

## МОДИФИЦИРОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА С ПОМОЩЬЮ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ

С.А. Турончик

Государственное предприятие «БелдорНИИ»,  
4-й Загородный пер., 60, 220073, г. Минск, Беларусь, [turonchiks@rambler.ru](mailto:turonchiks@rambler.ru)

Получение активированного минерального порошка при помощи поверхностно активных веществ. Применение полиэтиленполиамина как активатора улучшает удобоукладываемость смеси, а также снижает температуру уплотнения. Модифицирование состава асфальтобетона эпоксидной смолой, вводимой в состав битума для последующего взаимодействия с активированным минеральным материалом. Определены физико-механические свойства модифицированного асфальтобетона, указывающие на улучшение прочностных характеристик асфальтобетона. При использовании объемного метода проектирования асфальтобетонной смеси наблюдается уменьшение затраченной энергии на уплотнение образцов, уменьшение температуры уплотнения.

**Ключевые слова:** асфальтобетон; минеральный порошок; поверхностно активные вещества; эпоксидная смола; активированные материалы.

Минеральный порошок является важнейшим структурообразующим компонентом асфальтобетона. На его долю приходится 90-95% суммарной поверхности минеральных зерен, входящих в состав асфальтобетона. Основное назначение минерального порошка заключается в том, чтобы переводить объемный битум в пленочное состояние. Вместе с битумом минеральный порошок образует структурированную дисперсную систему, которая выполняет роль асфальтовязующего в асфальтобетоне. Присутствие необходимого количества минерального порошка в асфальтобетоне способствует повышению плотности минерального остова, а, следовательно, и к повышению плотности асфальтобетона. Асфальтобетоны, содержащие активированный минеральный порошок, отличаются повышенной прочностью, плотностью и теплоустойчивостью, а также пониженной битумоемкостью. Такие асфальтобетоны менее водопроницаемы. Применение активированного минерального порошка существенно улучшает и показатели технологического процесса приготовления асфальтобетонных смесей: снижается температура выпускаемой смеси, улучшается качество и снижается продолжительность перемешивания, повышается удобообрабатываемость смеси при укладке и уплотнении.

Технологией активации минерального порошка предусматривается создание на минеральных зернах первичного контактного слоя высокоструктурированного битума, изменяющего свойства порошка и получаемы на их основе асфальтобетонов. Активация минерального порошка производится посредством введения поверхностно активных веществ (ПАВ) на поверхность минерального порошка. Выбор ПАВ осуществляется в зависимости от особенностей используемых материалов. В данном случае был выбран ПАВ в виде полиэтиленполиамина (ПЭПА), который способен взаимодействовать с эпоксидной смолой, которую предполагается ввести в состав битума.

Для исследований был принят песчаный асфальтобетон, являющийся наиболее однородным материалом, в котором отчетливо проявляются особенности взаимодействия битума с минеральным порошком. Состав асфальтобетонной смеси следующий:

- Отсев дробления: 95%;
- Минеральный порошок: 5%;
- Битум 7,7%.

Содержание ПЭПА в минеральном порошке – 1% от массы порошка, эпоксидной смолы ЭД-20 – 3% от количества вяжущего в составе смеси. Для приготовления смеси

использовался битум марки 70/100. В таблице 1 приведены показатели свойств асфальтобетонов, приготовленных с использованием активированных минеральных порошков и без.

Таблица 1. Физико-механические свойства образцов асфальтобетона

Тип асфальтобетона	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Водонасыщение, % объёма	Предел прочности при сжатии, МПа		
			R <sub>50</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>-15</sub>
Без активированного МП	2,45	0,3	1,67	3,32	25,0
С активированным МП	2,45	0,5	2,00	3,16	23,6

Из приведенных данных видно, что с добавлением ПАВ прочность при 50 градусах увеличилась на 20%, а при температуре -15°С отмечается несколько увеличенная прочность (на 5.6%), что свидетельствует о меньшей хрупкости, а следовательно о повышении трещиностойкости асфальтобетона. Увеличение прочности при +50°С предполагает повышенную сдвигоустойчивость асфальтобетона и достаточную колееустойчивость полученных асфальтобетонов.

На следующем этапе настоящей работы были изучены возможности получения модифицированных асфальтобетонов на отечественных материалах, соответствующих требованиям объемного проектирования, среди которых основным является достижение требуемой остаточной пористости после уплотнения в гираторе.

