

## Разработка составов битумоминеральных открытых смесей для Новоселовского района Красноярского края

*Г.В. Василовская, С.В. Дружинкин, Е.В. Пересыпкин, М.Л. Берсенева*

*Сибирский федеральный университет, Красноярск*

**Аннотация:** Приводятся составы битумоминеральных открытых (БМО) смесей для Новоселовского района Красноярского края. Показано, что в этом районе проходит Федеральная дорога М53 и она именно в этом районе характеризуется крутыми подъемами и спусками. Для обеспечения безопасности автомобильного движения, в этом районе предложено выполнить устройство шероховатых слоев износа из БМО смесей. На местных минеральных материалах выполнен расчет состава и в лабораторных условиях приготовлены БМО смеси. Установлено, что разработанные составы БМО смеси по всем показателям отвечают нормативным требованиям. Разработаны рекомендации по заводской технологии приготовления битумоминеральных открытых смесей и устройству шероховатых слоев износа. Полученные составы были внедрены ДРСУ Новоселовского района в практику дорожного строительства.

**Ключевые слова:** битумоминеральные открытые смеси, шероховатые слои износа, автомобильные дороги, асфальтобетон, битум, щебень, песок, составы, технология.

Битумоминеральные открытые смеси характеризуются повышенным сроком службы (не менее 6 лет). Применяются на дорогах с большой грузонапряженностью. БМО-смеси – это материал с пористостью, сосредоточенной внутри каркаса.

Применение составов открытых смесей, соответствующих условиям эксплуатации указанных слоев, позволит обеспечить заданные свойства поверхности покрытия и требуемую степень стабильности этих свойств при эксплуатации [1, 2].

Разрабатывались составы битумоминеральных открытых смесей для условий Красноярского края. Федеральная дорога М53 проходит через территорию Новоселовского района Красноярского края. В этом районе дорога характеризуется крутыми спусками и подъемами. Для обеспечения безопасного движения транспорта и хороших сцепных свойств колес автомобилей с дорожным асфальтобетонным покрытием предложено было выполнить устройство шероховатых слоев износа. Слои износа из БМО -

смесей сохраняют водонепроницаемость и прочностные свойства основного слоя дорожного покрытия [3, 4].

Целью исследований являлась разработка составов битумоминеральных открытых смесей для условий Новоселовского района. Для приготовления составов применялись местные минеральные заполнители. Основное требование к щебню это прочность, так как именно только щебень создает каркас, который воспринимает на себя все нагрузки от проходящего транспорта. Применялся местный щебень из плотных горных пород. Свойства щебня показаны в табл. 1.

Таблица 1.

Физико-механические свойства щебня

Показатели	Свойства	Нормативные требования
1. Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,65	-
2. Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	1,4	-
3. Пустотность, %	47,1	-
4. Дробимость, %	5,3	13-15
5. Марка щебня по дробимости	1200	800
6. Содержание пыли и глины, %	1,25	2

Табличные данные показывают, что местный щебень по прочности на дробимость намного превышает нормативные требования и может использоваться для получения БМО смесей.

Для получения шероховатых слоев износа лучше применять дробленный песок [5, 6]. Использовался также местный дробленный песок, содержащий каменную пыль, выполняющую роль минерального порошка. Свойства дробленного песка Новоселовского дорожно-строительного управления приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Свойства дробленного песка

Наименование показателей	Показатели	Нормативные требования
1. Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,64	-
2. Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	1,65	-
3. Пустотность, %	37,2	-
4. Содержание пыли и глины, %	2,5	3

По содержанию пыли и глины песок соответствует нормативным требованиям.

Для приготовления смесей применялся битум дорожный марки БНД 90/130.

Проектирование состава БМО проводили в следующей последовательности. Вначале определяли тип смеси по условиям движения на Федеральной дороге в Новоселовском районе. Затем рассчитывали зерновой состав смеси.

В связи с тем, что был принят срок службы дорожного асфальтобетонного покрытия 18 лет, назначено устройство слоев из битумоминеральных открытых смесей через каждые 6 лет.

