

# ПРОДУКТ ПЕРЕРАБОТКИ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК КОМПОНЕНТ РЕМОНТНЫХ СМЕСЕЙ

## PRODUCT OF ROOFING MATERIALS RECYCLING AS A COMPONENT OF MIXTURES FOR REPAIR

*В. Г. Соловьев, старший научный сотрудник республиканского дочернего унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», г. Минск, Беларусь*

*С. Е. Кравченко, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь*

*Н. В. Радьков, начальник управления республиканского дочернего унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», г. Минск, Беларусь*

*М. Г. Жуковин, начальник лаборатории республиканского дочернего унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», г. Минск, Беларусь*

*В статье рассмотрена возможность и целесообразность введения вторичного органоминерального порошка, полученного при переработке кровельных материалов, в состав ремонтных складуемых органоминеральных смесей (СОМС). Приведены результаты лабораторных испытаний разработанных ремонтных составов.*

*The article describes possibility and suitability of introduction of organic-mineral secondary powder obtained during recycling of roofing materials into storage organomineral mixtures for repair (SOMM). Results of the laboratory analysis of repair mixtures designed are given.*

### ВВЕДЕНИЕ

Важным направлением обеспечения безопасности дорожного движения является ликвидация аварийной ямочности в холодный период времени. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, при своевременном и правильном проведении этих работ развитие поврежденный покрытий существенно замедляется.

Одним из вариантов ремонта при содержании дорожных покрытий автомобильных дорог предусматривается применение складуемых органоминеральных смесей холодной укладки. Эти смеси в последние несколько лет заняли практически основное место среди ремонтных материалов, применяемых в осенне-зимний период для ликвидации аварийной ямочности. Основное их преимущество – отсутствие необходимости разогрева до высокой температуры (в сравнении с горячими литыми асфальтобетонными смесями) и применения специальной техники для транспортировки ремонтного материала. Также СОМС не требуется извлекать из отремонтированного места при устройстве защитных слоев.

Основными материалами для приготовления СОМС являются: гранитный щебень, песок из отсевов дробления горных пород, нефтяной битум, нефтяной пластификатор и поверхностно-активные вещества, полимеры и другие реагенты, регулирующие их физико-механические свойства (деформативность, сдвигоустойчивость, водостойкость).

Необходимо отметить, что применение в составе этих смесей нефтяного пластификатора, поверхностно-активных веществ, полимеров существенно влияет на их стоимость.

Анализ существующего опыта применения органоминеральных материалов холодной укладки показывает, что исследователями многих стран ведется постоянная работа по совершенствованию способов производства и разработке новых составов ремонтных материалов с улучшенными технологическими и эксплуатационными свойствами за счет применения других материалов. В связи с этим заслуживает внимания технология приготовления СОМС с использованием в своем составе дополнительного компонента – порошка органоминерального, представляющего собой вторичный про-



дукт переработки кровельных материалов, что в результате позволит снизить стоимость ремонтного состава.

**РАЗРАБОТКА РЕМОНТНЫХ СОСТАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА – ПРОДУКТА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Применение органо-минерального порошка с целью обеспечения ресурсосбережения, повышения долговечности материалов, улучшения экологической обстановки является важным решением в дорожном строительстве.

Вторичный органо-минеральный порошок (рис. 1) представляет собой продукт, полученный при переработке отходов битумных кровельных материалов (ОБКМ), которые образуются в результате демонтажа при капитальном ремонте рубероидных, мастичных и других кровельных материалов или сносе старых зданий.

Вторичный органо-минеральный порошок в своем составе содержит нефтяной битум (содержание битума – от 70 % до 80 % по массе), а также минеральные и волокнистые наполнители в виде картона, стеклоткани, стеклохолста, содержание которых достигает 30 %. Минеральные и волокнистые наполнители сложным образом взаимодействуют с битумом, содержащимся в кровельных отходах, и выполняют роль армирующих добавок в составе ремонтного материала.