Были выбраны два типа асфальтобетонов: типа А (ЩМАг20-І/2,7) и типа Б (ЩМБг20-І/2,7). Составы асфальтобетонных смесей приведены в таблице 2.

Таблица 2. Составы асфальтобетонных смесей

Наименование материала	Тип А	Тип Б
	Содержание материала в составе смеси, %	
Щебень фр. 10-20	40	30
Щебень фр. 5-10	20	15
Гранитный отсев дробления	35	48
Минеральный порошок	5	7
Битум 70/100 (сверх 100 % минеральной части)	4,5	5,6

Для приготовления образцов асфальтобетона использовали битум, активированный добавлением 4 мас. % эпоксидной смолой ЭД-20, и минеральный порошок, активированный в процессе помола с 2 мас.% пполиэтиленполиамиона ПЭПА (состав №1). Для сравнения изготавливали образцы аналогичного состава на неактивированных материалах (состав №2).

Учитывая пластифицирующий эффект от действия эпоксидной смолы асфальтобетонную смесь уплотняли в гираторе при ее исходной температуре 135°С, а смеси на исходном битуме 70/100 при температуре 145°С.

Для асфальтобетонных смесей типа А и типа Б определили значения истинной плотности по методике СТБ 1115.

Значения истинной плотности составили:

-для типа А – 2,61 г/см<sup>3</sup>;

-для типа Б – 2,58 г/см<sup>3</sup>.

Удобоукладываемость смесей определяли исходя из необходимого количества оборотов гираторного уплотнителя до достижения значения требуемой остаточной пористости.

Исходя из климатических условий Республики Беларусь, требуемое значение остаточной пористости асфальтобетона составляет 3%.

Требуемое значение остаточной пористости определяется гираторным уплотнителем в процессе уплотнения смеси, путем расчета средней плотности уплотняемого образца по его геометрическим характеристикам (диаметр образца – 100 мм, высота образца при каждом обороте гираторного уплотнителя, мм) и с использованием значения истинной плотности асфальтобетонной смеси.

Требуемое количество оборотов гираторного уплотнителя до достижения значения остаточной пористости асфальтобетонного образца 3% приведено в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Требуемое количество оборотов гираторного уплотнителя для асфальтобетона типа А

Состав	Требуемое значение остаточной пористости асфальтобетона, %	Требуемое количество оборотов гираторного уплотнителя
№1	3	66
№2	3	93

Таблица 4. Требуемое количество оборотов гираторного уплотнителя для асфальтобетона типа Б

Вид минерального порошка	Требуемое значение остаточной пористости асфальтобетона, %	Требуемое количество оборотов гираторного уплотнителя
№1	3	68
№2	3	98

Значение суммарной энергии, затраченной на уплотнение образцов до требуемого значения остаточной пористости асфальтобетона приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5. Требуемое количество суммарной затраченной энергии для уплотнения асфальтобетона типа А

Состав	Требуемое количество оборотов гираторного уплотнителя	Требуемое количество энергии, Дж
№1	66	2934,9
№2	93	4309,5

Таблица 6. Требуемое количество суммарной затраченной энергии для уплотнения асфальтобетона типа Б

Вид минерального порошка	Требуемое количество оборотов гираторного уплотнителя	Требуемое количество энергии, Дж
№1	68	2761,5
№2	98	4352,3

Графики изменения количества затрачиваемой энергии на уплотнение образцов типа А и Б приведены на рисунках 1 и 2.