Согласно нормативным документам, содержание щебня в смеси должно составлять 70 – 175 %, тип смеси – БМО 65/75, щебень размером до 20 мм. Для условий Новоселовского района приняли мелкозернистую БМО смесь.

Расчет соотношения минеральных материалов, исходя из их зернового состава, проводили по методике расчета состава асфальтобетона по предельным кривым плотных смесей [7, 8].

Определение необходимого содержания щебня в смеси рассчитывали по формуле:

$$\text{Щ} = \frac{100 - Y_5}{100 - \text{Щ}_5} \cdot 100 \%,$$

где  $y_5$  – требуемое среднее содержание в минеральной части смеси частиц мельче 5 мм, % (берется из нормативных документов для БМО 65/75).

$\text{Щ}_5$  – содержание частиц мельче 5 мм в исходном щебне (берется из отсева использованного щебня).

На основании данных полученных после отсева щебня установили, что щебня должно быть в смеси 75 %.

Количество песка составило:  $100 - 75 = 25$  %.

Затем рассчитывали содержание каждой фракции щебня и песка в минеральной части БМО смеси. Для этого массовую долю каждой фракции этих материалов мельче данных размеров сит умножали на относительное содержание их в минеральной части. Потом подсчитывали суммарное количество минеральных материалов по каждой фракции мельче указанных размеров сит [9, 10].

При сравнении суммарных количеств частиц мельче размеров сит с гранулометрическим составом БМО смесей 65/75 установили, что подобранное соотношение щебня и песка правильное и соответствует нормативным документам.

В лабораторных условиях были приготовлены составы БМО смесей. Оптимальное количество битума устанавливали опытным путем. Из полученной смеси отформованы образцы и определены основные свойства. Наилучшие показатели по прочности и наименьшие по водопоглощению получены у БМО смесей, содержащих 6 % битума. Свойства разработанных составов сравнивались с требованиями для БМО смеси (табл.2).

---

Таблица 2

Свойства БМО-смеси

Показатели	Свойства	Требования
1. Пористость БМО смеси, %	3,25	3 - 7
2. Водопоглощение под вакуумом, % объема	3,35	Не более 7
3. Прочность при сжатии, МПа при 20°С при 50°С	2,8 9,5	Не менее 2 Не менее 7
4. Коэффициент водостойкости	0,82	Не менее 0,7
5.Сцепление битума с минеральной частью	Выдерживает	Выдерживает

Установлено, что разработанные составы БМО-смеси по всем показателям отвечают требованиям.

Разработанные составы БМО- смесей были внедрены Новоселовским дорожно-строительным управлением. Приготовление смесей проводили на действующем асфальтобетонном заводе. Для этого были составлены рекомендации по приготовлению смесей конкретно для этого завода. Было установлено, что время приготовления полученного состава БМО-смеси по сравнению с обычным асфальтобетоном, снижается на 10 – 15 %.

Также были составлены рекомендации по укладке смесей в дорожное покрытие при различных температурах окружающей среды.

Укладываются БМО-смеси при температуре выше 15 °С, начальная температура при укладке БМО-смесей должна составлять 140 – 150 °С.

Устройство слоев выполняется обычными асфальтоукладчиками с уплотнением или без уплотнения. Чаще применяют асфальтоукладчики, которые незначительно уплотняют смесь (не более 25 %). При

невозможности укладки слоя с уплотнением асфальтоукладчиком допускается доуплотнять слой за 3-5 проходов легкими гладковальцовыми катками.

Уплотнение БМО-смесей должно быть закончено при температуре не ниже 90 °С. Ориентировочный расход БМО смеси при толщине слоя 2,5 – 3,0 см составляет 60 – 70 кг/м<sup>2</sup>.

Даны указания по техническому контролю при приготовлении БМО-смесей и устройству шероховатых слоев износа.

### **Выводы**

1. Исследованы минеральные заполнители для приготовления битумо-минеральных открытых смесей Новоселовского дорожно-строительного управления Красноярского края.

