

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 625.765+ 625.8

В. В. Губа, канд. техн. наук, Е. И. Горин

**Автомобильно-дорожный институт
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка**

АСФАЛЬТНЫЙ ГРАНУЛЯТ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Рассмотрено использование асфальтного гранулята при выполнении ремонтных работ на автомобильных дорогах. При использовании старого фрезерованного асфальтобетонного покрытия существует необходимость применения добавок, введение которых должно быть направлено на повышение качества асфальтобетонной смеси.

***Ключевые слова:** старое дорожное покрытие, асфальтный гранулят, битум, добавки, асфальтобетонная смесь*

Введение

Наиболее распространенным видом дорожного покрытия при строительстве автомобильных дорог является асфальтобетонное покрытие. Из-за высокой интенсивности движения транспортных средств на дороге существует необходимость часто выполнять ремонтные работы. Цена на материалы, которые используются при ремонте дорожного покрытия, ежегодно возрастает. Для того чтобы существенно снизить стоимость ремонтных работ целесообразно использовать старое асфальтобетонное покрытие, которое можно «обновить» как на асфальтобетонных заводах, так и непосредственно на дороге. Данный способ довольно распространен за рубежом (Япония, США, Германия и др.), где объемы использования старого дорожного покрытия достигают 20–30 % от всего количества асфальтобетонных смесей. В нашем регионе данные технологии только начинают использовать [1, 2].

Цель работы

Анализ применения асфальтного гранулята для ремонта автомобильных дорог с целью снижения использования нового битума, а также затрат на энергоресурсы и другие материалы.

Основная часть

Асфальтный гранулят – вторично используемый материал, который получается в результате измельчения старого асфальтобетонного покрытия и используется для повторного применения при выполнении ремонтных работ на автомобильных дорогах [3, 4].

Одним из методов получения асфальтного гранулята является регенерация – это дорожно-строительная технология восстановления поврежденных дорожных оснований и покрытий с применением асфальтогранулобетонной смеси. Технология регенерации предусматривает фрезерование старого (растрескавшегося и потерявшего несущую способность) асфальтобетонного покрытия и смешивание полученного асфальтного гранулята с другими компонентами (органическим или минеральным вяжущим, минеральным материалом) с образованием нового композиционного дорожно-строительного материала.

С каждым годом набирает популярность использование асфальтного гранулята в качестве материала для устройства верхних слоев оснований и покрытий, а также при создании асфальтобетонных площадок и территорий с твердым монолитным покрытием. При устройстве оснований асфальтный гранулят может применяться как в чистом виде, так и в виде смеси со щебнем или другими минеральными материалами.

Асфальтный гранулят – практичный современный материал, который применяют во многих сферах строительства. Диапазон практического применения асфальтного гранулята достаточно широк. Основные области применения асфальтного гранулята приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема использования асфальтного гранулята

Асфальтный гранулят классифицируют:

1. По виду минеральной составляющей исходных асфальтобетонов:
 - щебеночный;
 - гравийный.
2. По величине номинальных размеров наименьшего диаметра зерен минеральной части (d , мм) и наибольшего (D , мм):
 - крупнозернистый – 0,05/40;
 - мелкозернистый – 0,05/20 (при использовании сит с круглыми ячейками);
 - крупнозернистый – 0,063/31,5;
 - мелкозернистый – 0,063/16 (при использовании сит с квадратными ячейками).
3. По температуре размягчения вяжущего, восстановленного с его поверхности, по классам:
 - I класс – температура размягчения по «Кольцу и шару» не более 60 °С;
 - II класс – температура размягчения по «Кольцу и шару» более 60 °С.

Допустимые области применения асфальтного гранулята в асфальтобетонных смесях приведены в таблице 1.

Асфальтный гранулят является главным компонентом асфальтобетонной смеси, которая используется при производстве дорожно-строительных работ по технологии холодной регенерации (другие названия – холодный ресайклинг, холодное ресайклирование, холодный рециклинг). Асфальтный гранулят бывает двух видов, которые зависят от способа его получения:

- 1) с применением фрезы для получения асфальтного гранулята (данный способ применяют в летнее время);
- 2) с применением дробилок (данный способ применяют в любое время года).

