

Н. В. Радьков, заведующий лабораторией органических вяжущих и ПАВ РУП «БелдорНИИ»;  
Я. Н. Ковалев, профессор БНТУ

### ПОЛУЧЕНИЕ СКЛАДИРУЕМЫХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА АКТИВИРОВАННЫХ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЯХ

Existing methods of production of cold asphalt mixes, where liquid or cut-back oil bitumen's are used as binder, require long period for curing of repaired defects and availability of specialized plant and equipment for production of such asphalt mixes.

Key characteristics of stock-piled bituminous mixes are their good adhesion to existing asphalt pavement, improved water resistance and durability.

Method of production of stock-piled bituminous mixes is proposed. It is based on activation techniques for road construction materials and allows to increase durability of repaired defects.

Использование складированных асфальтобетонных смесей для покрытий автомобильных дорог, полов промышленных зданий и сооружений позволяет улучшить экологическую обстановку, поскольку они укладываются и уплотняются в холодном состоянии. Кроме того, применение этих смесей позволяет значительно продлить строительный сезон, повысить годовую производительность АБЗ.

Складированные асфальтобетонные смеси, в отличие от горячих и теплых, обладают рядом технологических преимуществ, основным из которых является возможность их длительного хранения в штабелях и транспортирования на значительные расстояния. Холодный асфальтобетон не получил широкого распространения из-за недостаточной прочности, водо- и морозостойкости, особенно на первых этапах его формирования. Это обусловлено тем, что для его приготовления используют маловязкие вяжущие, в частности жидкие битумы, которые характеризуются пониженными когезионными и адгезионными свойствами по сравнению с вязкими битумами.

Целью работы являлось получение складированных асфальтобетонных смесей на вязких битумах, укладываемых и уплотняемых в холодном состоянии, с повышенной прочностью и долговечностью. Один из способов получения таких смесей, как было показано нами ранее, — это применение органических вяжущих с повышенными тексотропными свойствами. Однако высокая стоимость полимерной добавки — дивинилстирольного термоэластопласта марки ДСТ-30 существенно ограничивает область применения складированных смесей с использованием комплексных органических вяжущих. Дефицитными и дорогими являются и другие полимерные добавки, что обуславливает необходимость выявления вязких битумов с повышенными тексотропными свойствами. Наиболее приемлемой в Республике Беларусь, на наш взгляд, является технология получения складированных асфальтобетонных смесей с применением битумных катионных эмульсий.

Такие смеси принято называть органо-минеральными смесями.

Нами был рассмотрен один из аспектов активационной технологии применительно к получению органо-минеральных смесей (ОМС). В частности, исследовано изменение слеживаемости ОМС при использовании воды (как одного из компонентов битумной эмульсии — БЭ), активированной постоянным электрическим током.

Основываясь на принципах активационно-технологической механики битумно-минеральных материалов [1], мы исследовали изменение свойств воды (как компонента БЭ) при воздействии на нее постоянного электрического тока. Изменение свойств воды определяли по значениям pH возле электродов. Использовалась водопроводная вода, а постоянный ток получали путем выпрямления сетевого переменного тока до напряжения 90 В. Время активации составляло 40 мин. Результаты измерений представлены в табл. 1.

Таблица 1  
Результаты активации воды

Время активации, мин	Значение pH	
	у положительного электрода	у отрицательного электрода
1	2,0	3,0
5	5,0	8,5
10	4,5	9,2
15	3,7	10,0
20	3,5	10,3
25	3,0	10,5
30	2,8	10,6
35	2,4	10,8
40	2,1	11,1

Для получения катионной БЭ использовали воду, образовавшуюся у положительного электрода («аналитную воду») с pH = 2,1. Эмульсию готовили в лабораторной коллоидной мельнице. Физико-механические свойства битумных эмульсий, полученных на обычной и активированной воде, оценивали по СТБ 1245-2000 [2]. Результаты испытаний битумных эмульсий приведены в табл. 2.

Таблица 2  
Результаты испытаний битумных эмульсий

Устойчивость при хранении по остатку на сите 0,03, %	Эмульсия, полученная по традиционной технологии	Эмульсия, полученная на активированной воде
1 сут	0,09	0,06
3 сут	0,12	0,09
5 сут	0,21	0,10
10 сут	0,24	0,12
20 сут	0,60	0,16
30 сут	0,80	0,18

Эмульсионно-минеральную смесь с использованием традиционной и активированной эмульсии испытывали на слеживаемость (по стандартной методике), адгезию при кипячении в обычной воде и с добавлением в нее 20% калийной соли (KCl). Результаты исследований приведены в табл. 3.

