

## МОДИФИЦИРОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ

Кислицына С.Н.<sup>1</sup>, Шитова И.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», 440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28, e-mail: Innalife1@rambler.ru

Основным направлением повышения качества и долговечности дорожных покрытий является модификация битума введением в него различного рода добавок. В работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния температуры обжига минеральной части наноразмерной гибридной добавки на свойства сероасфальтового вяжущего. Установлено улучшение эластических свойств сероасфальтовязущего при введении органоминеральной добавки. Определена оптимальная температура обжига минеральной части гибридной добавки. Были проведены исследования влияния различных способов введения каучука на свойства сероасфальтовязущего. Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что введение каучука в виде органоминеральной добавки придает сероасфальтовязущему большую эластичность и делает его менее чувствительным к температурным колебаниям, что закономерно должно привести к повышению долговечности дорожных покрытий.

Ключевые слова: сероасфальтобетоны, наноразмерная гибридная добавка, температура обжига.

## MODIFICATION OF ASPHALT CONCRETE ORGANOMINERALNOJ ADDITION

Kislitsyna S.N.<sup>1</sup>, Shitova I.Y.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Penza State University of the Architecture and Construction, 440025, Penza, G. Titova, 28, e-mail: Innalife1@rambler.ru

The main direction of improving the quality and durability of pavements is a cation-modification of bitumen by introducing into it various kinds of additives. The results of experimental studies of the effect of mental-firing temperature of the nanosized mineral additives on the properties of the hybrid seroasfaltovogo binder. Established improving the elastic properties seroas-faltovyazhuschego when administered organomineralnoj supplements. The optimum firing temperature of the hybrid mineral supplements. Had investigated the effect of various spo-sobov introducing rubber on the properties seroasfaltovyazhuschego. Analysis of the experimental data shows that the introduction of rubber in the form of organic-additive gives seroasfaltovya-zhuschemu greater elasticity and makes it less sensitive to temperature fluctuations that naturally should lead to an increase in the durability of pavements.

Keywords: seroasfaltobetony, hybrid nanoscale additive firing temperature.

Повышение качества дорожно-строительных материалов, в частности асфальтобетона, является неременным условием повышения эффективности дорожного строительства.

Перспективным направлением в производстве дорожных бетонов на основе органических вяжущих является использование в качестве модификатора серы [1]. Целесообразность этого направления обусловлена ее уникальными свойствами, доступностью и низкой стоимостью. Серобитумные вяжущие отличаются высокой окислительной стабильностью, повышенными адгезионными и эксплуатационными свойствами. Однако существенная зависимость свойств серобитумного вяжущего от вида битума и количества серы, а также тот факт, что при температуре выше 140 °С происходит энергичное взаимодействие серы с компонентами битума, ведущее к процессам

полимеризации, в результате чего серобитумное вяжущее становится хрупким, значительно снизили интерес к ним.

Одним из эффективных путей решения этой проблемы является модифицирование сероасфальтобетонов различными добавками.

Имеется значительное количество работ, посвященных улучшению свойств битумов добавками каучука [2; 3; 5]. Синтетические каучуки увеличивают растяжимость битумов, их ударную прочность, снижают температуру хрупкости, повышают теплостойкость. Одним из основных направлений исследований в настоящее время является разработка способов введения каучука в битум, которые должны уменьшить деструкцию при нагреве и повысить эффективность введения добавки.

Введение каучука в серобитумное вяжущее в виде органоминеральной добавки является принципиально новой технологией введения каучука.

Синтез сероорганических соединений в присутствии наноразмерных гибридных добавок, совместно формирующих в структуре материала упруго-эластичную сетку, позволяет значительно повысить долговечность материала, его эксплуатационные свойства и использовать в технологии некондиционные заполнители, широко распространенные на территории Российской Федерации.

Органоминеральная добавка представляет собой порошок обожженной при определенной температуре глины, обработанный раствором каучука СКДН-Н.

На первом этапе работы были проведены исследования свойств местных глин различных месторождений. На основе проведенной работы была выбрана глина Лягушевского месторождения (минеральный тип глины – монтмориллонитовая).

Исследования проводили на образцах асфальтового вяжущего, изготовленных согласно ГОСТ 12801-98.