Переработку старого асфальтобетона производят двумя способами:

- термопрофилирование (выравнивание при нагреве);
- фрезерование.

При термопрофилировании выполняются следующие действия:

- разогрев покрытия;
- размельчение асфальтобетона на глубину до 3–4 см;
- добавление новой смеси, ее укладка и уплотнение.

Таблица 1 – Область применения асфальтного гранулята в асфальтобетонных смесях

Исходный материал для получения асфальтного гранулята	Область применения			
	Литой асфальтобетон	Мелкозернистый плотный асфальтобетон и ПДА-асфальтобетон	Крупнозернистый плотный асфальтобетон и ПДА-асфальтобетон	Крупнозернистый пористый асфальтобетон и ПДА-асфальтобетон
Щебеночно-мастичные асфальтобетоны, мелкозернистые плотные асфальтобетоны и ПДА-асфальтобетоны	–	+	+	+
Крупнозернистые плотные и пористые асфальтобетоны и ПДА-асфальтобетоны	–	–	+	+
Литые асфальтобетоны	+	–	–	–

Существующие виды термопрофилирования асфальтобетонных покрытий приведены в таблице 2 [1, 5].

Таблица 2 – Виды термопрофилирования и их свойства

Название	Выполняемые операции
Термопланирование	Нагрев покрытия, разрыхление на глубину 2–5 см, разработка рыхленной смеси и ее уплотнение
Термогомогенизация	Операции как и в термопланировании. Восстановление асфальтобетона способом смешивания старой асфальтобетонной смеси, разработка перемешанной рыхленной смеси и ее уплотнение
Термоукладка	Нагрев покрытия, разрыхление на глубину 2–5 см, разработка рыхленной смеси и ее уплотнение. Дальнейшая укладка новой смеси в виде самостоятельного слоя
Термосмешение	Нагрев покрытия, разрыхление на глубину 2–5 см, смешивание новой смеси со старой, и ее дальнейшая укладка одним слоем уплотнения
Термопластификация	Нагрев покрытия, разрыхление на глубину 2–5 см, добавление и смешивание пластификатора со старой смесью, смешивание новой добавляемой смеси со старой или без использования новой смеси, укладка и уплотнение

Приведенные операции выполняются при помощи термопрофилировочных машин. Основными элементами машины являются: рыхлитель, горелки, разогреватели, смесительное и распределительное оборудование [3, 6].

В составе асфальтного гранулята присутствует битум и щебень старого асфальтобетонного покрытия, что выделяет его как оптимальный продукт для ремонта автомобильных дорог. Также асфальтный гранулят содержит каменный материал, который лишен напряжения, в отличие от нового, полученного при дроблении. Следовательно, гранулят под воздействием автомобильного транспорта не будет так быстро разрушаться на более мелкие фракции. Следовательно, это уменьшит деформацию дорожного покрытия.

Одной из причин ухудшения физико-механических характеристик гранулята является старение битума. При этом процессе происходит испарение легких масляных фракций и низкомолекулярных смол с последующим увеличением содержания асфальтенов (таблица 3), что приводит к увеличению как температуры хрупкости, так и вязкости битума [2, 3, 7].

Для восстановления свойств битума (вязкости, хрупкости, пластичности) в эксплуатируемом асфальтобетоне, используют различные добавки и пластификаторы. Исследования по переработке асфальтобетона, показывают необходимость в добавках [7, 8, 9].

Таблица 3 – Изменение компонентного состава битума БНД 60/90 в процессе его термостатирования

Термостатирование (время), час	Компоненты			
	Асфальтены	Смолы	Ароматические углеводороды	Насыщенные углеводороды
0	21,43	31,12	39,27	8,18
2	17,80	43,14	33,28	5,78
3	23,02	44,31	26,25	6,42

Различные способы повторного применения старого асфальтобетона получили широкое распространение в ряде зарубежных стран, таких как США, Франция, Германия и т. д. (рисунок 2). Повторное использование асфальтобетона, введение асфальтного гранулята в смеси – мировая тенденция в дорожном строительстве.

