

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАПОЛНЕННЫХ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫМИ ОРГАМИНЕРАЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ

**Иноятов К.М, Махкамов Д.И, Абдуразаков М.А.,
Уктамов С.М**

Наманганский инженерно-строительный институт

В статье приводятся результаты исследований впервые разработанных эффективных составов композиционных материалов, наполненных механоактивированными природными песками и другими ингредиентами, позволяющие повышению прочностных свойств, теплостойкости, сдвигостойчивости и трещиностойкости и в целом работоспособности и долговечности асфальтобетонных композиционных покрытий дорог, мостов и аэродромов.

Ключевые слова: композиционных материал, мост и аэродром

The article presents the results of research of the first developed effective compositions of composite materials filled with mechano-activated natural Sands and other ingredients, which allow increasing the strength properties, heat resistance, shear and crack resistance, and in General, the performance and durability of asphalt concrete composite coatings of roads, bridges and airfields.

Keywords: composite material, bridge and airfield.

Введение. В Республике Узбекистан большое государственное, стратегическое и экономическое значение придается техническому состоянию транспортной сети. В общей транспортной системе Республики Узбекистан главное положение отводится автомобильным дорогам, по которым перевозится до 90% народнохозяйственных грузов и до 95% пассажиров от всего объема перевозок, осуществляемых всеми видами транспорта. Сеть автомобильных дорог республики, включая мосты, составляет более 147 тыс.км, из них 50,7 тыс.км дороги с асфальтобетонными, бетонными покрытиями и 96,3 тыс.км с нефтеминеральными и щебеночными покрытиями. В перспективе намечается строительство железобетонных дорог протяженностью более 10000 км, проходящих через пустынные и горные регионы республики. В республике имеются 11 аэродромов общей площадью 600 га, покрытых бетоном и асфальтобетоном.

Резкоконтинентальные климатические условия Центральной Азии существенным образом сказываются на состоянии и сроках эксплуатации асфальтобетонных дорог. Долговечность применение асфальтобетонных и нефте-минеральных покрытий дорог в условиях Узбекистана из-за недостаточной их сдвигостойчивости при высоких летних

положительных, и трещиностойкости - при низких отрицательных зимних температурах обычно не превышает 2-3 года. [1].

В этой связи проведение исследований по созданию и получению импортозамещающих и экспортноориентированных высокоеффективных, композиционных материалов на основе механоактивированных и химически модифицированных ингредиентов из местных и вторичных сырьевых ресурсов органического и минерального происхождения для асфальтобетонных покрытий и герметизирующих мастик для заполнения деформационных швов бетонных и трещин асфальтобетонных дорог, мостов и аэродромов с целью повышения их тепло-морозостойких, сдвигостойких и трещиностойких свойств и, соответственно, увеличения сроков эксплуатации в интервале температур от -25°C до $+120^{\circ}\text{C}$ является **весьма актуальной проблемой**.

Цель исследования. Создания эффективных составов импортозамещающих и экспортноориентированных композиционных материалов с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами для покрытий асфальтобетонных дорог, способных эксплуатироваться в широком интервале температур от -25 до $+120^{\circ}\text{C}$, на базе местных минеральных и вторичных сырьевых ресурсов органического и неорганического происхождения.

Объект и методы исследований. Объектами исследования являются битумы марок БН-90/10 (БНИ-V), БН-70/30 (БНИ-IV), БНД-60/90, резиновая крошка, госсполовая смола, гидролизный лигнин, вторичный поливинилхлорид, гашеная известь, базальтовый волокнистый наполнитель и активированный мелкодисперсный волластонит, чиназские и чирчикские речные, язъянские и янгиерские барханные пески и композиции на их основе. [1-2].

Предметом исследования явилось установление физико-химических закономерностей взаимодействия компонентов модельных смесей и многофазных композиций из органических, модифицированных и механоактивированных минеральных и вторичных сырьевых ресурсов; определение механизма механоактивации минеральных ингредиентов; исследование физико-механических и эксплуатационных характеристик разработанных композиционных материалов для асфальтобетонных покрытий и герметизации их деформационных швов и трещин.

Методы исследований. Физико-химические свойства исследованы с помощью ИК-спектроскопии. Физико-механические свойства композиции: -температура размягчения определена по методу КиШ; -температура хрупкости по методу Фраасу; -растяжимость по ГОСТ 11056; -прочность сцепления с бетоном по T_{sh} РУз 14.04.2004; -глубина проникания иглы по ГОСТ 11501, водопоглощение по ГОСТ 26589. [1].