Таблица 3  
Результаты испытаний эмульсионно-минеральных смесей

Показатель	Обычная вода	Активированная вода	
Слеживаемость (число ударов) через:			
	10 сут	28	18
	15 сут	38	21
	20 сут	46	32
Устойчивость при кипячении (через 1 ч):			
	в простой воде	наблюдается оголение углов щебня (от битумной пленки)	щебень покрыт битумной пленкой полностью
в соленой воде	оголение до 50 % щебня	наблюдается оголение лишь крупных щебенков	

Проведенные исследования показали, что у ОМС, полученных с применением активированной БЭ, уменьшается слеживаемость и повышается адгезия битумной пленки к минеральному материалу. Кроме того, изменяя pH воды, можно уменьшить количество соляной кислоты, необходимой для приготовления битумных эмульсий.

Кроме того, нами была разработана промышленная технология производства складированных органо-минеральных смесей, позволяющая практически круглогодично иметь в наличии такие смеси (в том числе и для выполнения ямочного ремонта), в которой применяются местные песчано-гравийные смеси (при необходимости добавляется щебень из гранита), а также специальная битумная катионная эмульсия и адгезионная добавка, модифицирующая межфазную границу минеральный материал – органическое вяжущее (после – распад эмульсии). Минеральная часть ОМС подбирается в соответствии с РД 0219.1.09-99 [3].

Наличие эмульгатора в эмульсии повышает адгезионные свойства восстановленного битума, однако для того чтобы обеспечить равномерное покрытие щебня вяжущим, необходимо введение дополнительных веществ, модифицирующих поверхность минерального материала и способствующих активной адгезии битума.

Поскольку производные аминов являются хорошо сбалансированными ПАВ, они растворяются как в водной, так и в масляной средах. При приготовлении складированных ОМС нами предлагается использовать адгезионную добавку для модификации поверхности раздела в виде ее раствора в нефтяных углеводородах. Их использование улучшает условия приготовления и степень обволакиваемости битумом зерен минерального материала, снижает слеживаемость смеси и улучшает ее удобоукладываемость. Результаты подбора компонентов ОМС приведены в табл. 4.

Таблица 4  
Результаты подбора компонентов органо-минеральной смеси

Расход адгезионной добавки (5%-ный раствор в углеводородном сырье), %	Расход битумной эмульсии, %	Примечание
–	12	Неполное покрытие поверхности щебня
0,5	12	Небольшой избыток эмульсии
0,5	11	Хорошее покрытие
0,5	10	То же
0,6	10	«
0,7	9	«
0,7	8	«
0,5	8	Неполное покрытие поверхности щебня

Физико-механические показатели органо-минеральных смесей

Наименование показателя	Результаты испытаний	Норма по нормативным документам	
		СТБ 1033-96	РД 0219.1.09-99 для смесей, используемых при температуре от +5 до -5°C
1. Предел прочности при сжатии после прогрева при 20°C, МПа	1,3	–	1,3
2. Набухание, % по объему	0	Не более 1,2	–
3. Коэффициент водостойкости после прогрева	0,674	–	0,6
4. Слеживаемость по числу ударов	8	Не более 10	–

Проведенные лабораторные испытания физико-механических свойств наработанной экспериментальной партии ОМС и сформованных на ее основе образцов холодного асфальтобетона показали, что разработанный состав ОМС обеспечивает достижение высоких физико-механических характеристик. В частности, соответствует требованиям СТБ 1033-96 [4] для холодного асфальтобетона, приготовляемого с использованием жидких битумов, по показателям: набухание и слеживаемость и РД 0219.1.09-99 [3] по показателям: предел прочности при сжатии при 20°C и коэффициент водостойкости (табл. 5).

После 7 сут вызревания смесь не слеживается и сохраняет удобоукладываемость. Высокие значения коэффициента водостойкости асфальтобетона, достигаемые применением адгезионных добавок, обеспечивают устойчивость вяжущего к отслаиванию и вследствие этого повышают эксплуатационные качества покрытия.

Таким образом, разработанные смеси адаптированы к местному сырью и материалам,

имеют высокие потребительские характеристики, в частности удобоукладываемость и низкую слеживаемость в течение длительного хранения на складах в широком диапазоне температур, и обеспечивают хорошую совместимость с существующим дорожным покрытием. При условии хорошего уплотнения отсутствует опасность выпотевания вяжущего на поверхность дорожного полотна, сохраняется текстура и эстетичный вид отремонтированного участка.

#### Литература

1. Ковалев Я. Н. Активационные технологии дорожных композиционных материалов (Научно-практические основы): Монография. – Мн.: Беларуская Энцыклапедыя, 2002. – 336 с.
2. СТБ 1245-2000. Эмульсии битумные катионные. Технические условия.
3. РД 0219.1.09-99. Дорожные технологии на основе катионных эмульсий.
4. СТБ 1033-96. Смесей асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.