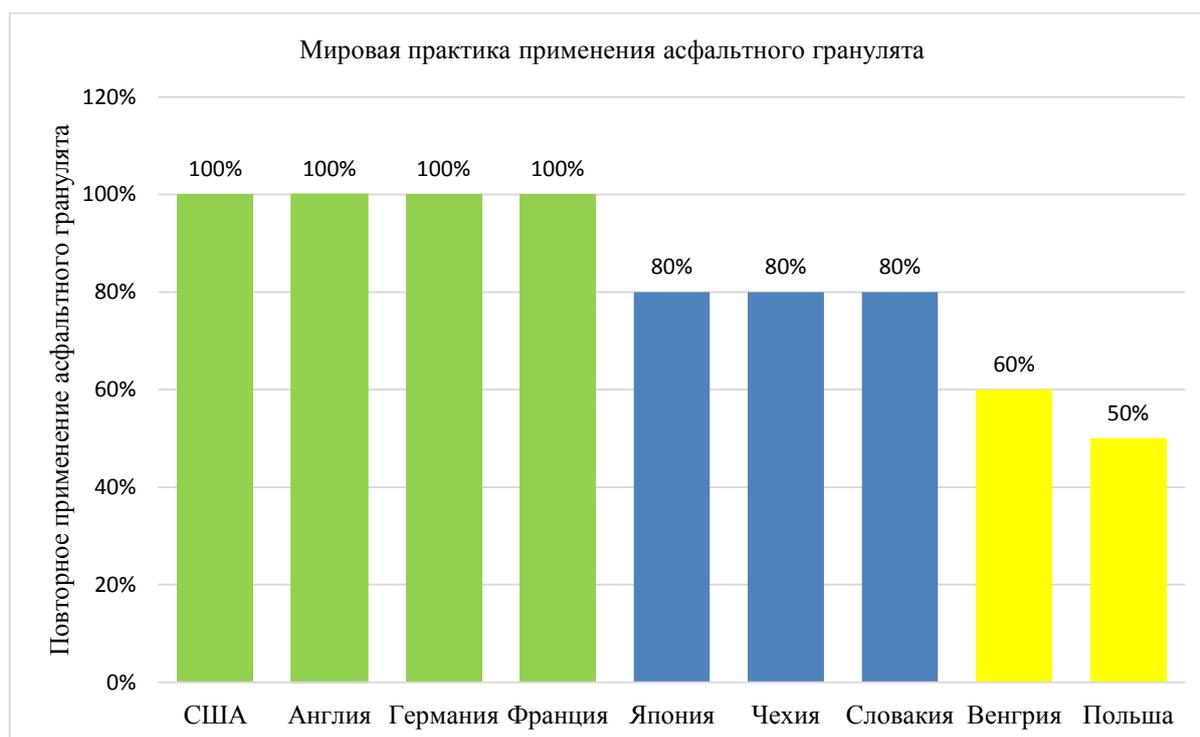


Рисунок 2 – Диаграмма использования асфальтного гранулята

Классификация повторного использования асфальтобетона показана на рисунке 3.

Фрезерованный асфальтобетон, который будет использован для переработки, поступает с разных дорог г. Горловки, выполненных из разных типов асфальтобетонных покрытий. Поэтому он имеет одну особенность – неоднородность. Данные, полученные рядом ученых, о содержании различных компонентов в асфальтном грануляте приведены в таблице 4 [10, 11]. Для улучшения физико-механических и технологических свойств асфальтобетона целесообразно использовать ПАВ. Применение ПАВ позволяет снизить температуру приго-

товления смеси, обеспечить необходимое качество уплотнения.



Рисунок 3 – Схема повторного использования асфальтобетона

Таблица 4 – Данные по однородности асфальтного гранулята

Данные	Щебень, 5–20 мм	Песок, 0,5–2 мм	Минеральный порошок, 0,071 мм	Битум, свыше 100 %
Среднее содержание компонента в выборке, %	33,8	56,2	10,0	5,9
Среднее квадратическое отклонение	14,7	13,7	2,5	0,8
Коэффициент вариации, %	43,6	24,5	25,0	14,2

При добавлении асфальтного гранулята и формировании структуры асфальтобетона, мономолекулярные слои с ПАВ будут преимущественно адсорбироваться на периферийной части битумных пленок, покрывающих поверхность частиц, и на необработанных минеральных поверхностях, которые образуются при измельчении гранулята.

