УДК 625.7:625.855.3

ХОЛОДНЫЕ СМЕСИ ДЛЯ АВАРИЙНОГО РЕМОНТА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Д-р техн. наук, профессор **А.П. Лупанов**,
канд. техн. наук **А.С. Суханов**,
канд. техн. наук, профессор **В.В. Силкин**,
канд. техн. наук, доцент **С.М. Дмитриев**
(Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ))
Конт. информация: dmitrsmlist@mail.ru

Статья посвящена исследованию влияния асфальтового гранулята на свойства холодных ремонтных смесей. Установлено, что добавление асфальтового гранулята способствует повышению прочностных показателей асфальтобетонов из холодных ремонтных смесей при снижении их слеживаемости.

***Ключевые слова**: асфальтобетон, асфальтовый гранулят, битум, холодные ремонтные смеси, экономическая эффективность, слеживаемость смеси.*

Основным видом дорожных покрытий в РФ и за рубежом являются асфальтобетонные покрытия. В России их протяженность составляет около 600 тыс. км и ежегодно увеличивается.

Дорожными службами как в России, так и в других странах мира ежегодно выполняются значительные объемы работ по ликвидации появившихся дефектов и разрушений на автомобильных дорогах с асфальтобетонным покрытием. Согласно статистическим данным, ежегодно требуется локальный ремонт поверхности покрытия (устранение выбоин, ям, неровностей, больших трещин и др.) в размере 2-3 % от общей площади эксплуатируемых дорог **[1]**.

Как правило, пик локальных разрушений наступает в весенний период, до начала активного строительного сезона, когда погодные условия еще не позволяют проведение полномасштабных ремонтных работ. Вместе с тем, в соответствии с требованиями к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, возникает необходимость аварийного ремонта асфальтобетонных покрытий **[2]**.

Основным материалом для ремонта покрытий в настоящее время являются горячие асфальтобетонные смеси, стоимость которых ежегодно увеличивается из-за повышения стоимости энергоресурсов, материалов и транспорта **[3]**.

Использование литых асфальтобетонных смесей для аварийного ремонта асфальтобетонных покрытий характеризуется высокой температурой их приготовления и укладки (до 215 °С), что предопределяет большой расход топлива и значительное выделение вредных выбросов в окружающую среду. Кроме того, применение литых смесей связано с необходимостью их доставки специальными дорогостоящими транспортными средствами отечественного и зарубежного производства.

В последнее время в России и за рубежом расширяется производство холодных ремонтных смесей (холодного асфальтобетона) для аварийного устранения локальных разрушений при ремонтных работах **[4**, **5]**. В качестве вяжущего в таких смесях обычно применяют жидкие битумы или битумные эмульсии.

К основным преимуществам холодных ремонтных смесей в сравнении с традиционными горячими и литыми смесями **[6]** относится следующее:

- увеличение строительного сезона (применение при отрицательных температурах);
- возможность заготовки впрок и длительного хранения (до одного года);
- увеличение дальности транспортирования смесей;
- отсутствие специальных средств при транспортировке и укладке;
- экологичность при применении (укладка в холодном виде).

Применение холодных смесей позволяет потребителю:

- сократить энерго- и трудозатраты при производстве ремонтных работ;
- максимально упростить технологию производства ремонтных работ;
- сократить время и расходы на производство ремонтных работ;
- открывать движение транспорта сразу без ограничения после завершения ремонтных работ.

Широкое применение в г. Москве нашли холодные ремонтные смеси производства АБЗ-4 «Капотня»[1]. Они представляют собой готовый материал для применения на участках малой площади и используются для следующих видов работ:

[1] Согласно ТУ-571841-002-11418567-2005 «Смеси органоминеральные дорожные ремонтные»; АБЗ – асфальтобетонный завод.

- ямочного ремонта дорог, улиц и тротуаров;
- аварийного ремонта дорог, проезжей части улиц, тротуаров и других асфальтобетонных покрытий;
- ремонта спортивных и стояночных площадок;
- ремонта дворовых территорий, труднодоступных участков дорог и путепроводов;
- ремонта железнодорожных переездов и перронов вокзалов;
- аварийного (временного) устранения колейности на автомобильных дорогах низких категорий;
- заделки лунок после взятия кернов;
- восстановления покрытия на участках разрытий для прокладки коммуникаций.

