

Soliev Rustamjon Khakimzhonovich

Namangan Engineering and Construction

Institute Doctor of Technical Sciences, (DsC).

Valieva Gulshan Fayzimuradovna

Namangan Engineering and Construction

Institute of Candidate of Technical Sciences, (PhD).

УДК 678.541

**PRODUCTION OF HEAT-RESISTANT AND FROST-RESISTANT
COMPOSITE SEALANT MASTICS FOR FILLING CRACKS OF
ASPHALT CONCRETE ROADS AND DEFLECTION JOINTS OF
CONCRETE SURFACE ROADS**

Annotation. The article presents the results of research on the production of cold-heat resistant composite sealant mastics with specified sets of physical, mechanical and technological properties based on local organomineral ingredients and industrial waste for filling cracks in asphalt concrete roads and expansion joints in roads with concrete pavements. They can be used in various climatic conditions and in mountainous areas at temperatures from -300 to +1700C, and will also help improve the long-term operation and productivity of airfields, highways and bridges.

Keywords. Physical and mechanical properties, hermetic composite mastic.

**ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОСТОЙКИХ И МОРОЗОСТОЙКИХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ ГЕРМЕТИЧЕСКИХ МАСТИК ДЛЯ
ЗАПОЛНЕНИЯ ТРЕЩИН АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ДОРОГ И
ПРОГИБНЫХ ШВОВ БЕТОННЫХ ДОРОГ**

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по производству холодо-жаро устойчивых композиционных герметических мастик с заданными наборами физико-механических и технологических свойств на основе местных органоминеральных ингредиентов и производственных отходов для заполнения трещин асфальтобетонных дорог и деформационных швов дорог с бетонными покрытиями. Они могут использоваться в различных климатических условиях и в горной местности при температурах от -30⁰ до +170⁰С, а также помогут повысить долговременную эксплуатацию и производительность аэродромов, автомагистральных дорог и мостов.

Ключевые слова. Физико-механические свойства, герметическая композиционная мастика.

ВВЕДЕНИЕ

Техническое состояние транспортной сети имеет очень важное значение в государственном, стратегическом и экономическом аспектах. Дороги, мосты и аэропорты обретают особенно важное значение на государственном уровне, так как на них приходится 90% грузов народного хозяйства и 98% пассажиро перевозок. Но в настоящее время существующие дороги недостаточно прочны и требуют быстрого ремонта. Особенно это проявляется в высокогорных и жарких климатических условиях.

В жарких климатических условиях очень важно герметизировать асфальтобетонные и бетонные швы для длительной эксплуатации дорог, асфальтобетонных покрытий на аэродромах и автомобильных мостов. В настоящее время цены на битумные композиционные мастики, которые импортируются из зарубежных стран, достаточно высоки. Более того, их температура размягчения относительно низкая. Местные не достаточно долговечны, они едят быстро разрушаются или отходят от дорожного покрытия.

Следует отметить, что композиционные битумные мастики, импортируемые из зарубежных стран и мастики производимые в нашей стране, обладают относительно низкими физическими, химическими и эксплуатационными свойствами, особенно по термостойкости.

Внедрение и разработка новых инновационных технологий в области композиционного материаловедения имеет важное значение для производства эффективных композиций герметиков, используемых в различных климатических условиях.

Таблица 1

Химический анализ Куйташской волластонитовой руды до и после флотации.

Проба	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	П.п.
До флотации	45,89	3,18	2,53	33,2	2,13	0,46	0,52	1,60	9,93
После первой флотации	57,79	3,67	2,22	26,8	0,83	0,20	0,83	0,88	6,66
После второй флотации	58,54	3,71	2,22	26,7	0,83	0,18	0,84	0,73	5,73

Из-за физико-химических свойств вышеупомянутых связующих веществ и наполнителей наше основное внимание было сосредоточено на волластоните и золошлаках. Рассмотрены физико-химические свойства и структура волластонита. Волластонитовая руда обогащена методом флотации [1-5].

Во время флотации выделяются CaCO₃ и MgCO₃, что, в свою очередь приводит к повышению активного оксида кремния, то есть к повышению

состава основного минерала волластонита, за счёт выделения CaCO_3 и MgCO_3 в процессе обогащения руды [1-5].