Положительное влияние ПАВ на укладку и уплотнение смеси с асфальтным гранулятом выражается в снижении прочности фазовых, коагуляционных контактов. Данное влияние позволяет снизить внутреннее сопротивление частиц сдвигу и уменьшает сопротивляемость выжиманию периферийной части жидкой фазы в межзерновое пространство. Наиболее применяемые в дорожном строительстве ПАВ приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Сведения о ПАВ

Название продукта	Производитель продукта	Состав продукта	Дозировка от массы битума, %
Модификатор «ССBit 113 AD»	Германия, «Lafrentz achte baugesellschaft»	Амидные воски на основе полиаминов жирных кислот	3,0
Добавка «Rediset WMX 8017»	Швеция, «AkzoNobel»	Парафиновые и углеводородные воски, алкилдиаминопропан	1,5
Амфолитная присадка «ДАД1»	Россия, НПК «СЕЛЕНА» г. Шебекино	Вторичные продукты переработки растительных масел	0,6

Заключение

Применение асфальтного гранулята, а также ресурсосберегающих технологий позволяет создавать адекватную замену определенной части компонентов асфальтобетонной смеси. Введение асфальтного гранулята в смесь не нарушает основных требований, выдвигаемых к качеству дорожного покрытия. При этом можно существенно снизить количество битума и расходы на его приобретение, а также энергоресурсы и материалы.

Список литературы

1. Производство асфальтобетонных смесей с добавлением асфальтового гранулята / А. П. Лупанов, В. В. Силкин, А. С. Суханов, Н. В. Гладышев // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2017. – № 4(82). – С. 37–39.
2. Пучкин, В. А. Использование асфальтобетонного гранулята в дорожном строительстве / В. А. Пучкин, А. Н. Ивкучев, К. А. Тугунов // Ползуновский альманах. – 2017. – № 4-2. – С. 196–199.
3. Теплые асфальтобетонные смеси с добавлением асфальтового гранулята / А. П. Лупанов, Н. В. Гладышев, В. В. Силкин [и др.] // Дороги и мосты. – 2018. – № 1(39). – С. 23.
4. Asphalt Granulate Coating for Roadsides / R. Sakhapov, M. Makhmutov, R. Nikolaeva, M. Gatiatullin // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 245. – P. 03014.
5. Зубков, А. Ф. Технология строительства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог : монография / А. Ф. Зубков, В. Г. Однолько. – Москва : Машиностроение, 2009. – 224 с. – ISBN 978-5-94275-510-2.
6. Кроли, А. В. Новый горячий рисайклинг на месте при обновлении асфальта с горячим смешиванием в штате Миссисипи / А. Б. Кроли // Управление транспортных исследований США. Отчет № 1654, 1999. – 46 с.
7. Технические рекомендации по применению асфальтобетонных смесей, модифицированных добавками старого асфальтобетона. – Текст : электронный // Нормативные базы ГОСТ/СП/СНиП. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/55/55371/index.htm#i64012> (дата обращения: 03.03.2020).
8. An Investigation into the Influence of Aging and Rejuvenation on Surface Free Energy Components and Chemical Composition of Bitumen / S. Matolia, G. Guduru, B. Gottumukkala, K. K. Kuna // Construction and Building Materials. – 2020. – Vol. 245. – P. 118378.
9. Experimental Assessment on Engineering Properties of Aged Bitumen Incorporating a Developed Rejuvenator / H. Jiang, J. Zhang, C. Sun [et al.] // Construction and Building Materials. – 2018. – Vol. 179. – P. 1–10.
10. ГОСТ Р 55052–2012. Гранулят старого асфальтобетона. Технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2012 г. № 705-ст : введен впервые : дата введения 2013-07-01 / разработан Федеральным автономным учреждением «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве». – Москва : Стандартиформ, 2013. – 12 с.
11. Асфальтовая крошка. – Текст : электронный // Юнидорстрой. – URL: <http://www.unidorstroy.kiev.ua/wiki-asphalting/asfaltovaya-kroshka.html> (дата обращения 03.03.2020).