Приготовленная на АБЗ холодная ремонтная смесь может доставляться в автомобилях-самосвалах без прогрева на любое расстояние. Кроме того, такая смесь выпускается в пластиковых мешках или жестяных ведрах в комплекте с горелкой для разогрева при низких температурах (**рис. 1**).

Рис. 1. Виды упаковки холодной ремонтной смеси
(в мешках и жестяных ведрах в комплекте с горелкой)

Холодная ремонтная асфальтобетонная смесь на АБЗ-4 «Капотня» изготавливается в асфальтосмесительных установках Ammomatic (Финляндия), Bernardi (Италия), которые обеспечивают высокую точ-

ность дозирования компонентов. Вместе с тем, возможно приготовление холодной смеси и на стандартном асфальтосмесительном оборудовании, используемом в России.

Для производства холодной смеси в качестве каменного материала применяют чистый и высушенный высокопрочный материал, полученный дроблением твердых горных пород, а также битум и специальные добавки.

Одним из способов снижения стоимости холодных ремонтных смесей может быть добавление в состав смесей асфальтового гранулята. Ниже представлены данные по влиянию добавок асфальтового гранулята на свойства холодных ремонтных смесей на примере холодной асфальтобетонной смеси типа «Бх» марки I по ГОСТ 9128-2013 **[7]**. Для их приготовления использовались следующие материалы:

- щебень из габбро-диабаза фракции 5/15 мм по ГОСТ 8267-93;
- песок из отсева дробления габбро-диабаза по ГОСТ 31424-2010;
- минеральный порошок по ГОСТ Р 52129-2003;
- вяжущее – битум нефтяной дорожный жидкий МГ 130/200 по ГОСТ 11955-82, модифицированный присадкой для холодных асфальтобетонных смесей;
- гранулят старого асфальтобетона по ГОСТ Р 55052-2012 и СТП 5718-001-04000633-2006, полученный в результате холодного фрезерования асфальтобетонных покрытий с его последующей переработкой в дробильно-сортировочной установке Benninghoven (Германия) на АБЗ №4 «Капотня».

При проведении исследований были разработаны и рассмотрены два варианта составов холодных смесей типа «Бх» с добавлением и без добавления асфальтового гранулята с различным количеством нового вяжущего. Варианты составов этих смесей приведены в **табл. 1** и **2**, в графическом виде зерновые составы минеральной части представлены **на рис. 2**.

Для подбора оптимального состава было приготовлено несколько серий образцов смесей с последующим определением их основных показателей. Первый состав холодной ремонтной смеси, приготовленной при температуре 100 °С, полностью состоял из новых минеральных материалов (щебень, песок, минеральный порошок), нового вяжущего в количестве 2,5; 3,5 и 4,5 % без добавления асфальтового гранулята **(табл. 1)**.