В битуме как в основном компоненте кровельного материала на протяжении длительного времени протекают постоянные окислительные процессы, что в результате приводит к изменению его группового химического состава и качественных характеристик и проявляется в увеличении количества асфальтенов, смол и уменьшении содержания ароматических углеводородов. Для установления группового химического состава битума, полученного

из вторичного органо-минерального порошка, использовали метод тонкослойной хроматографии с применением аналитической системы «Iatroscan MK-6s». Для исследований пробу битума получали методом экстрагирования. Усредненные результаты группового химического состава битумов, экстрагированных из вторичного органо-минерального порошка, приведены в таблице 1.

Из приведенных данных видно, что в составленном битуме наблюдается пониженное содержание масел и повышенное количество смол и асфальтенов, что нашло подтверждение в научных исследованиях [1–3]. Следовательно, введение вторичного органо-минерального порошка в состав ремонтного материала позволит придать ему дополнительную прочность и теплоустойчивость.

Отличительной особенностью приготовления СОМС по данной технологии в сравнении с традиционной является дополнительное введение в минеральную часть ремонтного состава вторичного органо-минерального порошка, обработанного тонкодисперсным материалом – минеральным порошком по ГОСТ 16557 [4] или отсевом из материалов дробления гранитных горных пород по ТУ ВУ 200161167.003 [5], для снижения его слеживаемости и смерзаемости. Компоненты, входящие в состав вторичного органо-минерального порошка, обеспечивают прочное взаимодействие с минеральной частью ремонтного материала, ускоряют процесс формирования структуры ремонтного материала и позволяют снизить количество введения комплексного органического вяжущего (смесь рационально подобранных компонентов, таких как органическое вяжущее (битум), разжижитель (пластификатор) и поверхностно-активное вещество).

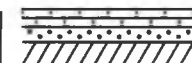
Материал из полученной смеси в меньшей степени накапливает остаточные деформации при положительных температурах и имеет повышенную деформативную устойчивость



Рисунок 1 – Вторичный органо-минеральный порошок

Таблица 1 – Результаты испытаний группового химического состава по методу SARA («Iatroscan MK-6s»)

Наименование показателя, подвергаемого испытаниям	Фактическое среднее значение
насыщенные углеводороды	5,5
ароматические углеводороды	15,34
масла = насыщенные углеводороды + ароматические углеводороды	20,84
смолы	50,38
асфальтены	28,78



при отрицательных температурах. Для достижения качественных характеристик ремонтного материала вторичный органо-минеральный порошок вводится в технологический процесс в холодном состоянии до подачи вяжущего, осуществляется перемешивание с горячими минеральными компонентами, а затем на второй стадии вводится заранее приготовленное комплексное органическое вяжущее и осуществляется дополнительное перемешивание. На производстве дозировка вторичного органо-минерального порошка осуществляется по линии подачи стабилизирующей добавки или другим способом, в зависимости от технических возможностей. При этом необходимо учитывать дозировку комплексного органического вяжущего. Она должна быть уменьшена на величину количества битума, находящегося в составе вторичного органо-минерального порошка для соблюдения расчетного соотношения компонентов, установленного при подборе. Соотношение комплексного органического вяжущего и вторичного органо-минерального порошка принимается с таким расчетом, чтобы содержание остаточного органического вяжущего в составе готовой смеси было в пределах от 4,5 % до 6,5 % согласно СТБ 2175 [6]. На основании лабораторных исследований определено оптимальное количество введения вторичного органо-минерального порошка в состав смеси в количестве 1,5 %.

Для оценки физико-механических характеристик ремонтного материала с применением вторичного органо-минерального порошка и без его использования в лаборатории органических вяжущих государственного предприятия «БелдорНИИ» подобраны и изготовлены смеси органо-минеральные складированные ремонтные (СОМС-10) в соответствии с требованиями СТБ 2175 [6].