В. В. Губа, Е. И. Горин

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Асфальтный гранулят в дорожном строительстве

В данной статье рассмотрено использование асфальтного гранулята при выполнении ремонтных работ на автомобильных дорогах. Были указаны области применения асфальтного гранулята, способы его получения,

а также области его применения.

Анализ исследований в области применения асфальтового гранулята показывает, что совершенствование технологии приготовления и укладки асфальтобетонных смесей возможно за счет введения добавок ПАВ комплексного действия, улучшающих физико-механические свойства асфальтобетона.

Теоретическими исследованиями установлено, что применение ПАВ в составе асфальтобетонных смесей с гранулятом способствует улучшению физико-механических и технологических свойств асфальтобетона. Это в свою очередь позволяет уменьшить температуру приготовления смеси, сократить количество выбросов, что может положительно отразиться на снижении объемов образующихся выбросов вредных веществ и обеспечить при этом требуемое качество уплотнения.

В ходе проведенных теоретических исследований установлено, что главными причинами повышения прочностных показателей, снижения водостойкости, ухудшения деформационных свойств и уплотняемости асфальтобетонов с добавлением гранулята служат старение битума и наличие необработанных вяжущим поверхностей минеральных зерен и частиц гранулята.

Введение асфальтного гранулята в смесь не нарушает основных требований, выдвигаемых к качеству дорожного покрытия. При этом можно существенно снизить количество битума и расходы на его приобретение, а также энергоресурсы и материалы. Однако, как и любой другой материал, при использовании асфальтного гранулята, должны быть соблюдены все технологические требования и нормы.

Можно сделать вывод, что применение асфальтного гранулята, а также ресурсосберегающих технологий позволяет создавать адекватную замену определенной части компонентов асфальтобетонной смеси.

СТАРОЕ ДОРОЖНОЕ ПОКРЫТИЕ, АСФАЛЬТНЫЙ ГРАНУЛЯТ, БИТУМ, ДОБАВКИ, АСФАЛЬТОБЕТОННАЯ СМЕСЬ

V. V. Guba, E. I. Gorin

Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Asphalt Granulate in Road Construction

This article discusses the use of asphalt granulate when performing repair work on highways. The application areas of asphalt granulate and methods of its production are specified.

Research analysis in the field of asphalt granulate shows that it is possible to improve the technology of asphalt concrete mixtures preparation and laying due to the introduction of complex surfactant additives enhancing the asphalt concrete physical and mechanical properties.

Theoretical studies have shown that the use of surfactants in asphalt concrete mixtures with granulate improves the asphalt concrete physical and mechanical properties. This in turn allows to decrease the temperature of the mixture preparation, to reduce the amount of emissions that can have a positive impact on reducing the volume of harmful substances emission and ensure the required quality of compaction.

In the course of theoretical research, it is found that the main reasons for increasing the strength indicators, reducing water resistance, deterioration of the deformation properties and compaction of asphalt concrete with the addition of granulate are the aging of bitumen and the presence of untreated binder surfaces of mineral grains and granulate particles.

The introduction of asphalt granulate into the mix does not violate the basic quality requirements of the road surface. At the same time, you can significantly reduce the amount of bitumen and the cost of purchasing it, as well as energy resources and materials. However, like any other material, when using asphalt granulate, all technological requirements and standards must be met.

It can be concluded that the use of asphalt granulates, as well as resource-saving technologies allows to create an adequate replacement of a certain part of the components of the asphalt concrete mix.

OLD PAVEMENT, ASPHALT GRANULATE, BITUMEN, ADDITIVES, ASPHALT CONCRETE MIX

Сведения об авторах:

В. В. Губа

SPIN-код: 7398-9000
ORCID ID: 0000-0003-4856-5484
Researcher ID: G-5120-2016
Телефон: +38 (071) 367-31-88
Эл. почта: guba.viktoriya@mail.ru

Е. И. Горин

Телефон: +38 (071) 336-79-10
Эл. почта: jekagorin19@gmail.com

Статья поступила 07.04.2020

© В. В. Губа, Е. И. Горин, 2020

Рецензент: И. В. Шилин, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»