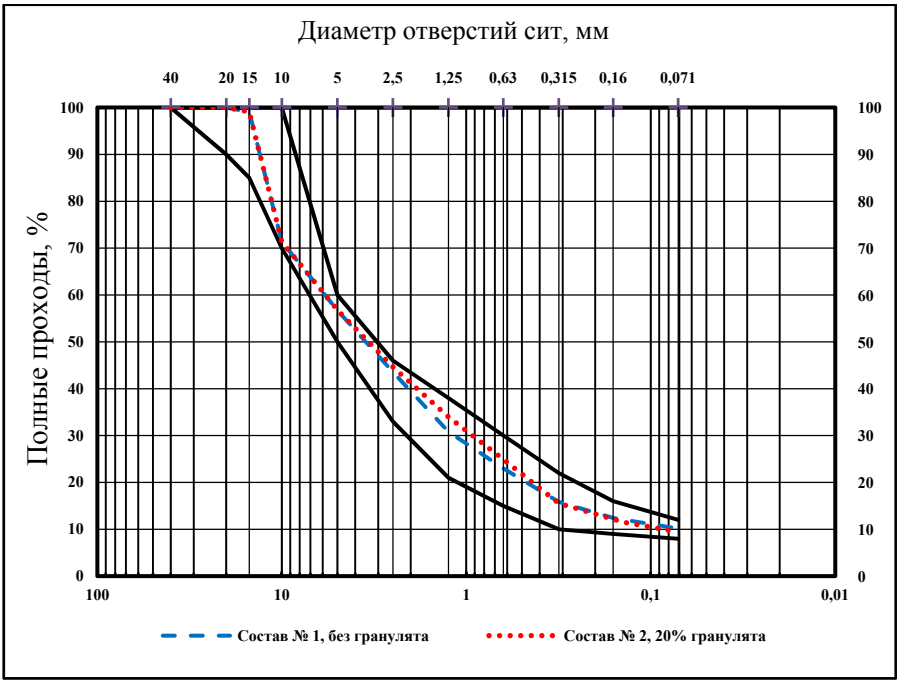

Рис. 2. Зерновые составы минеральной части

Таблица 1

Составы смесей типа «Бх» марки I без добавления асфальтового гранулята (ГОСТ 9128-2013)

Наименование материала	*Состав 1.1.*	*Состав 1.2.*	*Состав 1.3.*
Щебень из габбро-диабаза фракции 5/15 мм	42,0	42,0	42,0
Песок из отсева дробления габбро-диабаза Мкр=3,3	48,0	48,0	48,0
Порошок минеральный МП-I	10,0	10,0	10,0
Вяжущее – модифицированный битум МГ 130/200	2,5	3,5	4,5

Второй вариант также приготавливался при температуре 100 °С, но наряду с новыми материалами использовалось 20 % асфальтового гранулята **(табл. 2)**.

Таблица 2

Составы смесей типа «Бх» марки I с добавлением асфальтового гранулята (ГОСТ 9128-2013)

Наименование материала	*Состав 2.1.*	*Состав 2.2.*	*Состав 2.3.*
Щебень из габбро-диабаза фракции 5/15 мм	42,0	42,0	42,0
Песок из отсева дробления габбро-диабаза Мкр=3,3	30,0	30,0	30,0
Порошок минеральный МП-I	8,0	8,0	8,0
Гранулят старого асфальтобетона фракции 0/5 мм	20,0	20,0	20,0
Вяжущее – модифицированный битум МГ 130/200	2,5	3,5	4,5

Результаты сравнительных испытаний по нормируемым показателям приведены на **рис. 3-6**.

Согласно представленным данным, смеси с добавлением гранулята старого асфальтобетона уплотняются лучше. Так, для контрольной смеси без гранулята оптимальное количество вяжущего составляет 3,5 % сверх минеральной части, а для смесей с гранулятом – 2,5 %. Снижение расхода нового вяжущего обусловлено наличием старого битума в составе гранулята.

