

Строев Дмитрий Александрович
Stroev Dmitriy Aleksandrovich
Аспирант / Graduate

Задорожний Денис Владимирович
Zadorozhniy Denis Vladimirovich
Доцент / lecturer

Горелов Станислав Викторович
Gorelov Stanislav Viktorovich
Доцент / lecturer

Ростовский государственный строительный университет
Rostov State University of Civil Engineering
Технические науки
E-Mail: Mr.stroev@rambler.ru

Изучение влияния базальтовой фибры на свойства асфальтового вяжущего органоминеральных смесей

Study of the effect of basalt fiber on the properties
of asphalt cement mixtures of organic

Аннотация: Исследовано влияние тонкодисперсной базальтовой фибры на структуру асфальтового вяжущего органоминеральных смесей приготовленных с применением битумных эмульсий. Выявлено положительное воздействие модификатора на физико-механические свойства исследуемого материала. С помощью вакуумного капиллярного вискозиметра изучено изменение динамической вязкости асфальтового вяжущего в зависимости от концентрации предложенной добавки.

The Abstract: The effect of fine basalt fiber on the structure of organic asphalt cement mixtures prepared with the use of bitumen emulsions. A positive effect of the modifier on the physical and mechanical properties of the material. With the aid of a vacuum capillary viscometer The change of the dynamic viscosity of asphalt binder in relation to the concentration of the proposed supplement.

Ключевые слова: Базальтовая фибра, битумная эмульсия,, динамическая вязкость, асфальтовое вяжущее.

Keywords: Basalt fiber, bitumen emulsion, dynamic viscosity, asphalt cement.

На сегодняшний день, наиболее распространённым вяжущим материалом для производства дорожно-строительных работ является нефтяной битум [1]. С технологической точки зрения, наиболее эффективным является его применение при пониженной вязкости, что может быть достигнуто тремя основными способами:

- разогрев нефтепродукта до рабочей температуры

- разжижением вязкого битума специальными растворителями
- эмульгирование битума в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Первый способ является традиционным и широко используется при производстве горячего асфальтобетона. Однако он имеет ряд существенных недостатков, обусловленных значительными энергозатратами, а так же значительным ухудшением свойств битума в условиях интенсификации термоокислительных процессов. Второй способ не всегда оправдывает себя в связи с высокой стоимостью растворителей. Третий способ не требует нагрева и может использоваться с холодными и даже влажными минеральными материалами, что позволяет сохранить эластические свойства битума.

Необходимость иметь материалы для качественного строительства и содержания дорог всё чаще приводит дорожные организации к решению налаживания производства битумных эмульсий и смесей на их основе. Разнообразие климатических и эксплуатационных условий, которого нет ни в одной другой стране мира, диктует необходимость разработки и получения усовершенствованных материалов способных работать в широком температурном диапазоне, приспосабливаясь к изменениям интенсивности воздействия разрушающих транспортных нагрузок. При этом стоит учесть, что не везде могут быть использованы в достаточном количестве и на современном уровне качественные материалы для производства таких смесей, как и не всегда оправданы высокие материальные затраты на их производство в каждом конкретном регионе нашей страны. Поэтому большую актуальность приобретает поиск доступных и недорогих материалов и модифицирующих добавок, которые позволят улучшить структурно-механические и реологические свойства органоминеральных смесей на основе битумных эмульсий.

В современной нормативно-технической документации основными критериями оценки качества эмульсионно-минеральных смесей являются: водонасыщение, водостойкость и прочностные показатели. Водостойкость и водонепроницаемость материала зависят, прежде всего, от количества и качества вяжущего в смеси. Причем в качестве вяжущего рассматривается не только органическое вяжущее, но и его смесь с мелкодисперсной фракцией минеральной части, называемая асфальтовым вяжущим [2]. Известно, что чем больше в смеси содержится органического вяжущего, тем более водостойким и менее водопроницаемым будет материал. Однако простое увеличение количества органического вяжущего ведет к падению прочностных характеристик материала и уменьшению его теплоустойчивости, поэтому необходимо повышать содержание в смеси именно асфальтового вяжущего.