Результаты исследований и их обсуждение. Рассмотрим результаты исследований физико-механических и эксплуатационных свойств и разработка эффективных составов композиций для асфальтобетонных покрытий дорог с использованием органических, модифицированных и активированных неорганических ингредиентов на основе местного и вторичного сырья.

На основе результатов физико-химических исследований модифицированных битумов и госсиполовой смолы для создания композиций асфальтобетонных покрытий дорог нами разработаны битумные композиции, состав и свойства которого показано в таблицах 1. [3].

Таблица 1

Разработанные рецептуры битумных композиций на основе ингредиентов из местных сырьевых ресурсов рекомендуемых для применения в покрытиях автомобильных дорог

Наименование ингредиентов	Содержания масс.ч		
Битум БН-60/90	40	40	40
Госсиполовая смола	35	35	35
Вторичный поливинилхлорид		20	23
Вторичный полиэтилен	23		
Гидролизный лигнин		5	
Известь гашеная	2		2
Всего:	100	100	100

Механические свойства асфальтобетонных композиций, главным образом, зависят от гранулометрических составов, степени механоактивации наполнителей и свойств вяжущих.

Учитывая это, нами были проведены исследования свойств до и после механической активации неорганических ингредиентов на различных оборудований.

Проведенные исследования по механической активации барханных и речных песков показали, что наиболее эффективным оборудованием является дисембраторный активатор. Установлено, что на степень измельчения и механическую активацию ингредиентов минерального происхождения существенное влияние оказывают такие

параметры дисембратора как зазор между ротором и статором, степень загрузки и особенно скорость вращения ротора.

Базируясь на совокупность проведенных исследований влияния скорости вращения ротора, зазора между ротором и статором, а также степени загрузки дисембратора, за оптимальные параметры при механоактивации природных речных и барханных песков можно принять: скорость вращения ротора 1500 об/мин; зазор между ротором и статором – 0,20 мм; степень загрузки – 3 кг/мин., при которых достигается необходимая дисперсность и соответствующая удельная поверхность речных и барханных песков, и которые отвечают требованиям к сырьевым материалам при получении асфальтобетонных покрытий. Механизм механоактивации при обработке минералов и природных песков в дисембраторной установке происходит следующим образом. При ударно-истирающем режиме обработки активация происходит в основном за счёт образования новых поверхностей с незначительным изменением гранулометрического состава, а при обработке в ударно - раскалывающе - истирающем режиме активация происходит как за счёт изменения гранулометрического состава, так и за счёт обнажения новых поверхностей. Исследования влияния механоактивации на свойства природных песков показали, что после механоактивации как речных, так и барханных песков значительно изменяется их физические свойства и тем самым они существенно активизируются.

Для разработки герметизирующих мастик требуются высокодисперсные частицы с более развитой удельной поверхностью. В связи с этим было изучено влияние скорости вращения ротора дисембратора на степень измельчения волластонитового концентрата. Полученные данные показывают, что при обработке волластонитового концентрата на дисембраторной установке со скоростью вращения рабочих органов 2900 об/мин достигается значительное увеличение его дисперсности и, соответственно, удельной поверхности. Это, в свою очередь, приводит к получению тонкоизмельченного механоактивированного волластонитового концентрата. Так, если исходный волластонитовый концентрат содержит в своем составе до 63,3% частиц крупностью более 200 мкм, то при механоактивации со скоростью вращения рабочих органов 2900 об/мин эти частицы измельчаются до уровня ниже 200 мкм и резко увеличивается количество частиц с размерами от 100 до 1 мкм, которые составляет 95,4% от массы исходного волластонитового концентрата. В процессе механоактивации коэффициент анизотропии волластонитовых частиц приближается к единице, а показатели маслюемости увеличиваются от 3 до 12 мг/100 г, что свидетельствует о заметном увеличении удельной поверхности волластонитового концентрата после механоактивации в дисембраторной установке.