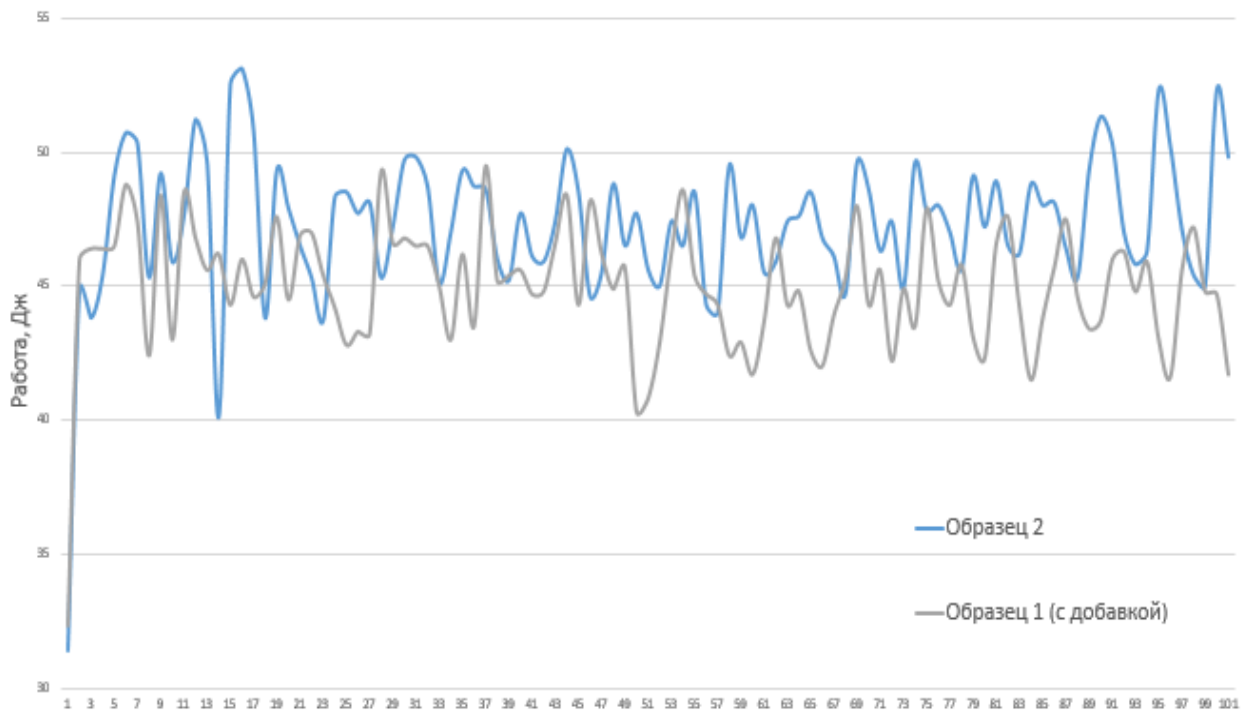


Рис. 1. График изменения затрачиваемой энергии на уплотнение образца асфальтобетона типа А (затрачиваемая работа на цикл уплотнения образца)

