composites manufacturing technology, composite dispersion-reinforced asphalt mixture, fiber, temperature, fiber, composite asphalt concrete production.*

Андронов Сергей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент.

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.

Адрес: Россия, 410054, Саратов, ул. Политехническая 77.

E-mail: atomic08@yandex.ru