



РЕЦИКЛИНГ БИТУМОСОДЕРЖАЩИХ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изготовление оборудования переработки (утилизации) БСКО, ВИР-технология

Юридический адрес: 243423, Брянская обл., Почепский р-н, с.Тубольцы, ул.Лесная д.2

Тел: +7 977 326 3788, Электронная почта: 7301568@mail.ru, <https://вир-технология.рус>

ООО "РБKM" ИНН 3250068448 ОГРН 1063250033990 ОКПО 95279909

Исх. № 7/24 от 25.07.2026г.

На эл. вх.

Битумно-минеральная добавка в асфальтобетонную смесь из отходов ремонта мягких кровель

В России ежегодно образуется около 130 млн. м³ твердых отходов. Из этого количества промышленной переработке подвергается не более 3 %, остальное вывозится на свалки и полигоны для захоронения.

Известно, что в процессе старения битума происходит изменение его качественных характеристик.

- температура активирует процесс окисления по всей толщине битумной пленки вследствие увеличения интенсивности броуновского движения в битуме;
- солнечное (ультрафиолетовое) облучение также стимулирует процесс окисления, при этом окислительное воздействие не распространяется глубоко из-за возникновения плотной окисной пленки на поверхности, которая препятствует диффузии кислорода в массу битума;
- вода, попадая на битум, диффундирует и аккумулируется в нем. Она способна растворять и вымывать из него водорастворимые соединения, смывая образующуюся окисную пленку, облегчая доступ кислорода в массу битума, тем самым ускоряя дальнейший процесс старения.

В процессе старения битумов, когда имеет место низкомолекулярное окисление, наблюдается интенсивное обогащение битума кислородом. При этом количество свободных радикалов уменьшается. По-видимому, при старении снижение интенсивности спектра является следствием рекомбинации свободных радикалов, протекающей в битуме, в том числе с участием кислорода, приводя к повышению концентрации кислородных соединений в битумах.

Наряду с ростом истинной плотности, происходит уменьшение кажущейся плотности, что связано с образованием пор в массе битума [5]. Появление пор может быть вызвано двумя причинами, во-первых, улетучиванием и испарением более легких продуктов деструкции, образующихся при окислении битума в процессе старения (уменьшение содержания групп – CH_3). Уходя из массы битума, продукты деструкции оставляют в нем каналы микропор. Во-вторых, увеличение пористости можно объяснить вымыванием из битума водорастворимых соединений, которые постоянно образуются в процессе старения. Образование микропор облегчает доступ кислорода и воды в массу битума, увеличивая поверхность окисления и интенсифицируя вымывание водорастворимых соединений из битума. Эти явления приводят к расширению и разветвлению пор, к уменьшению механической прочности битума и ускорению процесса его старения.

Из этого следует, что в процессе старения битумов происходит совокупность физических и химических изменений, приводящих к изменению его коллоидной структуры и, как следствие, реологических свойств.

Одним из способов восстановления изначальных характеристик битума, состарившегося в составе кровельного материала в течение длительного срока эксплуатации, является восстановление его коллоидной структуры.

В центральной лаборатории АО «Башкиравтодор» были проведены исследования битумно-минеральной добавки из отходов ремонта мягких кровель. Испытания проводились в Главном испытательном центре ГосдорНИИ, аккредитованном на техническую компетентность и независимость в Системе сертификации УкрСЕПРО – "Сертификат на систему управления качеством (коды ДКПП 73.10.13, 74.20.60, 74.30.12, 74.30.13, 74.30.16)", зарегистрированном в Реестре сертификации УкрСЕПРО № UA 2.035.02970-08 от 17 июня 2008 г.; аттестованном на право проведения измерений в сфере и вне сферы распространения государственного метрологического надзора – "Свидетельство об аттестации" выдано ДП "Укрметртестстандарт" за № ПТ-132/09 от 05.05.2009 г

Для определения физико-химических показателей битума битумный порошок, полученный из переработки кровельных отходов, был расплавлен при температуре 180°C и после выдержки при данной температуре расплав был отфильтрован. Полученный «чистый» битум был исследован

Таким образом, битумно-минеральная добавка, состав и качественные характеристики которой приведены в таблицах 1-3 .