Процесс приготовления СОМС включает 2 этапа (1 этап – приготовление комплексного органического вяжущего, 2 этап – приготовление ремонтного материала).

Для подбора состава ремонтной смеси использовали следующие материалы:

- щебень из плотных горных пород по ГОСТ 8267 [7] фракций 5–10 мм;
- отсев из материалов дробления горных пород по ТУ ВУ 200161167.003 [5];
- битум дорожный марки 70/100 по СТБ 12591 [8] производства ОАО «Нафтан»;
- пластификатор битумов (дизельное топливо по ТУ 38.401-58-296 [9]);
- поверхностно-активное вещество «Азол 1005» марки В по ТУ 2490-075-00205423 [10];

- порошок органо-минеральный вторичный по ТУ ВУ 100984075.003 [11].

Составы органо-минеральных смесей представлены в таблице 2.

Состав комплексного органического вяжущего для органо-минеральных смесей представлен в таблице 3.

Комплексное органическое вяжущее для смесей приготавливалось в лабораторной мешалке. Температура битума нефтяного дорожного марки 70/100 перед смешением не превышала 120 °С, поверхностно-активное вещество «Азол 1005» марки В перед смешением подогревали до температуры 40 °С ± 2 °С для достижения однородной консистенции и текучего состояния. Перемешивание производилось до получения визуально однородной консистенции вяжущего. Физико-механические показатели изготовлен-

Таблица 2 – Варианты составов смесей органо-минеральных складированных ремонтных СОМС-10

Компоненты смеси	Содержание компонентов, %	
	Состав № 1	Состав № 2
<b>Минеральная часть:</b>		
Щебень гранитный фр. 5–10 мм	83,0	83,0
Отсев из материалов дробления горных пород	17,0	17,0
<b>Сверх массы минеральной части:</b>		
Порошок органо-минеральный вторичный (содержание битума 70 %) *	1,5	–
Комплексное органическое вяжущее	4,25	5,30
	4,40	5,45
	4,55	5,60

\* Точность дозирования ± 2 %.

Таблица 3 – Вариант состава комплексного органического вяжущего (КОВ)

Компоненты	Содержание компонента, % по массе
	КОВ
Битум дорожный марки 70/100	76,0
ПАВ «Азол 1005» марки В	4,0
Пластификатор (дизельное топливо)	20,0

Примечание – Допустимые отклонения, %, при дозировании компонентов должны соответствовать требованиям СТБ 1033 [12].



ного состава комплексного органического вяжущего приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Физико-механические показатели изготовленного состава комплексного органического вяжущего (КОВ)

Наименование показателя	Среднее фактическое значение
Условная вязкость* по вискозиметру с отверстием 5 мм при 60 °С, с	45
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	0,967

\* По ГОСТ 11503 [13].

Смеси изготавливались путем перемешивания комплексного органического вяжущего и минеральной части при температуре, не превышающей (105±5) °С для составов без использования вторичного органо-минерального порошка. Для смесей с его использованием температурный режим не превышал (125±5) °С. Перемешивание осуществлялось в лабораторной мешалке до получения визуально однородной смеси с полностью покрытыми вяжущими частицами минерального материала.

Испытания образцов СОМС по определению физико-механических показателей производились согласно [14] и [6]. Результаты испытаний приведены в таблице 5.

