

DOI: 10.12737/24129

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

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВВЕДЕНИЯ БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМПОЗИЦИОННОГО ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

**atomic08@yandex.ru**

*Способом повышения устойчивости асфальтобетона к внешним нагрузкам является введение в его состав волокон и нитей. 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. Были подобраны опытные составы композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей и определено влияние на их свойства способа введения в смесь фибры с различной длиной нарезки.*

**Ключевые слова:** *композиционный материал, технология производства композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей, базальтовая фибра, лабораторное исследование, волокна.*

**Введение.** В транспортном строительстве широко используется асфальтобетон, который работает в сложных климатических условиях под воздействием динамической и статической нагрузки, деформаций и т.д. Асфальтобетоны подвержены трещинообразованию, шелушению, выкрашиванию, образованию колеи, волн и впадин. Введение в асфальтобетонную смесь длинных (протяженных) элементов - нитей, волокон или проволоки, при удовлетворении и постоянстве качественных показателей в настоящее время является нерешённой задачей.

Выполнялись исследования способов введения в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей предварительно приготовленных смесей (навесок) из базальтовой фибры с минеральным порошком, а также предварительно приготовленных смесей (навесок) из базальтовой фибры с песком.

**Методология.** Для установления влияния температуры и оптимального соотношения минерального порошка и базальтовой фибры изготавливались опытные замесы. Использовались следующие компоненты: фибра базальтовая длиной нарезки 15 мм; минеральный порошок МП-1. Смешивание осуществлялось в керамической цилиндрической емкости объемом 3 л с диаметром дна 150 мм. Емкость с минеральным порошком и базальтовой фиброй размещалась на электроплитке, оснащенной регулятором скорости нагрева. Скорость нагрева составляла 10–12 °С в минуту. Контроль температуры выполнялся ртутным термометром. Перемешивание выполнялось в ручную металлическим шпа-

телем (примерно одно круговое движение в секунду). При смешении фиксировались температуры, при которых: смесь становилась “однородной” (то есть достигалось наилучшее качество смешивания); в смеси образовывались сгустки и комья, происходило разделение на фибру и минеральный порошок (то есть качество смешивания ухудшалось) [1].

**Основная часть.** По результатам исследований было установлено, что базальтовая фибра с минеральным порошком смешивается до однородной смеси при соотношении не более 5 % базальтовой фибры и 95 % минерального порошка. Большие соотношения базальтовой фибры не позволяют смешиваться ей с минеральным порошком до однородного состояния. Было установлено, что нагрев и интенсивность смешивания положительно влияют на качество и однородность перемешивания. Интервал температур от 100 до 200 °С для перемешивания является наиболее оптимальным. В указанном интервале температур компоненты быстро перемешиваются между собой и для этого требуется 7–8 круговых движений. Наилучшая температура смешивания составляет 160 °С. При температурах свыше 200 °С смесь базальтовой фибры и минерального порошка расслаивается. Понижение температуры ниже 100 °С также приводит к образованию сгустков базальтовой фибры и ухудшению качества полученной ранее смеси.

Оценка однородности смесей, при перемешивании с нагревом базальтовой фибры с минеральным порошком, представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Оценка смесей, при перемешивании с нагревом базальтовой фибры с минеральным порошком**

№ п.п.	Соотношения базальтовой фибры и минерального порошка, % по массе	Температура смешивания смеси, °С		Визуальная оценка однородности смеси
		Хорошее качество	Ухудшение качества	
1	Базальтовая фибра 1,5 % Минеральный порошок 98,5 %	100	200 °С	Хорошее
2	Базальтовая фибра 2,5 % Минеральный порошок 97,5 %	95	205 °С	Хорошее
3	Базальтовая фибра 5 % Минеральный порошок 95 %	95	200 °С	Хорошее
4	Базальтовая фибра 7,5 % Минеральный порошок 92,5 %	100	205 °С	Не удовлетворительное с образованием сгустков
5	Базальтовая фибра 10 % Минеральный порошок 90 %	100	205 °С	Не удовлетворительное с образованием сгустков

На основании выполненных исследований для производства композиционных дисперсно-армированных базальтовым волокном асфальтобетонных смесей рекомендуется использование предварительно подготовленной смеси из минерального порошка с базальтовой фиброй не более 5 % по массе. Также на основании выполненных исследований было установлено, что температура применения смеси должна быть не ниже 95–100 °С [7].

