

Канд. техн. наук **Г.С. Бахрах**  
(ФАУ «РОСДОРНИИ»)

Контакт. информация: bakhrakh35@mail.ru

*Рассмотрена тенденция увеличения содержания асфальтобетонного гранулята в асфальтобетонной смеси в США. Отмечена ошибочность мнения полного смешения старого и свежего битумов в процессе приготовления асфальтобетонной смеси с добавлением гранулята. Установлена нецелесообразность введения более 20 % гранулята в асфальтобетон при строительстве и ремонте автомобильных дорог РФ.*

**Ключевые слова:** асфальтобетон, асфальтобетонный гранулят, содержание гранулята в асфальтобетоне.

При ремонте автомобильных дорог с каждым годом образуется все большее количество асфальтобетонного гранулята – продукта фрезерования старого асфальтобетонного покрытия. В развитых странах количество гранулята ежегодно составляет десятки миллионов тонн. В связи с этим все большую остроту приобретает проблема его утилизации, связанная с охраной окружающей среды. Однако в последнее время повышенное внимание стали уделять экономической выгоде использования данного продукта.

В статье автора [1] были рассмотрены различные варианты применения гранулята в дорожной отрасли. За рубежом в основном его добавляют при приготовлении асфальтобетонных смесей. В РФ этот вариант преимущественно используют в городских условиях, где образуется большое количество гранулята.

До недавнего времени в России действовал ГОСТ 55052-2012 «Гранулят старого асфальтобетона. Технические условия», который был разработан с учетом европейского стандарта EN 13108-8:2005 «*Bituminous mixtures – Material specification. – Part 8: Reclaimed asphalt*». Затем были изданы «Методические рекомендации по приготовлению и применению асфальтобетонной смеси с использованием переработанного асфальтобетона» (ОДМ 218.2.034-2013).

С экономической точки зрения, чем выше содержание гранулята в асфальтобетонной смеси, тем она дешевле. Но при этом изменяются свойства асфальтобетона.

Использование гранулята в асфальтобетоне в США было начато в 70-х годах XX века. В исследованиях Литтла и Эппса (D.H. Littl and

J.A. Epps, 1980) и Брауна (E.R. Brown, 1984) было показано, что свойства асфальтобетона с добавкой гранулята могут быть даже лучше, чем без его добавки. Предпочтительным содержанием гранулята считают 25 % (R. McDaniel and T. Nantung, 2005; D. Newcomb, E.R. Brown and J.A. Epps, 2007).

В США в 2010 г. среднее содержание гранулята в смеси составляло всего 10 %. Однако с увеличением стоимости дорожно-строительных материалов начинают активно проводиться исследования асфальтобетона, содержащего более 15 % гранулята. Так, в штате Флорида использовали смесь, содержащую 45 % гранулята с добавлением вспененного битума (A. Copeland and others, 2010), а в Манитобе (Канада) построили опытный участок дороги с асфальтобетонным покрытием, применяя 50 % гранулята (L. Logia and others, 2011; E.J. Hajj and others, 2012).

Исследование Национальным центром асфальтовой технологии США (US National Center for Asphalt Technology) поведения опытных участков показало, что смеси с высоким содержанием гранулята могут отлично противостоять колееобразованию без растрескивания (R.D. West and others, 2012).

Согласно рекомендациям AASHTO M 323 (2001 г.), смеси, содержащие до 15 % гранулята, подбирают в соответствии с требованиями «Суперпейв»<sup>1</sup>. Однако департамент транспорта штата Вирджиния в 2007 г. дополнил эти рекомендации, допуская применять смеси, содержащие до 20 % гранулята без увеличения общего содержания битума, и смеси, содержащие от 21 до 30 % гранулята с добавлением на одну марку менее вязкого битума, также без увеличения его общего содержания. На начальной стадии проектирования состава смеси проводятся лабораторные исследования для оценки сопротивления асфальтобетона с повышенным содержанием гранулята увлажнению, колееобразованию и усталости.

В Вирджинском центре транспортных инноваций и исследований (Virginia Center for Transportation Innovation and Research) изучали асфальтобетон, содержащий 20, 30 и 45 % гранулята. При этом определяли динамический модуль упругости и число текучести (последнее испытание позволяет моделировать повторное воздействие тяжеловесных транспортных средств на покрытие с точки зрения колееобразования). Был сделан вывод, что в асфальтобетонную смесь можно успешно добавлять до 45 % гранулята [2]. Этот вывод можно оспорить, так как не было проведено усталостных испытаний.

---

<sup>1</sup> «Суперпейв» (Superpave) – американская система проектирования асфальтобетонных смесей.