Исследование структуры и физико-химической характеристики отходов золошлака. Известно, что на Ангренской и Ново-Ангренской тепло-электростанциях ежегодно образуется 650 тысяч тонн золошлака.

Химический состав золошлака Ангренского месторождения приведен в нижеследующей таблице 2.

Таблица 2

Химический состав золошлака

Соединения	SiO_2	Al_2O_3	FeO	CaO	MgO	SO_2	TiO_2	K_2O	Na_2O	P_2O	MnO
%	62	27,3	5,65	1,17	0,49	0,47	1,49	0,42	0,32	0,52	0,17

Химический анализ показал что состав золошлака до 62 % состоит из активного оксида кремния. Электронные микроскопические исследования показали, что большинство частиц золошлака имеют различный размер и форму. Размеры частиц составляют от 1мкм до 5 мкм (Рисунки 1 а, б) [1-5].

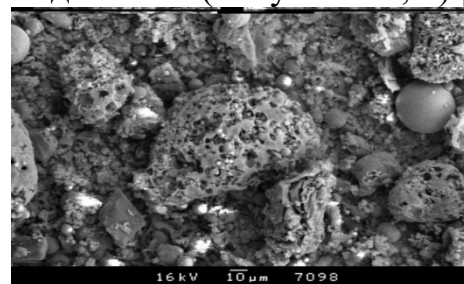
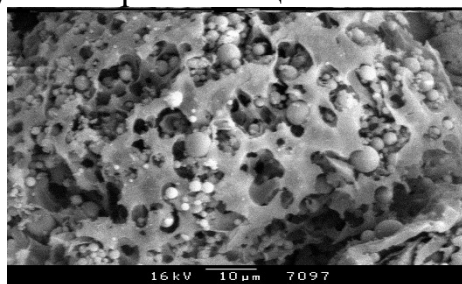
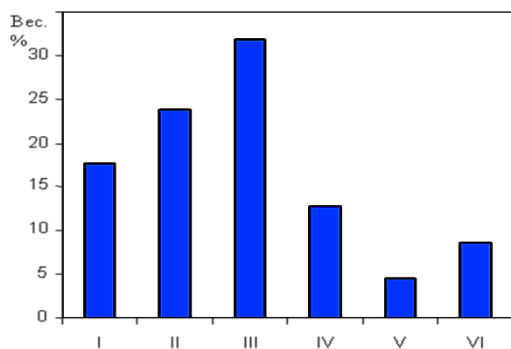


Рисунок -1. Морфологический состав золошлака Ангренского ТЭЦ

Результаты исследования показали, что 32% золы состоит из фракции размером III-42 мкм, фракционный состав золошлаковых отходов приведен в на рисунке 2, а их дифрактограмма на рис. 3.

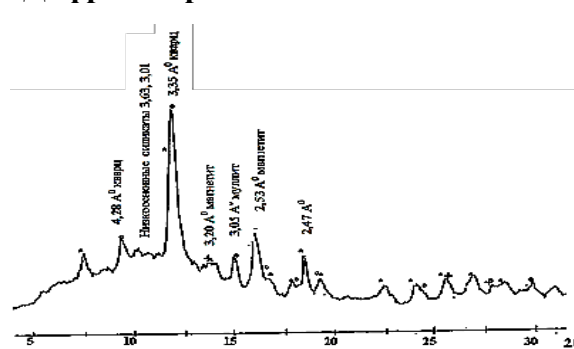
Таким образом, в составе золы и шлаков преобладают кремнезём, глинозём, оксиды железа и кальция. Соотношение суммы основных оксидов (CaO , Al_2O_3 , MgO , FeO , Fe_2O_3 , MnO) к сумме кислых (SiO_2 , P_2O_5 , TiO_2) относятся больше к шлакам [1-5].

I – 21; II – 33; III – 42; IV – 55; V – 83; VI – 204. Рисунок 2. Средний фракционный



Из 2-рисунка видно, что 32% зола состоит из III-42 мкм фракции.

* муллит; ° α-кварц; + магнетит
Рисунок № 3. Дифрактограмма золошлака



Золы относятся к мелкодисперсным материалам. Детальное изучение состава и свойств ЗШС обеспечит их использование в области материаловедения, особенно, для получения на их основе различных изделий. При этом можно будет добиться как экономических эффектов, так и решить ряд экологических проблемы [1-5].