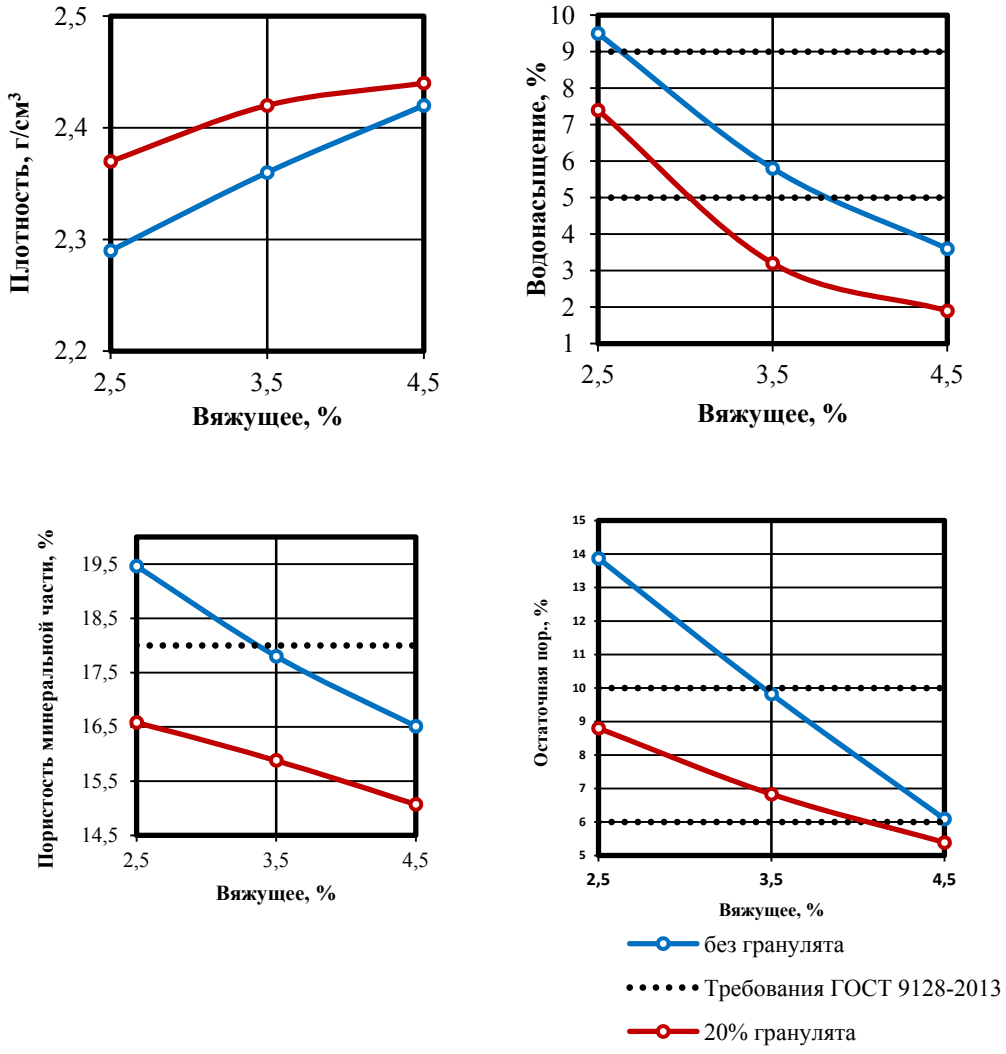

Рис. 3. Зависимости свойств асфальтобетонов от содержания вяжущего

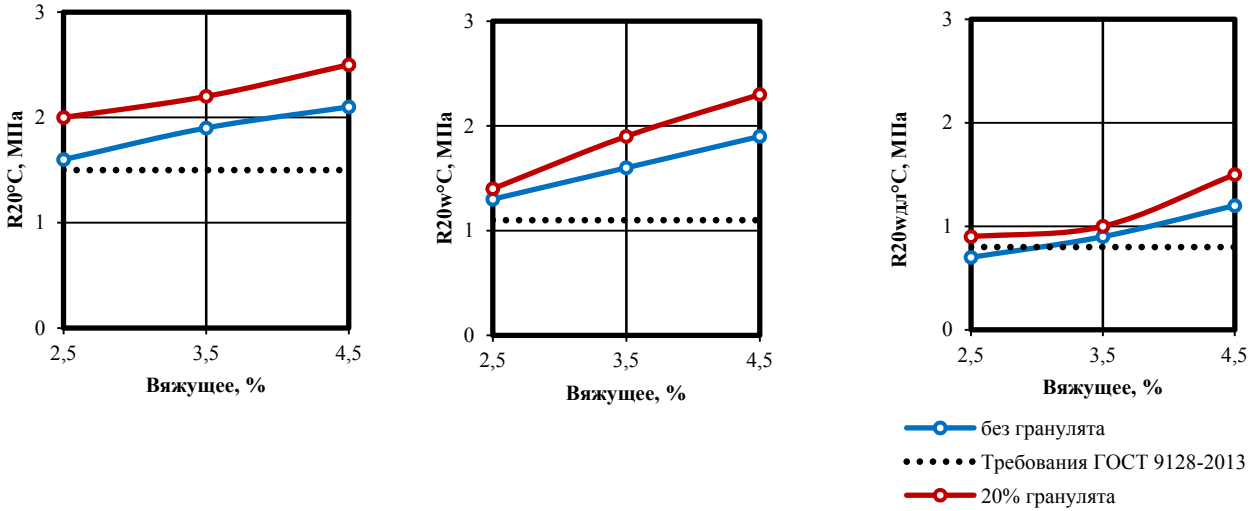

Рис. 4. Предел прочности при сжатии асфальтобетонов до прогрева: с гранулятом, без гранулята
(R_{20} – при 20 °С; R_{20w} – при 20 °С в водонасыщенном состоянии;
$R_{20wдл}$ – при 20 °С при длительном водонасыщении)