Таблица 1- Зерновой состав

Нормативный документ на методику испытаний ГОСТ 8735-88 (п.3)	прошло через сито с отверстиями, % по массе										
	40	20	15	10	5	2	1	0,5	0,25	0,1	<0,1
Проба №1	-										
Проба №2	-	-	100	97,6	64,7	43,1	25,5	9,1	2,3	0,4	0,0
Проба №3	-	-	100	35,4	7,0	2,5	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0

Таблица 2- Контролируемые показатели качества

Наименование показателя	Методика испытаний по ГОСТ	Результат испытания		
		№1	№2	№3
Плотность насыпная, кг/м ³	8735-88 п.9.1	245	340	384
Влажность, %	ГОСТ 8735 п.10	1,1	0,0	0,4

Таблица 3- Физико-химические показатели битума

Наименование показателя		Методика испытаний по ГОСТ	Результаты испытания
Глубина проникания иглы, 0,1мм	при 25 ⁰ С	33136	12
	при 0 ⁰ С		-
Температура размягчения по кольцу и шару, ⁰ С		33142	85
Растяжимость, см	при 25 ⁰ С	33138	0,80
	при 0 ⁰ С		-
Температура хрупкости, ⁰ С		33143	-3
Изменение температуры размягчения после прогрева, ⁰ С		33140 33142	-
Изменение массы образца после старения, %		33140	0,17
Индекс пенетрации		33134	1,91

Для использования вторичного битума в дорожном строительстве разработана технологическая схема (рисунок 1) позволяет получать асфальтобетонные смеси практически со 100% утилизацией кровельных отходов и без ущерба для экологии.

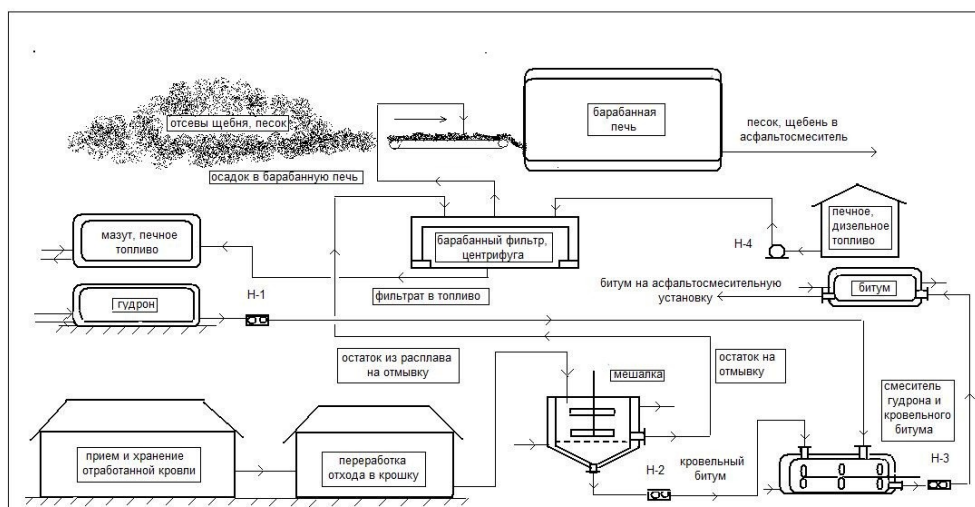


Рисунок 1 – Технологическая схема переработки отходов битумосодержащих кровельных материалов на асфальтобетонном заводе

Сущность технологии заключается в том, что переработка производится в три основных этапа: механическая переработка отходов кровли, смешение с минеральной частью смеси и смешение с битумом.

При совмещении переработки битумосодержащих отходов и приготовления асфальтобетонных смесей в одном предприятии можно избежать операции очистки битумного порошка от примесей. При этом нужно лишь учитывать их присутствие при проектировании асфальтобетонной смеси.

Например, при определении количества примесей в битумном порошке было обнаружено, что в исследуемой партии порошка содержится примерно 15% примесей, которые состоят из минеральной части (песка) и волокон раздробленной картонной основы (целлюлозы). Принимаем, в первом приближении, что соотношение песок: целлюлоза равняется 1:1, т.е. в битумном порошке содержится по 7,5 % минерального и органического компонента примесей.

Если мы на основе этого битумного порошка будем готовить асфальтобетонную смесь, то удалять данные примеси не нужно, так как в смесь все равно добавляется минеральный порошок и нужно лишь учитывать это при расчете количества минерального порошка в составе смеси. Целлюлозные волокна также не будут ухудшать свойства бетона, а наоборот, будут стабилизировать, за счет дисперсного армирования, консистенцию смеси и предотвращать или уменьшать ее расслаивание.

Разбавление расплавленного битумного порошка также должно производиться с учетом наличия примесей. В частности, если в битумном вяжущем соотношение битум: гудрон должно быть 1:1, то на одну часть битумного порошка необходимо добавить 0,85 частей гудрона. Таким же образом необходимо рассчитать количество вводимого в асфальтобетонную смесь минерального порошка, уменьшив его на величину, содержащуюся в битумном вяжущем.