2. Выполнен расчет составов БМО-смесей на местных минеральных заполнителях.

3. Приготовлены составы БМО-смесей и образцы для испытаний. Установлено, что разработанные составы БМО-смесей по всем показателям отвечают нормативным требованиям.

4. Разработаны рекомендации по заводской технологии приготовления БМО-смесей и устройству шероховатых слоев износа.

5. Даны указания по техническому контролю при приготовлении БМО-смесей.

6. Полученные результаты исследований внедрены Новоселовским ДРСУ в практику дорожного строительства.

### **Литература**

1. Николенко М.А., Бессчетнов Б.В. Повышение длительной трещиностойкости асфальтобетона дорожных покрытий // Инженерный вестник Дона, 2012, №2. URL: [ivdon.ru / magazine/archive/n2y2012/856/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/856/).

---



2. Руденский И.М., Руденская А.В. Физические свойства битумов и способы повышения долговечности дорожных покрытий // Автомобильные дороги. 2012. №1. С. 82 - 87.
3. Baker I. Asphalt // Fifty Materials That Make the World. 2018. pp. 11-13.
4. Иваньски М., Урьев Н.Б. Асфальтобетон как композиционный материал. М.: Техполиграфцентр, 2007. 668 с.
5. Аминов Ш.Х., Кутьин Ю.А. Современные битумные вяжущие и асфальтобетоны на их основе. М.: Недра, 2007. 398 с.
6. Немчинов М.В., Иваньски М. Применение в ШМА щебня из шлаков сталелитейного производства // Наука и техника в дорожной отрасли. 2007. №1. С. 20-23
7. Safiuddin Md., Iumaat M.Z, Salam M.A., Islam M.S., Hasim R. Utilization of solid wastes in construction materials. International Journal Physikal Sciences. 2010. Vol. 5, №3. P. 1952-1963.
8. Васильовская Г.В., Дружинкин С.В., Пересыпкин Е.В., Берсенева М.Л. Разработка составов полимербитумного вяжущего для приготовления асфальтополимербетона // Инженерный вестник Дона, 2023, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2023/8270/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2023/8270/).
9. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. 368 с.
10. Васильовская Г.В., Дружинкин С.В., Пересыпкин Е.В., Берсенева М.Л. Разработка составов дорожного асфальтобетона для условий Сибири. // Инженерный вестник Дона, 2023, №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2023/8358/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2023/8358/).

## References

1. Nikolenko M.A., Beschetnov B.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/856/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/856/).
2. Rudenskij I.M., Rudenskij A.V. Avtomobil'nye dorogi. 2012. №1. pp. 82 – 87.
3. Baker I. Fifty Materials That Make the World. 2018. pp. 11-13.
4. Ivanski M., Urev N.B. Asfaltobeton kak kompozicionnyj material [Asphalt concrete as a composite]. M.: Tekhpolygoncentr, 2007. 668p.
5. Aminov S.H., Kut'in Y.A. Sovremennye bitumnye vyazhushchie i asfal'tobetony na ih osnove [Petroleum bitumen production], M. Nedra, 2007. 398 p.
6. Nemchinov M.V., Ivanski M. Nauka i texnika v dorozhnoj otrasli. 2007. №1. pp. 20-23.
7. Safiuddin Md., Iumaat M.Z., Salam M.A., Islam M.S., Hasim R. International Journal Physical Sciences. 2010. Vol. 5, №3. pp. 1952-1963.
8. Vasilovskaya G.V., Druzhinkin S.V., Peresyarkin E.V. and Berseneva M.L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2023/8270/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2023/8270/).
9. Dvorkin, O. L. Dvorkin L. I. Stroitel'nye materialy iz othodov promyshlennosti [Construction details from secondary raw materials]. Rostov-na-Donu: Feniks, 2007. 368 p.
10. Vasilovskaya G.V., Druzhinkin S.V., Peresyarkin E.V. and Berseneva M.L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2023/8358/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2023/8358/).

**Дата поступления: 9.01.2024**

**Дата публикации: 14.02.2024**