Таким образом, результаты исследований показывают, что почти все вышеупомянутые органоминеральные ингредиенты могут быть одним из потенциальных компонентов для получения эффективных композиционных материалов и герметиков для ремонта и строительства бетонных и асфальто-бетонных покрытий, что означает, что наши органические вещества могут играть роль связующего вещества. Минеральные вещества, особенно механо-активированный волластонит и термоактивированный золошлак могут усилить физико-механические свойства и устойчивость к высоким температурам, так как их состав состоит в основном из акрилового кремния, алюминия и других оксидов.

В первую очередь, была исследована и определена модельная композиция, состоящая на 50% из битума марки БН-90/10, на 26% из битума марки БН-70/30, на 18% из госсиполовой смолы и на 6 % из резиновой крошки, а также ее свойства. Была выбрана и исследована образцовая композиция, где температура размягчения составила 50-70⁰С, растяжимости при 25⁰С; 1-3,8 см, пенитрация 18-30мм⁻¹ и прочность сцепления с бетоном 0,1-0,4 МПа, при этом температура варки 180±5⁰С, а время варки составило 3 часа.

Была определена значительность показателей физико-механических свойств модельных композиционных герметизирующих мастик в зависимости от содержания битума, госсиполовой смолы, резиновой порошки, лигнина, вторичного полиэтилена и поливинилхлорида, базальтового волокна, гашеной извести, механоактивированного волластонита и золошлака.

Следует отметить, что наилучший результат был получен при исследовании физико-механических свойств композиции с добавлением волластонита и золошлака в состав композиции герметика.

Состав созданный композиционных герметизирующих мастик приведён в таблицах № 3 и № 4.

При увеличении времени варки от 1 до 7 часов и температуры от 120 до 240⁰С можно наблюдать идентичные результаты, то есть кривые, показывают зависимость физико-механических свойств мастик от времени и температуры варки. На рисунке № 4, показана зависимость физико-механических свойств композиционных герметизирующих мастик, соответствующих марке КГМ-150 и КГМ-170 от времени варки при температуре 180±5⁰С. Из кривых рисунка видно, что с увеличением времени варки от 1 до 7 часов показатель температуры размягчения достигает от 72 до 170⁰С, прочность сцепления с бетоном увеличивается от

0,4 до 1,3 МПа, показатели растяжимости и пенитрации снижаются от 8,4 до 4 см и от 30 до 14 мм⁻¹ соответственно [1-5].

Таблица 3

Состав битумных композиций, созданных на основе местных сырьевых ресурсов.

№	Наименование ингредиентов	Содержание ингредиентов, мас.част.						
		КГМ-100	КГМ-110	КГМ-120	КГМ-130	КГМ-140	КГМ-150	КГМ-170
1	Битум БН-90/10 (БНИ-V)	35	35	35	30	30	30	30
2	Госсиполовая смола	40	40	30	30	30	28	28
3	Резиновая крошка	13	13	15	14	10	10	8
4	Лигнин	3	2	5	2	2	3	3
5	Вторичный полиэтилен	3,0	3,5	5	7	7	4	3
6	Вторичный поливинилхлорид	5	5	7	8	8	8	7
7	Золошлаковые смеси	-	-	-	2	4,5	6	7
8	Известь гашеная	1,0	1,5	2	2	2,5	3,0	4
9	Активированный воллостонит (АкВ)	-	-	-	3	4	5	6
10	Базальтовое волокно	-	-	-	2	2,5	3	4

Таблица № 4

Физико-механические свойства битумных композиций

Наименование показателей	Методы определения	Значения показателей						
		КГМ-100	КГМ-110	КГМ-120	КГМ-130	КГМ-140	КГМ-150	КГМ-170
Температура размягчения по КиШ, °С, не менее	ГОСТ 26589	95	102	112	125	135	145	165
Температура хрупкости по Фрассу, °С, не выше	ГОСТ 11507	-20	-20	-22	-23	-25	-26	-27
Растяжимость при 25°С	ГОСТ 11056	6,2	5,8	5,4	5,0	4,6	4,2	4,2
Прочность сцепления с бетоном, МПа	ТУ-РУз 14.04.2004	0,5	0,5	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3
Глубина проникания иглы в мм ⁻¹ при температуре 25°С	ГОСТ 11501	32	30	28	24	19,0	16	16
Водопоглощение, %	Не более 0,2	0,2	0,18	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15

Аналогичные результаты наблюдаются при изменении температуры варки до 120-240°С композиционной герметизирующей мастики марок КГМ-150 и КГМ-170 (Рисунок № 5). Температура смягчения резко

изменяется до 170°C, а крепость сцепления с бетоном до 1,35 МПа, при этом растяжимость и пенитрация не изменяются и сохраняются в рамках требований.