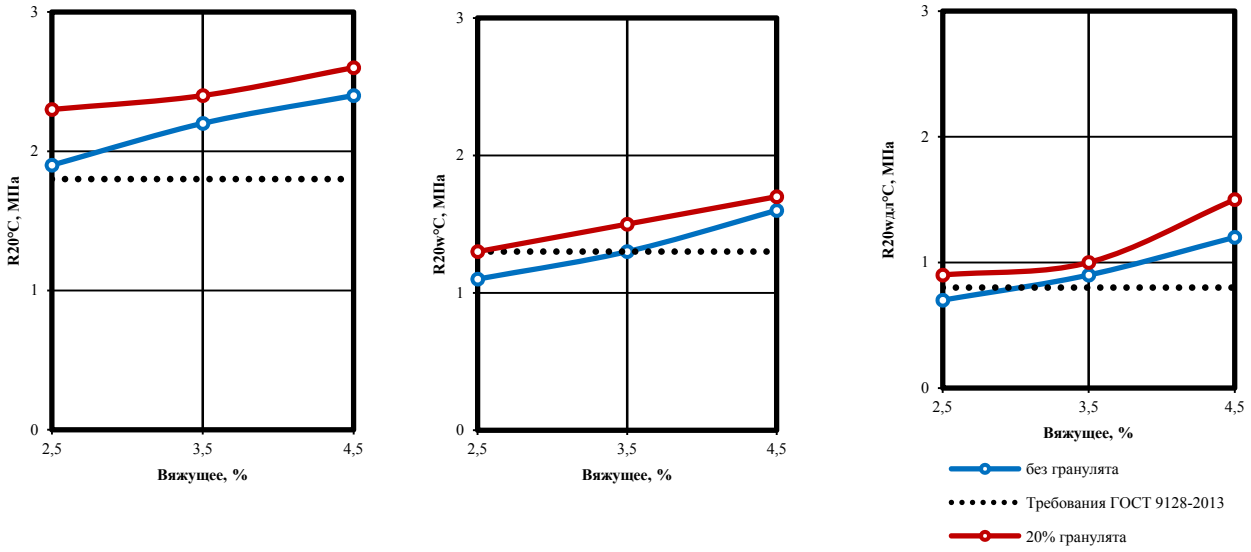

Рис. 5. Прочностные характеристики асфальтобетонов после прогрева: с гранулятом, без гранулята
(R_{20} – при 20 °С; R_{20w} – при 20 °С в водонасыщенном состоянии;
$R_{20wдл}$ – при 20 °С при длительном водонасыщении)

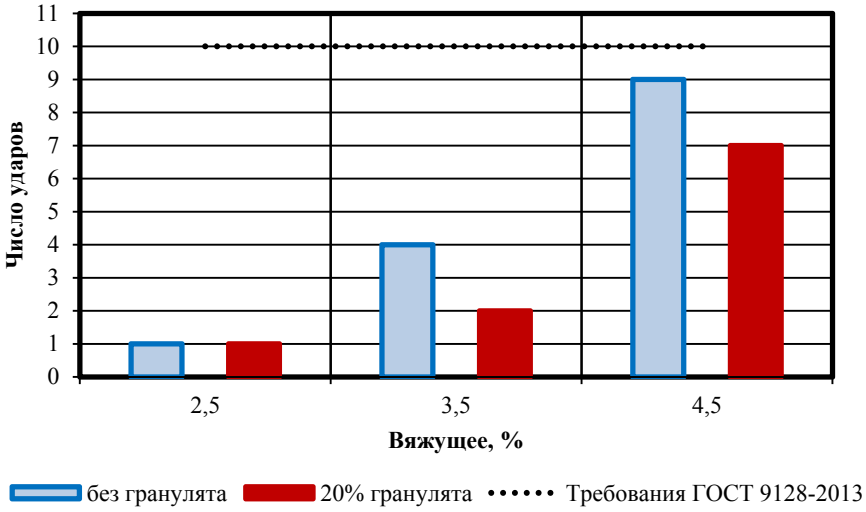

Рис. 6. Слеживаемость холодных смесей

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что холодные ремонтные смеси с содержанием 20 % асфальтового гранулята имеют высокие прочностные показатели при меньшей их слеживаемости, что делает их более удобными для практического применения. Благодаря содержанию в асфальтовом грануляте битума обеспечивается экономия нового битума при производстве холодных ремонтных смесей.

Выполненными экономическими расчетами установлено, что применение асфальтового гранулята в составе холодных ремонтных смесей в количестве 20 % обеспечивает экономический эффект в размере 120-150 руб. на 1 т смеси.