Выполнялось исследование возможности качественного смешивания базальтовой фибры с песком. Для исследований применялся мелкий речной песок. Применялась методика исследований аналогичная исследованиям возможности предварительного смешивания с минеральным порошком. В ходе исследований в тех же температурных интервалах установлено, что достигнуть равномерного смешивания базальтовой фибры с песком не представляется возможным из-за образования сгустков и комков фибры [4, 5].

Для определения влияния на качество композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси технологии изготовления, при которой компоненты смеси смешиваются с предварительно приготовленной смесью базальтовой фибры и минеральным порошком, было изготовлено 3 смеси.

Смесь базальтовой фибры с минеральным порошком, использовалась в нагретом виде, при температуре не ниже 100 °С.

Для сопоставления результатов исследований в качестве исходных смесей (базальтовой фибры) использовались смеси марки I типа Б с вяжущим БНД 60/90. Физико-механические показатели исходных смесей приведены в таблице 2.

Было исследовано 3 способа введения смеси базальтовой фибры и минерального порошка в

состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей.

1) Смесь базальтовой фибры и минерального порошка вносилась постепенно в разогретую минеральную часть смеси с одновременным перемешиванием и последующим добавлением вяжущего и перемешиванием до однородного состояния.

2) Смесь базальтовой фибры и минерального порошка вносилась сразу всей навеской на разогретую минеральную часть смеси, перемешивалась, затем вводилось вяжущее и перемешивалось до однородного состояния.

3) Смесь базальтовой фибры и минерального порошка вносилась сразу всей навеской в работающую лабораторную мешалку, затем вносились разогретые компоненты минеральной части смеси, компоненты перемешивались, затем вводилось вяжущее и все перемешивалось до однородного состояния.

Смеси для исследований готовились в лабораторной мешалке объемом 6 литров, сконструированной по типу смесителей асфальтобетонного завода [6].

После приготовления композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей, из них изготавливались и испытывались контрольные образцы по ГОСТ 12801-98 [2]. Результаты лабораторных испытаний в сравнении с исходными смесями приведены в табл. 2.

Для смеси, при постепенном внесении базальтовой фибры с минеральным порошком были определены все показатели по ГОСТ 9128-2013 [3]. Для смеси, при внесении базальтовой фибры с минеральным порошком всей навески сразу, определялись плотность, водонасыщение, прочность при 20 °С и 50 °С.

Для смеси, при внесении базальтовой фибры в мешалку, с последующим внесением остальных компонентов, определялись плотность, во-

донасыщение, прочность при 20 °С, 0 °С и 50 °С, сдвигоустойчивость по коэффициенту внут-

реннего трения, и сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С.

Таблица 2

**Физико-механические показатели композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонов при введении базальтовой фибры в виде смеси с минеральным порошком нагретой до температуры 100 °С**

Наименование показателя	Ед. изм.	Требования ГОСТ 9128-2013 к смеси марка I тип Б	Фактические значения			
			Асфальтобетон типа Б, марки I	Асфальтобетон типа Б марки I с постепенным введением в состав смеси фибры с минеральным порошком	Асфальтобетон типа Б марки I с введением сразу всей навеской в состав смеси фибры с минеральным порошком	Асфальтобетон типа Б марки I с введением в первую в мешалку смеси фибры с минеральным порошком, а затем все остальные компоненты
Средняя плотность уплотненного материала из смеси,	г/см <sup>3</sup>	-	2,46	2,48	2,48	2,49
Водонасыщение для смесей	%	от 1,5 до 4,0	1,57	1,5	1,9	2,2
Предел прочности при сжатии при температуре 20 °С,	МПа	От 2,5	4,5	5,5	5,0	5,0
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов при температуре 0 °С,	МПа	-	4,0	5,1	4,5	4,5
Предел прочности при сжатии при температуре 0 °С,	МПа	До 13,0	7,4	7,5	7,50	7,0
Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С,	МПа	От 1,30	2,0	2,5	2,0	2,1
Водостойкость,	-	От 0,85	0,89	0,93	0,90	0,9
Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения,	-	От 0,83	0,83	0,88	0,85	0,79
Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С		От 0,38	0,6	0,65	0,61	0,55
Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С и скорости деформирования 50 мм/мин	МПа	От 4,0 до 6,5	4,2	5,5	5,5	4,1