С целью улучшения структурно-механических свойств, а так же повышения термостабильности органоминеральных смесей в работе предложено использовать сверхтонкое базальтовое волокно (БСТВ), показатели которого указаны в Таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели базальтового волокна (БСТВ)

№	Характеристика	Норма по ГОСТ 4640- 93	Значение показателя
1	Водостойкость, рН, не более	4	3,3
2	Средний диаметр волокна, мкм	от 0,5 до 3	1,2
3	Содержание неволоконистых включений размером св. 0,25 мм, % по массе, не более	5	2,2
4	Плотность, под удельной нагрузкой (98±1,5) Па, кг/м ³ , не более	35	27
5	Теплопроводность, Вт/(м·К), не более, при температуре: (298± 5) К	0,041	0,037
6	Влажность, % по массе, не более	1	0,3
7	Содержание органических веществ, % по массе,	2	0,45

Физико-химические связи между матрицей и армирующим компонентом определяют эффективность армирования материала, в связи с этим адгезионное взаимодействие в этой системе играет важную роль [3]. В структуре битума присутствуют поверхностно активные вещества преимущественно анионного типа, способные образовывать химические связи с минералами основных пород, ярким представителем которых является базальт. Вместе с тем на поверхности данной породы находится и значительное число активных зон обладающих отрицательным зарядом. В этой связи положительное воздействие окажет модификация битума катионактивными ПАВ, которые обеспечивают протекание реакций ионного обмена при контакте органического вяжущего с минеральными материалами кислого характера. Остаточное вяжущее (ОВ) выделенное из состава катионной битумной эмульсии содержит значительное число аминных катионов NH_3^+ способных вступить в химическое взаимодействие с анионами силиката.

На начальном этапе исследований были приготовлены битумные эмульсии с использованием нового катионного эмульгатора «Эмульзол-4», концентрация которого в составе эмульсионной системы составляла 0,5%. Для приготовления эмульсий использовался битум БНД 90/130, его содержание в эмульсии составляло 60%, физико-механические свойства вяжущего представлены в таблице № 2.

Таблица 2

Физико-механические показатели пробы битума марки БНД 90/130

№ п/п	Наименование показателей	Нормы для битумов марки БНД 90/130 ГОСТ- 22245-90	Показатели битума
1.	Глубина проникания иглы, 0,1мм: при 25 ⁰ С при 0 ⁰ С, не менее	91-130 28	94 29
2.	Температура размягчения битума по кольцу и шару, ⁰ С, не ниже	43	45
3.	Растяжимость битума, см, не менее при температуре: 25 ⁰ С 0 ⁰ С	65 4,0	>100 4,0
4.	Изменение температуры размягчения после прогрева, ⁰ С, не более	5	4
5.	Температура хрупкости, ⁰ С, не выше	-17	-17
6.	Температура вспышки, ⁰ С, не ниже	230	245
7.	Индекс пенетрации	от -1,0 до +1,0	-0,98
8.	Качество сцепления битумного вяжущего с поверхностью щебня по ГОСТ 12801-98 п.28	-	удовлетворительное (три балла по пятибалльной шкале)

Битумные эмульсии готовились путем диспергирования нагретого до 135-138 ⁰С битума в присутствии раствора эмульгатора, нагретого до температуры 60 ⁰С и подкисленной концентрированной соляной кислотой, до уровня водородного показателя 1,88-2,2. Значения рН измеряли с помощью иономера «Экотест-2000». Приготовление осуществлялось на лабораторно-промышленной установке «Давиал ЛаПРОМ 800».

В результате исследования полученных битумных эмульсий установлено, что они относятся к классу ЭБК-II, и обладают физико-механическими свойствами указанными в таблице № 3.