Из данных таблицы видно, что органо-минеральные смеси, приготовленные как с примене-

нием вторичного органо-минерального порошка, так и без его использования в составе смеси, соответствуют требованиям СТБ 2175 [6]. Дополнительное введение вторичного органо-минерального порошка в минеральную часть незначительно отражается на показателе слеживаемости в сторону его увеличения, при этом увеличивается коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении в агрессивной среде, а также прочностные показатели при сжатии при температуре 0 °С в среднем на 30 % за счет наличия минеральных и органических включений, а также за счет наличия битума с повышенным содержанием асфальтенов и смол. Увеличение содержания вяжущего в органо-минеральной смеси приводит к увеличению показателя слеживаемости.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных результатов подтверждает, что комбинированное действие комплексного органического вяжущего и битума, входящего в состав вторичного органо-минерального порошка положительно влияет на физико-механические свойства смеси. Ремонтный материал с применением вторичного органо-минерального порошка позволяет снизить стоимость приготовления смеси в среднем на 25 % и достичь высоких физико-механических свойств, в связи с этим рекомендуется для опытно-промышленного применения. При подборе состава органических вяжущих необходимо учитывать физико-механические и химические свойства исходных материалов.

Таблица 5 – Физико-механические свойства складированных органо-минеральных смесей

Номер состава	Количество вяжущего сверх массы минеральной части	Физико-механические свойства				
		Водонасыщение, % по объему	Набухание, % по объему	Предел прочности при сжатии при температуре 0 °С, МПа	Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении в агрессивной среде	Слеживаемость, число ударов
Состав № 1	4,25	8,2	0	1,87	0,74	9
	4,40	7,8	0	1,59	0,78	11
	4,55	7,5	0	1,75	0,80	12
Состав № 2	5,30	8,7	0	1,42	0,67	8
	5,45	8,5	0	1,30	0,70	9
	5,60	8,1	0	1,25	0,72	10
Требования СТБ 2175 [6]		Не более 9,0	Не более 1,0	Не менее 0,8	Не менее 0,65	Не более 15

Примечание – Показатель «предел прочности при сжатии» определяли по стандартным образцам после выдерживания их на воздухе при температуре 20 °С не менее 2 сут, а затем прогревали при температуре (60±2) °С в течение 2 ч, после чего образцы остывали до температуры окружающего воздуха, термостатировались при 0 °С и испытывались.



Упакованные смеси могут длительно храниться, с их использованием можно в короткие сроки выполнять работы по ремонту покрытий в зимний период в сухую погоду при температуре не ниже минус 20 °С. Их применение ре-

комендуется в период оперативной ликвидации ямочности на асфальтобетонных покрытиях в целях повышения безопасности дорожного движения и предотвращения разрушения покрытий. □

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Печеный, Б. Г., Ахметова, Л. А. Исследование механизма старения битумов в эксплуатационных условиях // Труды БашНИИ НП : сб. – Уфа, 1976. – № 15. – С. 90–100.
2. Скрипкин, А. Д., Колесник, Д. А. Исследование и оценка компонентного состава битума в процессе его изотермического прогрева в тонких пленках // Автомобильные дороги и мосты. – 2007. – № 1. – С. 50–52.
3. Асадулина, З. У., Яковлев, В. В. Битум из отходов. Восстановление качественных характеристик битумного вяжущего из отходов ремонта мягких кровель для вторичного использования в дорожном строительстве // Автомобильные дороги. – 2013. – № 1. – С. 71–74.
4. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органо-минеральных смесей. Технические условия : ГОСТ 16557-2005.
5. Отсев из материалов дробления горных пород : ТУ ВУ 200161167.003-2010.
6. Смеси органо-минеральные складированные ремонтные. Технические условия : СТБ 2175-2011.
7. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия : ГОСТ 8267-93.
8. Битумы дорожные. Технические требования и методы испытаний : СТБ 12591-2010.
9. Топливо дизельное автомобильное. Технические условия : ТУ 38.401-58-296-2005 (EN 590).
10. Реагент «Азол 1005». Технические условия : ТУ 2490-075-00205423-2007.
11. Порошки органо-минеральные вторичные. Технические условия : ТУ ВУ 100984075.003-2008.
12. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия : СТБ 1033-2004.
13. Битумы нефтяные. Метод определения условной вязкости : ГОСТ 11503-74.
14. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытаний : СТБ 1115-2004.

Статья поступила в редакцию 03.12.13.