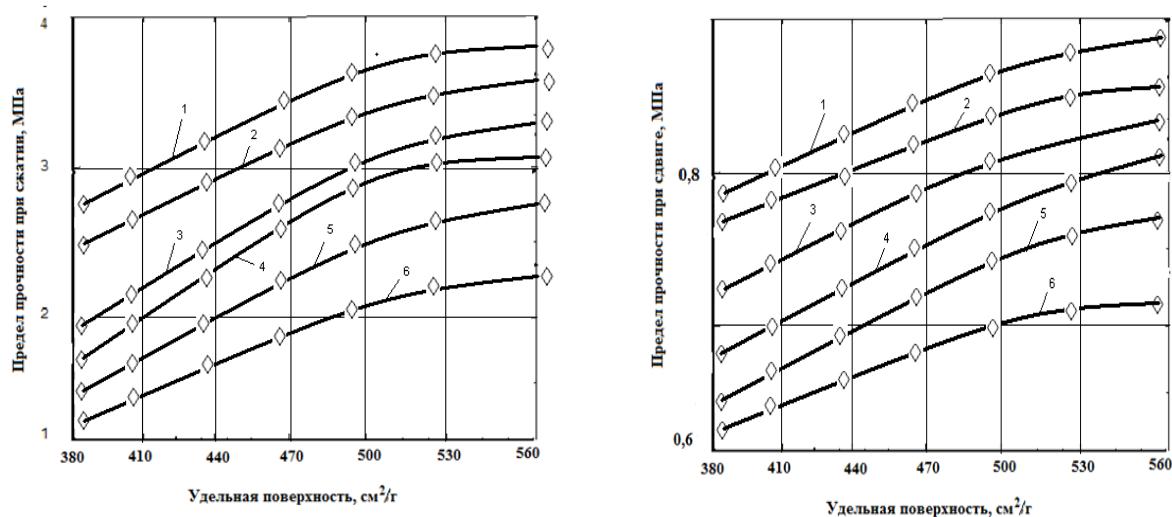
Следовательно, что при механоактивации природных песков на дисембраторной установке под действием ударно-раскалывающего-истирающего эффекта происходит активация не только за счет увеличения удельной и адсорбционной поверхности диспергированных частиц, но и за счет образования реакционноспособных активных центров, способствующие улучшению межфазных взаимодействий, которые оказывают существенное влияние на физико-механические свойства композиций для асфальтобетонных покрытий дорог.

Исходя из сказанного и учитывая, что основными показателями определяющими деформационно-сдвигостойчивость покрытий, являются их прочность при сдвиге и сжатии, нами было исследовано влияние механоактивации на указанные прочностные показатели асфальтобетонных покрытий. А прочностные свойства асфальтобетонной композиции, в свою очередь, существенно зависят от гранулометрического состава и, соответственно, от удельной поверхности минеральных порошковых материалов.

В связи с этим, были исследованы зависимости предела прочности при сдвиге и сжатии от значения удельной поверхности частиц песка при их механоактивации и влияние механоактивации на прочность асфальтобетонных покрытий при сдвиге.

На рисунке 1(а,б) приведены результаты исследований прочности при сжатии и сдвиге асфальтобетонных композиций, полученных с механоактивированными природными песками.

Как видно из хода кривых рисунка 1 (а, б), при использовании у всех механоактивированных песков наблюдается повышение прочности при сжатии и сдвиге асфальтобетонных покрытий, содержащих пески, с увеличением удельной поверхности их частиц. Максимальное увеличение предела прочности при сжатии и сдвиге асфальтобетонных композиционных материалов наблюдается при значении удельной поверхности $550 \text{ см}^2/\text{г}$. При этом предел прочности увеличивается



1 - чиназский; 2 - жамашуйский; 3 - языванский; 4 - бозский;
янгиерский; 6 - чирчикский

5 -

**Рис 1. Зависимость предела прочности при сжатии (а) и сдвиге (б)
асфальтобетонных композиционных материалов от значений удельной поверхности
частиц механоактивированных природных песков**

от 1,3 до 3,9 МПа, а прочность при сдвиге возрастает от 0,6 до 1,0 МПа соответственно.

Таким образом, введение в состав композиции механоактивированных песков, как речных, так и барханных, позволяет повышать прочностные свойства и, соответственно, деформационно-сдвигостойчивость разрабатываемых композиций для асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.

На основании комплексных исследований и выявленных закономерностей полученных результатов разработан эффективный состав композиционных материалов с использованием механоактивированных природных песков и органических ингредиентов для асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, мостов и аэродромов.

Сравнительные характеристики физико-механических свойств разработанных асфальтобетонных покрытий приведены в табл. 4.