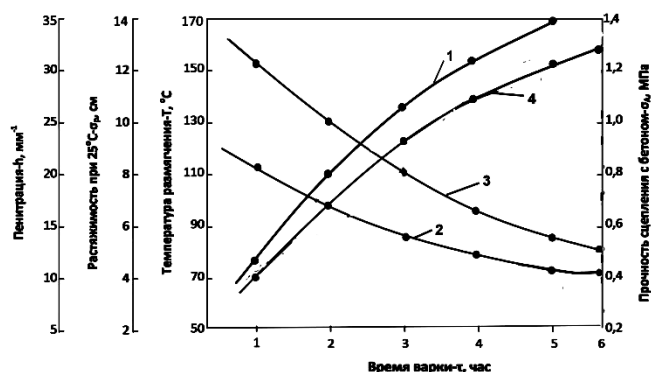


Рисунок № 4. Зависимость физико-механических свойств композиционных герметизирующих мастик марки КГМ-150 и КГМ-170 от времени варки при температуре 180 ± 5°C

- 1 – температура размягчения, °C;
- 2–растяжимость–25°C см;
- 3 – пенитрация, мм⁻¹;
- 4– прочность сцепления с бетоном,

МПа

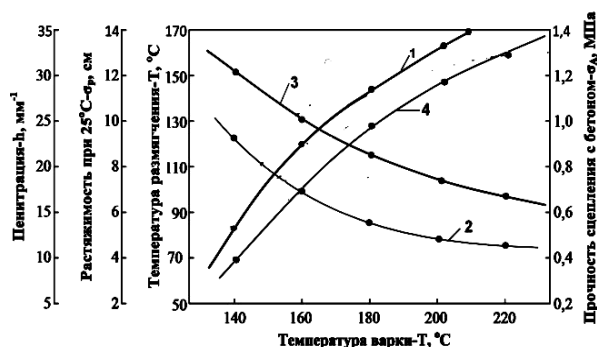


Рисунок № 5. Зависимость физико-механических свойств композиционно-герметизирующих мастик марки КГМ-150 и КГМ-170 от времени варки 4,5 часа

- 1 – температура смягчения, °C;
- 2 – растяжимость при температуре 25°C, см;
- 3 – пенитрация, мм⁻¹;
- 4 – прочность сцепления с бетоном, МПа

Из вышеизложенного становится ясным, что технологический режим оказывает ощутимое воздействие на формирование важных показателей герметизирующих композиционных материалов. Основываясь на результаты опыта, был разработан оптимальный технологический режим получения композиционных герметизирующих материалов, обладающих высокими физико-механическими и эксплуатационными показателями. (Таблица № 5).

Таблица № 5

Показатели оптимального технологического режима получения герметизирующей композиционной мастики

Технологические показатели	Марка мастики						
	КГМ-100	КГМ-110	КГМ-120	КГМ-130	КГМ-140	КГМ-150	КГМ-170
Температура варки, °C	180±5	185±5	190±5	195±5	200±5	205±5	210±5
Время варки, час.	5 - 5,5	5 - 5,2	4,8 - 5	4,5-4,8	4,5	4,5	4,5-5,0

Таблица № 6

Физико-механические показатели герметизирующих композиционных мастик, созданных на основе разработанной технологии и оптимального технологического режима

Наименование показателей	Способы определения	Значение показателей						
		КГМ-100	КГМ - 110	КГМ - 120	КГМ - 130	КГМ - 140	КГМ - 150	КГМ-170
Температура смягчения по КиШ, °С	ГОСТ 26589	102	113	121	132	142	151	172
Температура хрупкости по Фрассу	ГОСТ 11507	-20	- 22	- 24	- 26	- 28	- 30	-30
Растяжимость при 25 °С	ГОСТ 11056	6,0	5,6	5,2	4,8	4,4	4,0	4,0
Крепость сцепления с бетоном, МПа	ТУ-РУз 14.04.2004	0,5	0,6	0,8	1,0	1,16	1,2	1,4
Пенитрация мм ⁻¹ , при 25 °С	ГОСТ 11501	32,0	29,0	27,0	23,0	18,0	15,0	15
Водопоглощение, %	Не более 0,2	0,2	0,18	0,17	0,16	0,14	0,12	0,10