Таблица 3

Физико-механические показатели проб битумных эмульсий

№ п/п	Наименование показателей	Нормы для эмульсий ЭБК-II ГОСТ-2003 52128-	Показатели битумных эмульсий
1.	Устойчивость при перемешивании со смесями минеральных материалов: Пористого зернового состава Плотного зернового состава	Смешивается Не смешивается	Смешивается Не смешивается
2.	Содержание вяжущего с эмульгатором, % по массе	От 50 до 60	58
3.	Условная вязкость при 20 ⁰ С	От 10 до 25	20
4.	Сцепление с минеральными материалами, балл, не менее	5	5
5.	Остаток на сите № 014, % по массе, не более	0,25	0,2
6.	Устойчивость при хранении (остаток на сите с сеткой № 014), % по массе, не более: Через 7 суток Через 30 суток	0,3 0,5	0,18 0,35
7.	Устойчивость при транспортировании	Не должна распадаться на воду и вяжущее	Не распадаются
	Физико-механические свойства остатка после испарения воды из эмульсии:		
9.	Глубина проникания иглы пенетрометра, 0,1 мм, не менее: При 25 ⁰ С При 0 ⁰ С	90 28	95 30
10.	Температура размягчения по кольцу и шару, ⁰ С, не ниже	43	45
11.	Растяжимость, см, не менее: При 25 ⁰ С При 0 ⁰ С	65 4	>100 5
12.	Эластичность при 25 ⁰ С, %, не менее	Не нормируется	-

В ходе эксперимента были приготовлены пробы соотношение вяжущего и минерального порошка (МП) в которых составляло 1:1,5. Пробы органического вяжущего и остаточного вяжущего выделенного из эмульсии [4] массой 200 г разогревались до температуры 150⁰С, после чего подавались в смесительную установку. При равномерном перемешивании (при температуре 150-160⁰С) в состав образцов вяжущего вводился минеральный порошок и ба-

зальтовое волокно. Для равномерного распределения минеральных компонентов в объеме вяжущего перемешивание продолжалось в течение 30 мин.

По результатам исследований было установлено, что введение базальтового волокна способствует значительному снижению показателей глубины проникания иглы пенетromетра при 0 °С и 25 °С в среднем на 20% (рис. № 1), и повышению температуры размягчения на 10 °С. Вместе с тем, с увеличением концентрации добавки наблюдалось незначительное увеличение температуры хрупкости на 1-2 °С (рис. № 2). Так же введение минерального волокна в состав исследуемых образцов вяжущего и асфальтовяжущего положительно отразилось на показателе эластичности материалов, который увеличился на 18-25% (рис.№3).