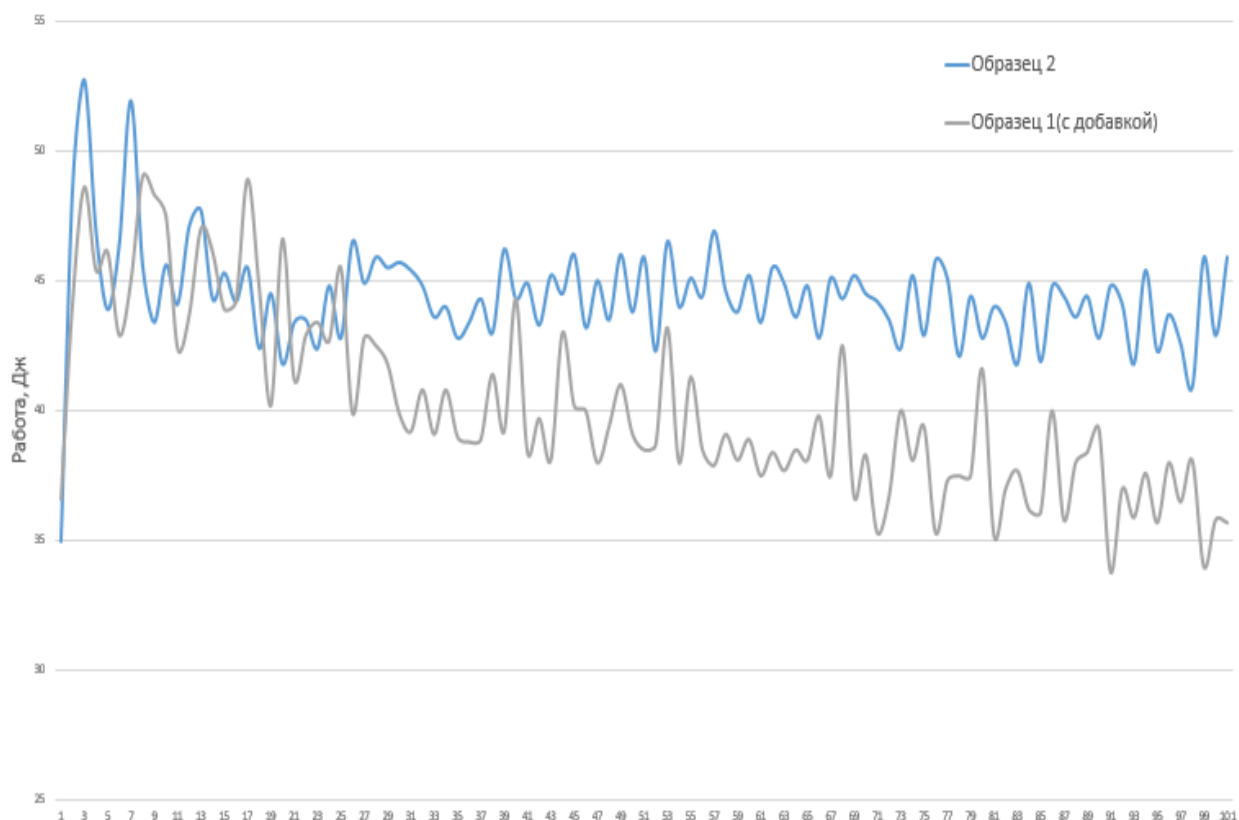


Рис. 2. График изменения затрачиваемой энергии на уплотнение образца асфальтобетона типа Б (затрачиваемая работа на цикл уплотнения образца)

Наличие эпоксидной смолы в битуме предполагает, что асфальтобетонные смеси с их применением будут обладать большей подвижностью. В связи с этим при подборе состава такого асфальтобетона по методу «Суперпейв» необходимо учитывать

повышенную удобоукладываемость смеси. Для этого была рассчитана исходная температура такой смеси для уплотнения в гираторе. По результатам исследований она оказалась на 10°C меньше, чем для традиционного материала, приготовленного на неактивированных компонентах.

Так же установлено, что применение битума с добавкой эпоксидной смолы позволило снизить энергозатраты за счет понижения температуры при перемешивании и уплотнении асфальтобетонной смеси в среднем на 35%.

#### Литература

1. Телтаев Б.Б. Закономерности увеличения количества трещин на асфальтобетонном покрытии автомобильной дороги// Доклад НАНРК, 2015, №5-с.35-37
2. Калгин О.И. Эпоксидно-битумные композиты каркасной структуры: автореф. дис. канд техн - Пенза, 1997. - 16 с.
3. Майданова Н.В. Структурообразование компонентов нефтяных битумов // Автомобильные дороги. - 2015. - №1. - С. 81-86.
4. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата//  
URL:<http://minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf> .
5. Мурзина Е.В. Оценка совместимости нефтяных битумов с термоэластопластами // Вестник МГСУ. - 2010. - №3. - С. 63-68.
6. Каргин В.А. Энциклопедия Полимеров. М.: Сов. Энци. , 1972. Т.1 - 609 с.
7. Бусел А.В., Кулина Л.О., Чистова Т.А., Буко А.Н. Улучшение потребительских свойств дробленого доломита / Автомобильные дороги и мосты, 2012, №1(9) – с. 55-59.
8. Котлярский Э.В. Строительно-технологические свойства дорожного асфальтового бетона. М.: Техполиграфцентр, 2004 -183 с.
9. ГОСТ 16557-2005 Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Технические условия.

УДК 625.765

## ПРОБЛЕМЫ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

студент М.Р. Шебеко

(Научный руководитель Е.М. Жуковский)

Белорусский национальный технический университет,  
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Республика Беларусь

В статье авторами применение различных материалов для ямочного ремонта дорог в рамках содержания нежестких покрытий автомобильных дорог. Предлагается использование принципиально новых материалов для поддержания дорожных покрытий в удовлетворительном транспортно-эксплуатационном состоянии в целях обеспечения безопасности дорожного движения.

**Ключевые слова:** ремонт; автомобильная дорога; безопасность; ремонтный материал; выбоина; ямочность; заплаты; асфальтобетон; дорожное покрытие; нефтешлам

В настоящее время для текущего ремонта автомобильных дорог используется ряд различных технологий, таких как холодное асфальтирование, горячие асфальтирование, струйно-инъекционные технологии и др.

При неблагоприятных погодных условиях и проведении ремонта вне сезонного времени, оптимально использовать технологию холодного асфальтирования. Для производства этих работ используются специальные смеси по типу СОМС, СЭМС, «патч»