ВЫВОДЫ

1. Предложена технология приготовления холодных ремонтных смесей с добавлением старого асфальтобетона, обеспечивающая требуемые свойства холодных ремонтных смесей при снижении температуры их приготовления и укладки.
2. Установлено положительное влияние асфальтового гранулята на свойства холодных ремонтных смесей. Введение асфальтового гранулята в количестве 20 % позволяет улучшить прочностные показатели холодных ремонтных смесей при снижении их слеживаемости.

3. Введение асфальтового гранулята в состав холодных ремонтных смесей обеспечивает экономический эффект в размере 120-150 руб. на 1 т смеси.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лупанов А.П. Ресурсосберегающие технологии на предприятиях дорожного строительства: монография / А.П. Лупанов, В.В. Силкин, В.В. Рудакова и др. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 256 с.*
2. *ГОСТ Р 50597-2017. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2017. – 27 с.*
3. *Лупанов А.П. Переработка асфальтобетона на АБЗ / А.П. Лупанов. – М.: Экон-информ, 2012. – 210 с.*
4. *Munyagi A.A. Evaluations of Cold Asphalt Mixes / University of Stallebosch. – Stellenbosch, 2006. – 113 p.*
5. *Redelius P., Ostlund J.A., Soenen H. Field experience of cold mix asphalt during 15 years // Road Materials and Pavement Design. – 2016. – V. 18. – Issue 1. – PP. 223-242.*
6. *Лупанов А.П. Производство и применение холодного асфальтобетона / А.П. Лупанов, А.С. Суханов, В.В. Силкин, А.В. Силкин // Строительная техника и технологии. – 2011. – №7. – С. 62-64.*
7. *ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2014. – 50 с.*

LITERATURA

1. *Lupanov A.P. Resursosberegajushhie tehnologii na predprijatijah dorozhnogo stroitel'stva: monografija / A.P. Lupanov, V.V. Silkin, V.V. Rudakova i dr. – M.: Izdatel'stvo ASV, 2015. – 256 s.*
2. *GOST R 50597-2017. Trebovanija k jekspluatacionnomu sostojaniju, dopustimomu po uslovijam obespechenija bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija. Metody kontrolja. – M.: FGUP «STANDARTINFORM», 2017. – 27 s.*
3. *Lupanov A.P. Pererabotka asfal'tobetona na ABZ / A.P. Lupanov. – M.: Jekon-imform, 2012. – 210 s.*
4. *Munyagi A.A. Evaluations of Cold Asphalt Mixes / University of Stallebosch. – Stellenbosch, 2006. – 113 p.*

5. *Redelius P., Ostlund J.A., Soenen H. Field experience of cold mix asphalt during 15 years // Road Materials and Pavement Design. – 2016. – V. 18. – Issue 1. – PP. 223-242.*
6. *Lupanov A.P. Proizvodstvo i primenenie holodnogo asfal'tobetona / A.P. Lupanov, A.S. Suhanov, V.V. Silkin, A.V. Silkin // Stroitel'naja tehnika i tehnologii. – 2011. – #7. – S. 62-64.*
7. *GOST 9128-2013. Smesi asfal'tobetonnye, polimerasfal'tobetonnye, asfal'tobeton, polimerasfal'tobeton dlja avtomobil'nyh dorog i ajerodromov. Tehnicheskie uslovija. – M.: FGUP «STANDARTINFORM», 2014. – 50 s.*

COLD MIXES FOR EMERGENCY REPAIR OF ASPHALT CONCRETE PAVEMENTS

Doctor of Engineering, Professor ***A.P. Lupanov****,*
Ph. D. (Tech.) ***A.S. Sukhanov****,*
Ph. D. (Tech.), Professor ***V.V. Silkin****,*
Ph. D. (Tech.), Associated Professor ***S.M. Dmitriev***
(Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI))
Contact information: dmitrsmlist@mail.ru

The article dwells upon the study of the influence of granulated reclaimed asphalt pavement on the properties of cold repair mixes. It is revealed that the addition of granulated reclaimed asphalt pavement improves strength properties of cold asphalt concrete repair mixes with a decrease in their slumping.
Key words: *asphalt concrete, granulated reclaimed asphalt pavement, bitumen, cold repair mixes, economic efficiency, mix slumping.*

Рецензент: канд. техн. наук Г.С. Бахрах (ФАУ «РОСДОРНИИ»).
Статья поступила в редакцию: 01.10.2018 г.