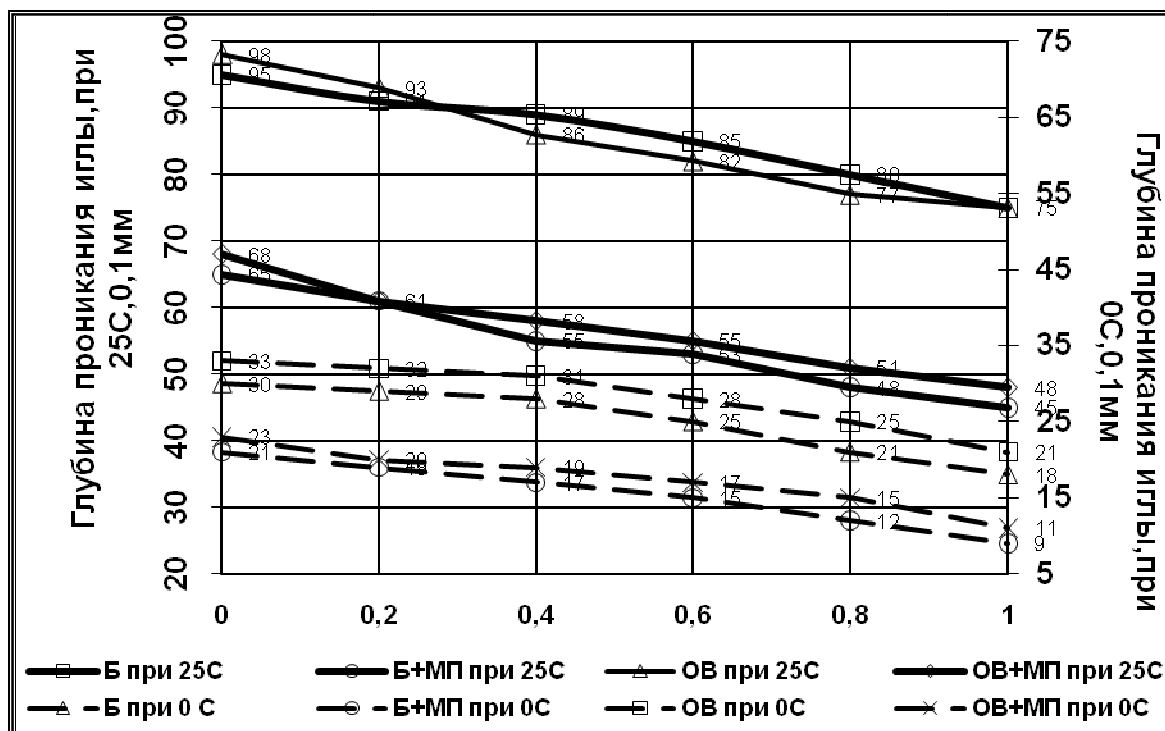


Рис. 1.

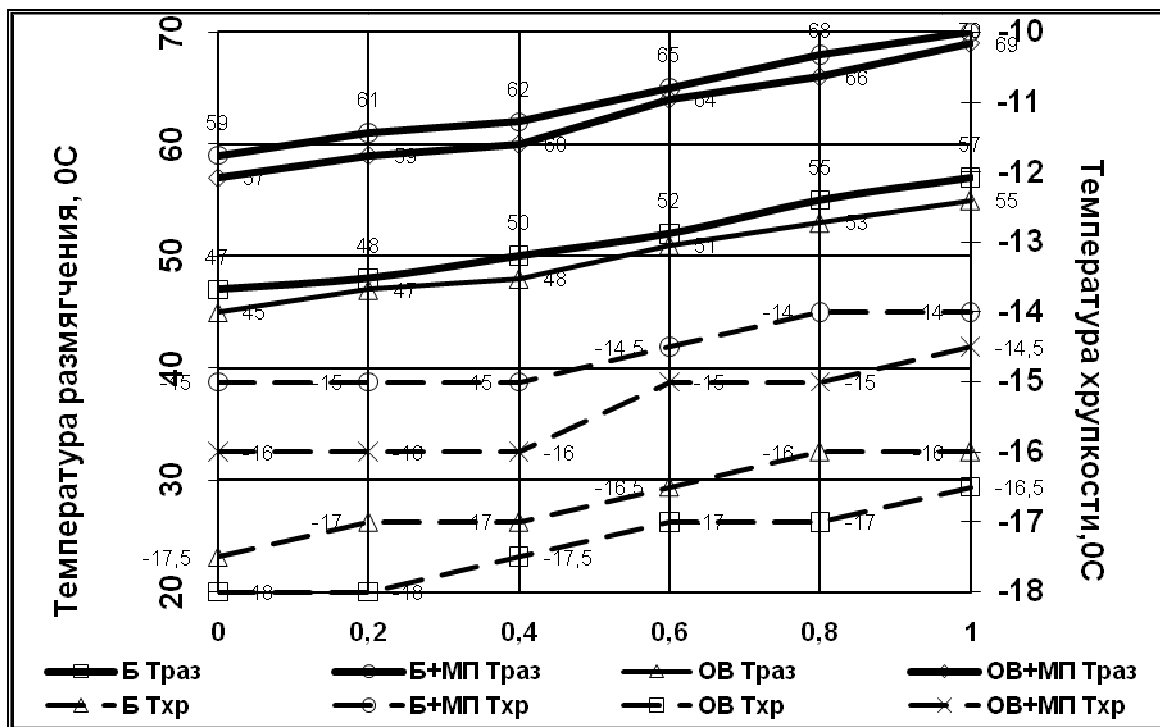


Рис. 2.