Согласно ОДМ 218.2.034-2013, не допускается применять асфальтобетонные смеси, содержащие до 15 % гранулята, в верхнем слое покрытия на дорогах высоких категорий (I – III). Почему? С таким низким содержанием гранулята свойства асфальтобетона практически не изменяются, и данную рекомендацию можно рассматривать как излишне осторожную. При большем содержании гранулята его влияние начинает сказываться. Дело в том, что битум, входящий в состав гранулята, как правило, уже состаренный и потому более жесткий, чем вновь добавляемый. С увеличением содержания гранулята в асфальтобетоне растет его модуль упругости и сопротивление колееобразованию. Казалось бы – хорошо! Но до определенного предела. В [1] отмечалось, что усталостные параметры асфальтобетона достигают оптимума при содержании гранулята в смеси в пределах 20-40 %.

Сравнительные испытания балочек, содержащих 0, 20, 30 и 40 % гранулята, показали, что содержание его до 20 % практически не влияет на сопротивление усталости (выносливость), а большее содержание – существенно снижает выносливость [3]. В работе [4] отмечают, что добавление незначительного количества нового битума в смесь с содержанием 40 % гранулята снижает сопротивление асфальтобетона и колееобразованию, и усталости.

Департаментом транспорта штата Нью-Йорк было решено проверить возможность снижения общего количества битума в асфальтобетоне, содержащем 20 % гранулята, построив опытные участки из смесей с 5,3, 5,6 и 5,8 % битума (общего). При этом полагали, что в смесь битумов попадет соответственно 100, 75 и 50 % старого битума из гранулята. Испытывали образцы с пористостью между 6 и 7 % из смесей, отобранных на выходе из смесителя, а также керны, выбуренные через год после начала эксплуатации покрытия. Критерием качества являлась выносливость образцов (число циклов нагружения, обуславливающих снижение модуля упругости до 50 % от исходного). Результаты показали, что асфальтобетон со стопроцентным учетом битума в грануляте ведет себя хуже, чем с учетом меньших значений.

В 2012 г. Департамент транспорта Нью-Джерси утвердил спецификации для асфальтобетона с высоким содержанием гранулята. В них допускается содержание гранулята для верхнего слоя покрытия в количестве 20 %, а для промежуточных слоев покрытия и слоев основания – 30 % (аналогично спецификации штата Вирджинии 2007 года).

Однако возникла проблема: а сколько нужно добавлять в смеси с гранулятом свежего битума и какой вязкости? Была сделана попытка вводить в такие смеси мягкие битумы или омолаживающие добавки, чтобы компенсировать излишнюю жесткость. Результаты оказались весьма противоречивыми.

Последние исследования, проведенные в США в рамках NCHRP (англ. National Cooperative Highway Research Program – Национальная программа совместных дорожных исследований) [5], показали, что при содержании гранулята в смеси меньше 25 % корректировка количества свежего битума не требуется. В противном случае, ее осуществляют по приводимым формулам. Следует отметить, что при этом допускалось смешение старого и нового битумов в значительной степени.

До сих пор существует ошибочное мнение, что во время приготовления асфальтобетона старый битум из гранулята смешивается со свежим битумом.

Фактически, в такую битумную смесь попадает лишь незначительная часть старого битума (отечественный ученый Л.Б. Гезенцев называл его «свободным битумом» в отличие от ориентированного битума, контактирующего с поверхностью минерального порошка). Этот вопрос вызвал большую дискуссию в научных кругах США в 2005-2010 гг. Главной проблемой широкого применения асфальтобетонных смесей с повышенным содержанием гранулята в США является неопределенность в степени смешения старого и нового битумов. В исследовании [6] была сделана экспериментальная попытка ответить на этот вопрос. В новый битум вводили 20 % дисперсного порошка двуокиси титана ( $TiO_2$ ) и готовили две асфальтобетонные смеси с добавлением 50 % гранулята и 5,0 и 5,8 % нового битума с титановым порошком. Образцы асфальтобетона изучались при помощи сканирующего электронного микроскопа. Если битум из гранулята смешивался с новым битумом, то в него попадали и зерна  $TiO_2$ , что хорошо было видно на снимках. Это позволяло определить *индекс смешения* – отношение массы титана к массе битума.

При подборе состава по методу Суперпейв смесь нагревали при температуре ожидаемого уплотнения (между 149 и 157 °С) в течение двух часов после перемешивания перед изготовлением образцов, что позволяло моделировать технологическое старение. Индекс смешения для первой смеси составил 6,1 %. Когда технологическое старение исключили, индекс смешения составил только 4,1 %.

Представляют определенный интерес некоторые выводы по результатам упомянутого выше исследования:

- дополнительное дробление гранулята на АБЗ существенно улучшает степень смешения старого и нового битумов;
- имитация в лаборатории технологического старения также улучшает степень смешения старого и нового битумов.

Анализ выполненных исследований показывает, что их авторами не уделялось достаточное внимание степени старения битума в грануля-

те. По мнению автора данной статьи, именно это в первую очередь влияет на степень смешения старого и нового битумов и выносливость асфальтобетона. Учитывая неодинаковое содержание битума в грануляте, поступающем на АБЗ из различных мест, и разную степень старения такого битума, целесообразнее было бы не принимать это во внимание. Более продуктивно опираться на результаты лабораторных исследований при подборе состава смеси с повышенным содержанием гранулята. Основным показателем качества такого асфальтобетона рекомендуется считать выносливость.