В качестве минерального наполнителя использовали муку доломитовую (ГОСТ Р 52129-2003). Массовая доля минерального наполнителя в образцах составляла: 40, 50 и 60%. Объемная концентрация порошков рассчитывалась по формуле:

$$\varphi = \frac{V_{\text{м.п.}}}{V_{\text{м.п.}} + V_{\text{б}}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{м.п.}}$ ,  $V_{\text{б}}$  – соответственно объемы минерального порошка и серобитумного вяжущего.

В проведенных исследованиях объемная концентрация минеральных порошков изменялась от 0,27 до 0,36 (таблица 1).

**Таблица 1**

Влияние степени наполнения асфальтового вяжущего на его свойства

Объемная доля минерального порошка	Значения показателей свойств				
	Растяжимость, см		Глубина проникания иглы, 0,1 мм		Температура размягчения, °С
	при 25 °С	при 0 °С	при 25 °С	при 0 °С	
0,27	12,2	3,8	49	12	43,5
0,32	8,5	2,4	48	10	45,5
0,36	7,8	1,0	37	9	46,5

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что увеличение степени наполнения сероасфальтового вяжущего приводит к увеличению его структурированности. По мере увеличения в нем объемной концентрации минерального наполнителя закономерно наблюдается рост значений температуры размягчения и снижение показателей растяжимости и пенетрации. При объемной концентрации минерального порошка 0,36 наблюдается более значительное снижение показателя пенетрации (на 22%) и показателя растяжимости (на 58%) по сравнению со снижением этих показателей при степени наполнения 0,32 (снижение показателей составило 2 и 36% соответственно), что свидетельствует о недостатке связующего. Следовательно, оптимальной является степень наполнения, равная 0,32.

При дальнейших исследованиях свойств сероасфальтового вяжущего принималась объемная доля минерального порошка – 0,32.

При выборе температуры обжига минерального сырья в качестве оптимизирующих параметров рассматривали следующие показатели сероасфальтового вяжущего: температуру размягчения, растяжимость при 0 и 25 °С и глубину проникания иглы при 0 и 25 °С. Испытание проводили согласно ГОСТ 11501-78 «Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы», ГОСТ 11505-75 «Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости» и ГОСТ 11506-73 «Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару».

Порошок глины, обожженный при различной температуре, обрабатывали 30%-ным раствором каучука в керосине в количестве 2% от массы глины.

Экспериментальные данные исследования влияния температуры обжига минеральной части модифицирующей добавки на свойства сероасфальтового вяжущего приведены в таблице 2.

**Таблица 2**

Влияние температуры обжига минеральной части на свойства сероасфальтового вяжущего

Температура обжига, °С	Свойства сероасфальтового вяжущего				Обобщенный критерий качества, $F_k$	
	Растяжимость, см		Глубина проникания иглы, 0,1 мм			Температура размягчения, °С
	при 25 °С	при 0 °С	при 25 °С	при 0 °С		

Контрольное испытание	9,8	2,8	52	2,0	37	–
400	10,2	3,2	37	1,0	39	0,81
500	12,2	3,4	42	1,0	39	0,83
600	13,4	3,5	45	2,0	39,5	0,97
700	13,6	3,7	48	4	42	0,98
800	11,8	2,4	46	2,0	39,5	0,95

*Примечание.* Состав сероасфальтового вяжущего, мас. %: битум (БНД 90/130) – 63,45; сера (техническая) – 3,17; доломит – 29,98; модификатор – 3,33; каучук – 0,02; керосин – 0,05.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что введение органоминеральной добавки позволяет улучшить свойства серобитумного вяжущего: растяжимость увеличивается на 38,8 и 32% при  $t = 25$  и  $0$  °С соответственно. Такое увеличение эластичности наблюдается для всех составов, приготовленных на модификаторе, обожженном при  $t = 700$  °С включительно.

Известно, что в монтмориллонитовых глинах при нагревании в интервале температур 50...150 °С удаляется поглощенная вода, при 200...235 °С происходит удаление межпакетной воды, а при температуре 550...760 °С происходит удаление конституционной воды (химически связанной в виде  $\text{OH}^-$ ). Способность при регидратации поглощать межпакетную воду и разбухать сохраняется у монтмориллонитов после обжига до 600 °С и теряется при 800 °С [4].