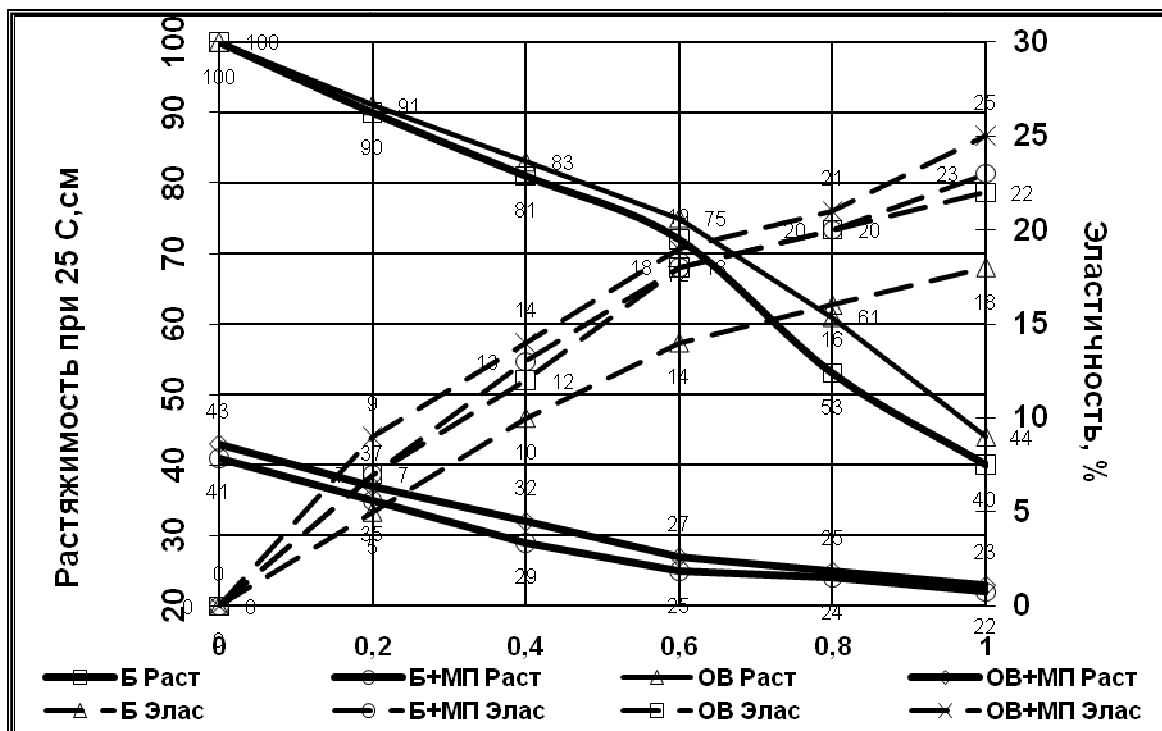


Рис. 3.

На следующем этапе работы изучалось влияние добавки на динамическую вязкость приготовленных образцов вяжущего. По результатам исследований установлено, что увеличение концентрации минерального волокна прямопропорционально увеличению исследуемого показателя. Так введение уже 0,2 % базальтовой фибры способствовало повышению динамической вязкости материалов на 60-70% (рис.№4).