## ВЫВОДЫ

1. Основной мотивацией приготовления асфальтобетона с повышенным содержанием гранулята в России является прежде всего экономия ресурсов, тогда как за рубежом преимущественно охрана окружающей среды.
2. Использование повышенного количества гранулята в асфальтобетоне актуальнее в городских условиях.
3. Влияние повышенного содержания гранулята на выносливость асфальтобетона носит противоречивый характер. Это связано с количеством гранулята, количеством добавляемого свежего битума и степенью старения битума в грануляте.
4. Добавляемый битум лишь частично смешивается со старым битумом из гранулята, и степень смешения зависит от многих факторов.
5. При подборе состава смеси с повышенным содержанием гранулята следует в первую очередь ориентироваться на показатель выносливости асфальтобетона.
6. Рекомендуемое количество вводимого в асфальтобетон гранулята без корректировки марки добавляемого битума составляет около 25 %.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бахрах Г.С. Как эффективнее использовать гранулят / Г.С. Бахрах // *Автомобильные дороги*. – 2015. – № 6. – С. 65-69.
2. Diefenderfer S. *Evaluation of Production, Construction, and Properties of High Reclaimed Asphalt Pavement Mixture* / S. Diefenderfer, N.Harikrishnan // TRR. – 2014. – No 2445. – PP. 75-82.
3. Bennert T. *Strategies for Incorporating Higher Recycled Asphalt Pavement Percentages. Review of Implementation Trials in Northeast States* / T. Bennert, J.S. Daniel, W. Mogawer // TRR. – 2014. – No 2445. – PP. 83-93.
4. Boriack P. *Laboratory Study on Effects of High Reclaimed Asphalt Pavement and Binder Content. Stiffness, Fatigue Resistance, and Rutting Resistance* / P. Boriack, S.W. Katicha, G.W. Fintsch // TRR. – 2014. – No 2445. – PP. 64-74.
5. West R. *Improved Mix Design, Evaluation, and Materials Management Practices for Hot Mix Asphalt with High Reclaimed Asphalt Pavement Content* /

R. West, J.R. Willis, M. Marasteanu / *Transportation Research Board // NCHRP Report 752. – Washington. – 2013.*

6. Castorena C. *Blending Measurements in Mixtures with Reclaimed Asphalt / C. Castorena., S. Pape // TRR. – 2016. – No 2574. – PP. 57-63.*

### L I T E R A T U R A

1. Bahrah G.S. *Kak jeffektivnee ispol'zovat' granuljat / G.S. Bahrah // Avtomobil'nye dorogi. – 2015. – # 6. – S. 65-69.*
2. Diefenderfer S. *Evaluation of Production, Construction, and Properties of High Reclaimed Asphalt Pavement Mixture / S. Diefenderfer, N.Harikrishnan // TRR. – 2014. – No 2445. – PP. 75-82.*
3. Bennert T. *Strategies for Incorporating Higher Recycled Asphalt Pavement Percentages. Review of Implementation Trials in Northeast States / T. Bennert, J.S. Daniel, W. Mogawer // TRR. – 2014. – No 2445. – PP. 83-93.*
4. Boriack P. *Laboratory Study on Effects of High Reclaimed Asphalt Pavement and Binder Content. Stiffness, Fatigue Resistance, and Rutting Resistance / P. Boriack, S.W. Katicha, G.W. Fintsch // TRR. – 2014. – No 2445. – PP. 64-74.*
5. West R. *Improved Mix Design, Evaluation, and Materials Management Practices for Hot Mix Asphalt with High Reclaimed Asphalt Pavement Content / R. West, J.R. Willis, M. Marasteanu / Transportation Research Board // NCHRP Report 752. – Washington. – 2013.*
6. Castorena C. *Blending Measurements in Mixtures with Reclaimed Asphalt / C. Castorena., S. Pape // TRR. – 2016. – No 2574. – PP. 57-63.*

---

### ASPHALT CONCRETE WITH ASPHALT GRANULATE ADDITION

Ph. D. (Tech.) **G.S. Bakhrakh**  
(FAI «ROSDORNII»)

Contact information: [bakhrakh35@mail.ru](mailto:bakhrakh35@mail.ru)

*The tendency of asphalt granulate content increasing in the asphalt concrete mixture in the USA is considered. The erroneousness of the opinion of the complete mixing of old and fresh bitumen during the preparation of the asphalt concrete mixture with the addition of granulate was noted. It was found inexpedient to introduce more than 20% of granulate in asphalt concrete when road constructing and repairing in Russia.*

**Key words:** *asphalt concrete, asphalt granulate, content of granulate in asphalt concrete.*

---

Рецензент: д-р техн. наук А.В. Руденский (ФАУ «РОСДОРНИИ»).

Статья поступила в редакцию: 26.12.2017 г.