Были изготовлены семь серий образцов мелкозернистого асфальтобетона типа Б марки III. Минеральная часть асфальтобетонных смесей была одинакова. Для первой серии (контрольной) использовался битум БНД90/130 по ГОСТ22245. Для второй серии (опытной) битумное вяжущее было приготовлено из битумного порошка, полученного из отходов рулонных кровельных ковров. Составы смесей приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Составы асфальтобетонных смесей

№	Материал Содержание	Щебень фр.5- 20мм	Песок из отсева дроблени я 0-5 мм	Минераль ный порошок	БНД 90/130	Битумно- минераль ная добавка	Всего
1	сверх 100	43	52	5	5,6	0	105,6
	в 100%	40,7	49,2	4,7	5,3	0	99,9
	на замес	2035	2460	235	265	0	4995
2	сверх 100	43	52	5	1,96	5,88	107,84
	в 100%	39,9	48,2	4,6	1,8	5,5	100
	на замес	1995	2410	230	90	275	5000
3	сверх 100	43	52	5	2,8	4,67	107,47
	в 100%	40	48,4	4,7	2,6	4,3	100
	на замес	2000	2420	235	130	215	5000
4	сверх 100	43	52	5	3,64	3,27	106,91
	в 100%	40,2	48,6	4,7	3,4	3,1	100
	на замес	2010	2430	235	170	155	5000
5	сверх 100	43	52	5	4,2	2,33	106,53
	в 100%	40,4	48,8	4,7	3,9	2,2	100
	на замес	2020	2440	235	195	110	5000
6	сверх 100	43	52	5	4,76	1,4	106,16
	в 100%	40,5	49	4,7	4,5	1,3	100
	на замес	2025	2450	235	225	65	5000
7	сверх 100	43	52	5	5,04	0,93	105,97
	в 100%	40,6	49,1	4,7	4,8	0,9	100,1
	на замес	2030	2455	235	240	45	5005

Приготовление асфальтобетонной смеси с битумным порошком осуществлялось следующими технологическими схемами:

Процесс соединения битума с минеральным наполнителем при повышенных температурах (140-160°C) является одним из основных. Перемешивание минерального наполнителя с битумом будет

протекать тем быстрее и эффективнее, чем ниже вязкость и поверхностное натяжение битума, чем выше сродство взаимодействующих поверхностей по полярности, чем меньше шероховатость пористого материала. Снижение вязкости и поверхностного натяжения битума всегда происходит при повышении его температуры, но это вызывает ускоренное окисление, которое особенно усугубляется в связи с пребыванием битума при перемешивании с каменным материалом в пленочном состоянии (толщиной ~ 30 мкм), и в конечном итоге получение композиций с низкой коррозионной стойкостью и трещиностойкостью.

Назначение температуры перемешивания должно быть компромиссным, т.е. необходимо учитывать противоположное влияние каждого фактора. Важно выбрать такие температуры, которые были бы чувствительными к комплексному воздействию этих факторов, влияющих на перемешиваемость битумоминеральных смесей и их качество, но в то же время достаточно объективно характеризовали пригодность минеральной смеси.

Удовлетворяющими этим требованиям, по нашему мнению, могут быть непосредственные показатели трещино-, тепло-, и водостойкости асфальтобетона. Было бы легко установить оптимальную температуру перемешивания битума и минерального наполнителя, если бы зависимость какого-либо показателя битумоминеральной композиции от температуры перемешивания была бы экстремальной.

Испытания асфальтобетонных образцов проведены в соответствии с ГОСТ . Результаты испытаний асфальтобетона с добавлением битумно-минеральной добавки представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Свойства асфальтобетона тип Б, м. III на различном вяжущем

№	Средняя плотность асфальтобетона, г/см3	Водонасыщение, % по объему	Предел прочности при сжатии, Мпа					Водостойкость
			R50	R20			R0	
				Сухой	Насыщенный	Длительное		
1	2,45	1,8	2,80	6,10	5,70			0,93
2	2,41	3,0	3,50	9,50	8,30			0,87
3	2,43	2,4	3,40	7,70	7,30			0,95
4	2,44	2,4	3,70	7,00	6,70			0,96
5	2,46	2,6	4,40	8,10	7,00			0,86
6	2,48	1,9	3,80	7,30	7,30			1,00
7	2,47	1,7	3,10	7,30	6,70			0,92

Разработана технологическая схема переработки отходов битумосодержащих кровельных материалов на асфальтобетонном заводе . Были получены составы асфальтобетонных смесей на основе битумного вяжущего из отходов ремонта кровель, пластифицированного прямогонным гудроном. Из анализа полученных данных при испытании асфальтобетона на вяжущем, полученном из битумосодержащих отходов, следует, что асфальтобетон удовлетворяет требованиям стандарта для асфальтобетона по показателям водонасыщения, прочности при 20°С и при 50°С, а также коэффициенту водостойкости.

З.У. Асадуллина (доцент., д.т.н.), Д.К. Мацера ООО "РБKM",
Т.Хасанов (начальник центральной лаборатории АО «Башкиравтодор»),
А.Е. Паранин (инженер ООО «Башнининефть», А.Н. Соболев (инженер ООО «Башнининефть»))