Так, созданы несколько марок композиционных материалов, для герметизации деформационных сегментов и швов автомобильных дорог, мостов, бетонных и асфальтобетонных покрытий аэродромов, для использования в различных климатических условиях: КГМ - 100; КГМ - 110; КГМ - 120; КГМ - 130; КГМ - 140; КГМ - 150; КГМ-170. Композиционная герметическая мастики может использоваться в условиях от -30 ° С до + 170 ° С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рекомендована научно-технологическая основа для получения эффективного состава мастик, способных к использованию при температуре от минус 30 до плюс 170 градусов, то есть, при экстремальных климатических условиях, для герметизации трещин асфальтобетонных и деформационных швов бетонных покрытий автомобильных дорог, для повышения их износоустойчивости и долговечности эксплуатации.

Выявлена закономерность воздействия технологических параметров на физико-механические свойства композиционных герметизирующих мастик, на основе модельной композиции, содержащей: 50% битума марки БН 90/10, 26% битума марки БН 70/30, 6% резиновой крошки и 18% госсиполовой смолы. Показано, что с увеличением содержания битума марки БН-90/10 улучшается температура размягчения и прочность

сцепления с бетоном, а показатели пенитрации и растяжимости плавно снижаются. При использовании битума марки БН-70/30 выявлена обратная закономерность, т.е. параметры растяжимости и пенитрации с увеличением содержания битума в композиции повышается, а показатели температуры размягчения и прочности сцепления с бетоном снижается. Госсиполовая смола ведет себя в модельной композиции идентично с битумом марки БН-70/30, а при введении вторичного полиэтилена и поливинилхлорида, существенно улучшает физико-механические свойства разрабатываемой композиции, за счет повышения ее молекулярного веса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солиев, Р. Х., Махкамов, Д. И., Валиева, Г.Ф. (2018). Физико-механические свойства композиционных материалов, наполненных механоактивированными оргаминеральными ингредиентами. *Мировая наука*, (6), 317-325.
2. Солиев, Р. Х., Валиева, Г. Ф., Нурматов, А. Б. (2018). Работоспособность асфальтобетонных автомобильных дорог. *Мировая наука*, (5), 370-377.
3. Солиев, Р. Х., Валиева, Г. Ф., Насриддинов, А. Ш. (2017). Разработка композиционных материалов, наполненных механоактивированными ингредиентами, для применения дорог. *Международный научный журнал Интернаука*, (4 (1)), 57-59.
4. Vaku, A. Z. E. R. V. A. I. J. A. N. (2015). THERMAM 2015.
5. Negmatov, S., Inoytov, K., Oblakulov, L., Bozorboyev, S., Sobirov, B., Rakhmonov, B., ... & Lisenko, A. (2013). 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. In *International Porous and Powder Materials Symposium and Exhibition, PPM* (pp. 3-6).
6. Negmatov, S. S., Sobirov, B. B., Rakhmonov, B. S., Negmatov, J. N., Inoyatov, K. M., Negmatova, M. I., ... & Soliev, A. D. (2012, July). Composite materials based on soft organic and inorganic ingredients for increasing the durability of roads. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1459, No. 1, pp. 319-321). American Institute of Physics.
7. Negmatov, S., Rahmonov, B., Sobirov, B., Abdullaev, A., Salimsakov, Y., Negmatov, J., ... & Mahkamov, D. (2012). Developing of Effective Multipurpose Polymer-Bitumen Compositions. In *Advanced Materials Research* (Vol. 413, pp. 539-540). Trans Tech Publications Ltd.
8. Sobirov, A. B., Sh, R. B., Abdullayev, A. X., Inoyatov, K. M., Salimsakov, Y. A., Mahkamov, D. I., & Soliyev, R. X. (2011). 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. In *XII congress of the specialized group of polymers.,/Congress program, june*.