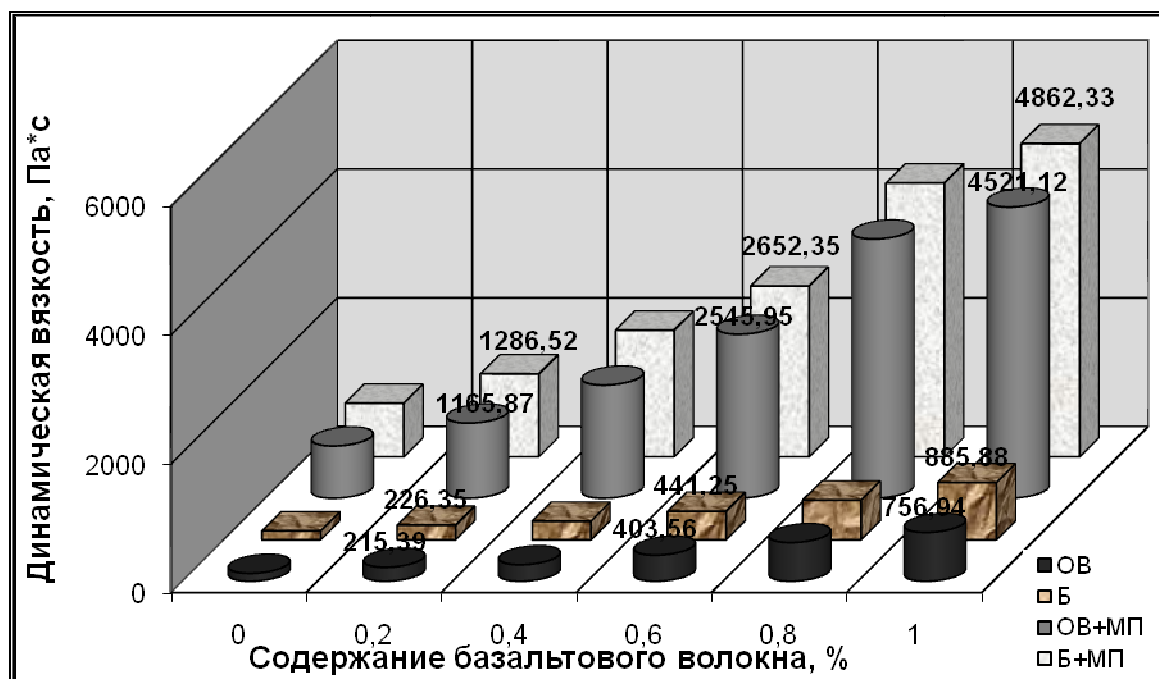


Рис. 4.

Результаты проведённых исследований позволяют утверждать, что введение сверхтонкого базальтового волокна (БСТВ) в состав асфальтового вяжущего способствует значительному повышению динамической вязкости и устойчивости последнего при повышенных температурах. Вместе с тем, несущественно ухудшая низкотемпературные характеристики исследуемого материала, модификатор одновременно повышает его эластические свойства. Влияние армирующего агента в равной степени сказывается на свойствах асфальтовяжущего приготовленного с применением битума и остаточного вяжущего выделенного из эмульсии. Отличия состоят лишь в численных значениях физико-механических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колбановская А.С. Дорожные битумы // А.С. Колбановская, В.В. Михайлов. – М. Транспорт, 1973. – 246 с.
2. Горелышева, Л.А. Органоминеральные смеси в дорожном строительстве / Л.А. Горелышева // Автомобильные дороги. О.И. М.: Информавтодор.- 2000. – Вып. 3.-108 с.
3. Новицкий А. Г., Ефремов М. В. Базальтовое волокно как продукт для армирования бетонов и композиционных материалов./ А. Г. Новицкий, М. В. Ефремов // Тезисы докладов Международной конференции по химической технологии ХТ'07., Москва, 2007., т. 1, с.218-220.
4. ГОСТ Р 52128-2003. Эмульсии битумные дорожные. Технические условия. - М.: ГОССТРОЙ РОССИИ. – 2004 – 25с.