

## **ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

**Клименко Л.Д. , Метляева И.А.,  
научный руководитель канд. тех. наук Василевская Г.В.  
*Сибирский федеральный университет***

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси (ЩМАС) находят все более широкое применение в большинстве стран при устройстве верхних слоев дорожных и аэродромных покрытий, обеспечивая устойчивые показатели ровности, шероховатости и сцепления в процессе эксплуатации, в том числе, в условиях интенсивного и большегрузного движения транспортных средств. Покрытия из ЩМАС характеризуются сдвигоустойчивостью при высоких температурах, деформативностью и трещиностойкостью при низких температурах, водо-, морозостойкостью и устойчивостью к эрозии в условиях повышенной влажности и знакопеременных температур.

Исходя из стоимости материалов, производство ЩМАС обходится на 30 - 40 % дороже производства обычных асфальтобетонных смесей, вследствие использования большего количества битума, щебня высокого качества и применения стабилизирующей добавки из натуральных целлюлозных волокон. Тем не менее, если рассматривать не только процесс приготовления смеси, но и возможность ее укладки более тонким слоем, эксплуатационные и прочие затраты, а также повышение долговечности уложенного слоя, то применение ЩМАС становится экономически оправданным. Большая долговечность и меньшая подверженность различным разрушениям по сравнению с альтернативными материалами приводят в долгосрочном рассмотрении к уменьшению вложенных инвестиций даже при большей изначальной стоимости ЩМАС.

Чтобы получить максимальную отдачу от применения ЩМАС, очень важно правильно подобрать ее состав и в соответствии с технологическими регламентами изготовить и уложить в покрытие. Соблюдение этих правил является основной гарантией долговечности и качества асфальтобетонных покрытий, устраиваемых на достаточно прочных дорожных основаниях.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон в России известен давно. Проблема его применения состояла в том, что отсутствовала приемлемая для местных условий стабилизирующая добавка. С 1999 г. на рынке России появились стабилизирующие добавки – целлюлозные волокна или гранулы на их основе типа Viator и Torcel, а также на основе асбоцементных волокон типа Хризотоп. В целом ЩМАС по входящим в состав компонентам не отличаются от остальных горячих асфальтобетонных смесей, но в состав вводятся специальные стабилизирующие добавки для предотвращения стекания битума при транспортировке и укладке смеси.

Также ЩМАС характеризуются повышенным содержанием щебня и битума (до 80 % и 7,5 % по массе соответственно) с остаточной пористостью до 1 %. Для удержания на поверхности щебня такого количества свободного битума, в особенности на стадии производства работ, необходимо обязательное присутствие в смеси стабилизирующих волокнистых добавок. Процесс приготовления и укладки ЩМА технологичен и не требует специального оборудования за исключением агрегата подачи и дозирования добавки.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон впервые был разработан в середине 1960-х годов в Германии и получил название «Splittmastixasphalt» (SMA), соответственно в английской транскрипции - «Stone Mastic Asphalt» и в американской – «Stone Matrix Asphalt». Он появился как следствие борьбы дорожных служб с интенсивным разруше-

нием дорожного полотна и колееобразованием на дорогах в связи с ростом автомобильного движения.

В настоящей работе разрабатывались составы ЦМА с использованием отходов промышленности Красноярского края. В качестве минерального порошка применялся нефелиновый шлам Ачинского глиноземного комбината «РУСАЛа». Проводились исследования нефелинового шлама в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52129-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей». Свойства этих порошков в сравнении с требованиями ГОСТ для минеральных порошков марки МП-2 (порошки из некарбонатных горных пород, твердых и порошковых отходов промышленного производства) приводятся в табл. 1.

Таблица 1- Свойства нефелинового шлама

Свойства	Показатели	Требования ГОСТ
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,62	-
Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	1,93	-
Пористость, %	27	Не более 40
Показатель битумоемкости, г	20,67	Не более 80
Содержание водорастворимых соединений, %	6	Не более 6
Влажность, %	2,1	Не более 2,5

В табл. 2 приводится зерновой состав нефелинового шлама.