Таблица 4

Сравнительные характеристики физико-механических
свойств разработанных композиций для асфальтобетонных покрытий

Показатели	ГОСТ 9128-97	Нормы на смеси для плотного горячего асфальтобетона			
		чирчик ский	чиназ ский	языван ский	янгиер ский
Пористость минерального состава, % объема, для смесей типов:					
Г, не более	22	21	21	18	18
Д, не более	22	20	20	19	19

Водонасыщение, % объема, для смесей типов:					
Г	1,5-4,0	2,5	2,6	2,0	2,1
Д	1,0-4,0	2,0	2,2	1,9	2,0
Остаточная пористость, % объема	2,2-5,0	3	3,1	3,5	4,0
Предел прочности при сжатии, МПа, при температурах:					
+20°C, не менее	2,2	3,8	3,5	3,0	3,0
+50°C, не менее, для смесей типов:					
Г	1,2	1,8	1,71	1,58	1,6
Д	1,3	1,9	1,8	1,64	1,61
0°C, не более	12,0	9,0	8,85	7,91	8,0
Коэффициент водоустойчивости, не менее	0,85	0,90	0,89	0,90	0,88

Из данных таблицы 4 видно, что композиции для асфальтобетонных покрытий, полученные с использованием механоактивированных песков, модифицированных гессиполовой смолой, в месте минерального наполнителя, из битума БНД 60/90 по всем показателям физико-механический характеристики полностью отвечают требованиям ГОСТ 9128-97.

Заключение. Впервые предложен научно обоснованный подход к созданию тепло-морозостойких, сдвигостойких и трещиностойких композиционных материалов на основе местных и вторичных сырьевых ресурсов для асфальтобетонных покрытий и герметизации деформационных швов и трещин бетонных, асфальтобетонных дорог, мостов и аэродромов с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, способных эксплуатироваться в экстремальных климатических условиях Республики Узбекистан.

Разработан новый эффективный способ повышения физико-механических свойств асфальтобетонных покрытий путём введения в их состав механоактивированных минеральных

ингредиентов, в частности, природных речных и барханных песков, основанного на ударно-раскалывающе-истирающем эффекте, приводящий к образованию частиц с развитой удельной поверхности с требуемыми геометрическими и физическими параметрами за счёт поляризации частиц на молекулярном уровне, сопровождающийся появлением гетерогенных дипольных моментов, которые способствуют улучшению адгезионных свойств с образованием водородных связей как с катионно - активными, так и анионно - активными веществами, каким является гossиполовая смола и, в конечном счете, увеличению межфазного взаимодействия между ингредиентами и битумом.

Список литературы.

1. Негматов С.С., Собиров Б.Б., Иноятов К.М., Салимсаков Ю.А. Композиционные асфальтобетонные материалы для покрытия дорог // Ташкент: ГУП «Фан ва тараккиёт», 2012.
2. Негматов С.С., Собиров Б.Б., Абдуллаев А.Х., Рахмонов Б.Ш., Иноятов К.М., Салимсаков Ю.А. Модифицированные битумные композиции многофункционального назначения // Ташкент: ГУП «Фан ва тараккиёт», 2012.
3. Sobirov A.B., Rahmonov B.Sh., Abdullayev A.X., Inoyatov K.M., Salimsakov Y.A., Mahkamov D.I., Soliev R.X. Study of composition and technology of highly filled composite polymeric materials for asphalt roads, which can be used in hot climates and increasing their operation life. European polymer congress in 2011. XII congress of the specialized group of polymers., / Congress program, june 26 - jule 1, 2011, Granada, Spain.
4. Negmatov S.S., Sobirov B.B., Rakhmonov B.Sh., Negmatov J.N., Inoyatov K.M., Negmatova M.I., Salimsakov J.A., Makhamov D.I., Soliev R.X. Composite Materials Based On Soft Organic And Inorganic Ingredients For Increasing The Durability Of Roads 6th INTERNATIONAL CONFERENCE Times of Polymers (TOP) Composites AIP Conf.Proc. 2012 Americcan Institute of Physics. p. 319-321.
5. Sayibjan Negmatov, Kakhramon Inoytov, Lochin Oblakulov, Shukhrat Bozorboyev, Bahodir Sobirov, Bakhrom Rakhmonov, Jahongir Negmatov, Dilshod Makhamov, Rustam Soliev, Andrey Lisenko. Research And Development Of Technologies Of Obtaining The Mechanically Activated Powder Based On Natural Ingredients And Dune Sand For Production Of Sealing Composite Cements And Composite Materials For Various Purposes. International Porous and Powder Materials Symposium and Exhibition, PPM 2013, September 3-6, 2013 в г. Измире.

Аннотация

В статье приводятся результаты исследований впервые разработанных эффективных составов композиционных материалов, наполненных механоактивированными природными песками и другими ингредиентами, позволяющие повышению прочностных свойств, теплостойкости, сдвигостойчивости и трещиностойкости и в целом работоспособности и долговечности асфальтобетонных композиционных покрытий дорог, мостов и аэродромов.