Как видно из полученных данных, при обжиге глины при 700 °С создаются наиболее благоприятные условия для закрепления молекул каучука на поверхности частиц глины, что приводит к формированию в структуре материала упруго-эластичной сетки вулканизированного под действием серы каучука. Это приводит к увеличению структурированности сероасфальтовяжущего, выразившейся в возрастании температуры размягчения от 37 до 42 °С и увеличении значений пенетрации.

Выбор оптимальной температуры обработки минерального сырья слоистой структуры целесообразно провести, используя критериальный подход. Для этого из группы эксплуатационных свойств сформулирован обобщенный критерий качества вида:

$$F_{\kappa} = \sqrt[5]{\prod_{j=1}^5 \frac{I_j}{I_j^*}}, \quad (2)$$

где  $I_j$  – фактическое значение свойства;  $I_j^*$  – контрольное значение свойств (значения свойств приняты для контрольного состава).

Результаты расчета  $F_k$  приведены в таблице. Сопоставление значений  $F_k$  показывает, что для изготовления органоминеральной добавки целесообразно использовать минеральный порошок, обожженный при  $t = 600...700$  °С.

Для оценки эффективности введения органоминеральной добавки были проведены сравнительные исследования влияния различных способов введения каучука на свойства сероасфальтовязующего. Исследовалось введение каучука путем аппретирования минерального наполнителя и введение каучука в виде органоминеральной добавки. Количество вводимого каучука во всех случаях было постоянным. Результаты проведенных исследований приведены в табл. 3.

**Таблица 3**

Влияния различных способов модифицирования на свойства сероасфальтовязующего

Состав сероасфальтовязующего		Свойства сероасфальтовязующего				
Вид минерального порошка	Наличие органоминеральной добавки	Растяжимость, $m \cdot 10^{-2}$		Глубина проникания иглы, $m \cdot 10^{-4}$		Температура размягчения, °С
		при 25 °С	при 0 °С	при 25 °С	при 0 °С	
Неаппрет.	-	8,5	1,6	48	1	45
Аппрет. каучуком	-	12,2	3,4	33	2	42
Неаппрет.	+	13,6	3,7	46	4	46

Как видно из полученных экспериментальных данных, введение каучука в виде органоминеральной добавки приводит к более значительному улучшению эластических свойств сероасфальтовязующего. Так, увеличение показателя растяжимости при введении каучука путем аппретирования минерального наполнителя составило 43,5%, а в случае применения органоминеральной добавки – 60%. При этом при введении каучука в виде органоминеральной добавки глубина проникания иглы и температура размягчения практически не изменились, что свидетельствует о большей структурируемости сероасфальтовязующего за счет формирования в структуре материала упруго-эластичной сетки.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что введение каучука в виде органоминеральной добавки придает сероасфальтовязующему большую эластичность и делает его менее чувствительным к температурным колебаниям. Кроме того, следует полагать, что смеси, приготовленные с органоминеральной добавкой, оказывают большее сопротивление растрескиванию, которое возникает от усталости, вызванной повторными прогибами при прохождении транспорта, что закономерно приведет к повышению долговечности.

## Список литературы

1. Горбик Г.О. Структура и свойства модифицированного серобитумного вяжущего для дорожного строительства : дис. ... канд. техн. наук. – Пенза : Изд-во ПГУАС, 2006.
2. Иллиополов С.К. Исследование структуры и свойств битума, модифицированного комплексным каучуко-полиолефиновым модификатором / С.К. Иллиополов, Р.М. Черсков, И.В. Мардиросова, К.А. Дьяков // Известия вузов. Строительство. – 2009. – № 5. - С. 62-66.
3. Калгин Ю.И. Научные основы получения и применения дорожных материалов с использованием модифицированных битумов : дис. ... док. техн. наук. – Саранск : МГУ, 2007.
4. Куколев Г.В. Химия кремния и физическая химия силикатов. – М. : Высшая школа, 1966. – 232 с.
5. Лаврухин В.П. Свойства асфальтобетонов на модифицированных битумах / В.П. Лаврухин, Ю.И. Калгин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2002. – № 1. - С. 14-18.

### Рецензенты:

Логанина В.И., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Управление качеством и технологии строительного производства» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, г. Пенза;

Калашников В.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология строительных материалов и деревообработки» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, г. Пенза.