При постепенном внесении базальтовой фибры в смеси с минеральным порошком в разогретую минеральную часть асфальтобетонной смеси, с одновременным перемешиванием, последующим введением вяжущего и перемешиванием до однородного состояния обеспечивается наиболее высокое качество смеси и соответственно композиционного дисперсно-армированного асфальтобетона. Все основные

физико-механические показатели стали выше, чем у исходной асфальтобетонной смеси без добавки фибры. Улучшение показателей физико-механических свойств асфальтобетонной смеси обусловливается равномерным распределением базальтовой фибры в объеме асфальтовой смеси [10].

**Выводы.** Введение в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетон-

ных смесей предварительно приготовленной смеси базальтовой фибры с минеральным порошком позволяет получить положительные результаты при условии обеспечения равномерной подачи такой смеси в мешалку при постоянном перемешивании компонентов асфальтобетонной смеси и использовании ее при температуре не ниже 95–100 °С. Исследования позволили установить эффективность способа введения предварительно приготовленной смеси базальтовой фибры с минеральным порошком в смесь компонентов асфальтобетонной смеси для улучшения показателей физико-механических свойств асфальтобетона в покрытиях автомобильных дорог.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.
- ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.
- СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги
- Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий. Методические рекомендации – Омск: СибАДИ. 2004.
- А. с. 1216012 СССР, МКИЗ 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. : ил.
- Челпанов И.Б., Евтеева С.М., Талалай В.В., Кочетков А.В., Юшков Б.С. Стандартизация испытаний строительных, дорожных материалов и изделий // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2011. № 2. С. 57–68.
- Installing Composite Surface Treatment and Thin Wearing Courses Using Different Types of Fibre. A. V. Kochetkov, L. V. Yankovskii, I. B. Chelpanov. Translated from *Khimicheskie Volokna*, Vol. 47, No. 1, pp. 66-72, January-February, 2015. *Fibre Chemistry* July 2015.
- M. Aren Cleven Investigation of the properties of carbon fiber modified asphalt mixtures / Michigan technological university, 2000.
- Rebecca Lynn Fitzgerald Novel Applications of Carbon Fiber for Hot Mix. Asphalt Reinforcement and Carbon-Carbon // Michigan technological university, 2000
- Saeed Ghaffarpour Jahromi, Ali Khodaii Carbon fiber reinforced asphalt concrete // Department of Civil Engineering, Tehran, Iran.

**Andronov S.Yu., Zadiraka A.A.**

### INFLUENCE OF METHOD OF ADMINISTRATION BASALT FIBRO ON PHYSICAL AND MECHANICAL PERFORMANCE OF COMPOSITE GLASS FIBER ASPHALT CONCRETE

*A method of increasing the stability of asphalt concrete to external loads is the introduction into its structure of fibers and yarns. 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. experimental composite formulations of dispersion-reinforced asphalt mixtures and determined the impact on their properties route of administration were chosen to blend fibers with different cutting length.*

**Key words:** *composite material, the production technology of composite dispersion-reinforced asphalt concrete and basalt fiber, laboratory testing, fiber.*

**Андронов Сергей Юрьевич**, кандидат технических наук, доцент, Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.

Адрес: Россия, 410054, Саратов, ул. Политехническая 77к3.

E-mail: atomic08@yandex.ru

**Задирака Алексей Анатольевич**, аспирант, Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.

Адрес: Россия, 410054, Саратов, ул. Политехническая 77к3.

E-mail: alex.zadiraka@mail.ru