Таблица 2 - Зерновой состав нефелинового шлама

Размеры сит, мм	Частные остатки, г	Полные остатки, %	Прошло через сито, %	Требование ГОСТа
1,25	-	0	100	Не менее 100%
0,63	-	0	100	
0,315	3,73	3,73	96,27	Не менее 90%
0,16	8,26	11,99	88,01	
0,071	10,45	22,44	77,56	От 70 до 80%
0	77,56	100,00	0	

Как видно из таблиц 1 и 2, по всем показателям нефелиновый шлам отвечает требованиям ГОСТ Р 52129-2003

В качестве стабилизирующей добавки применялись отходы кордного волокна с включениями резиновой крошки, полученные после переработки старых автомобильных шин на ОАО «Искускожрегенератор» в г. Черногорске.

В качестве крупного заполнителя применялся щебень Березовского карьера г. Красноярска. Свойства щебня приводятся в табл. 3, а зерновой состав щебня в табл.4.

В качестве мелкого заполнителя в ЦМАС применялся дробленый песок Березовского карьера г. Красноярска. Свойства песков приводятся в табл. 5, а зерновой состав песков в табл. 6.

Таблица 3 – Физико- механические свойства щебня

Свойства	Показатели
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	1,43
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,66
Пустотность, %	46,2
Дробимость, %	5,32
Марка по прочности	1000
Содержание зерен лещадной и пластинчатой формы, %	9,5

Таблица 4 - Зерновой состав щебня

Размеры сит, мм	Частные остатки, г	Частные остатки, %	Полный остаток, %	Прошло через сито, %
15	2073,89	41,48	41,48	58,52
10	2620,70	52,41	93,89	6,11
5	274,80	5,50	99,39	0,61
2,5	13,48	0,27	99,66	0,34
1,25	11,12	0,22	99,88	0,12
0	6,01	0,12	100	0

Таблица 5 - Свойства дробленого песка

Свойства	Показатели
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	1,33
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,64
Пустотность, %	49,62
Влажность, %	1,27

Таблица 6 - Зерновые составы дробленого песка

Размеры сит, мм	Частные остатки, г	Частные остатки, %	Полные остатки, %	Прошло через сито, %
2,5	226,49	22,65	22,65	77,35
1,25	277,49	27,75	50,4	49,6
0,63	207,93	20,79	71,19	28,81
0,315	143,60	14,36	85,55	14,45
0,16	133,36	13,34	98,89	1,11
0	11,13	1,11	100	0

В качестве вяжущего применялся битум марки БНД 90/130 Ачинского НПЗ. Свойства битума в сравнении с требованиями ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия» приводятся в табл.7.

Таблица 7 - Физико-механические свойства битума

Показатели	Свойства	Требования ГОСТ
------------	----------	-----------------

Температура размягчения по методу «Кольцо и шар», °С	46	43-47
Глубина проникания иглы, °П, при 25°С	95	91-130
Растяжимость при 25°С, см	70	65-70
Температура хрупкости по Фраасу, °С	-21	не выше -17

Как видно из табл. 7, по всем показателям битум отвечает требованиям ГОСТ. Расчет минеральной части щебеночно-мастичного асфальтобетона для ЩМАС-20 проводили в соответствии с рекомендациями ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия». После проведения расчета был получен состав ЩМАС, приведенный в табл. 8.

Таблица 8-Состав ЩМАС

Материал	Содержание в смеси, %	Размер отверстий сит, мм									
		20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,31 5	0,16	0,07 1
		Процентное содержание частиц мельче, мм									
Щебень фракции 5-20 мм	75	75	43,89	4,58	0,46	-	-	-	-	-	-
Песок	14	14	14	14	14	10,83	6,94	4,03	2,02	0,16	-
Нефелиновый шлам	11	11	11	11	11	11	11	11	10,06	9,68	8,53
Сумма	100	100	68,89	29,58	25,46	21,83	17,94	15,03	12,62	9,84	8,53
Требования ГОСТ		90-100	50-70	25-42	20-30	15-25	13-24	11-21	9-19	8-15	8-13

Затем из рассчитанного состава готовили ЩМАС. Количество битума и стабилизирующей добавки подбирали опытным путем. Смесь готовили при температуре 140-160° С, из полученной смеси формовали образцы-цилиндры, у которых высота равнялась диаметру и равнялась 71,4 мм. Изготовленные образцы испытывались на соответствие требованиям ГОСТ 31015-2002. Испытания показали, что разработанные составы ЩМАС отвечают требованиям ГОСТ и могут быть рекомендованы для внедрения на дорогах Красноярского края.