

АКТИВНОСТЬ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА – ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЯХ

THE ACTIVITY OF GRANULAR ASPHALT – THE FACTOR THAT DETERMINES THE EFFICIENCY OF ITS APPLICATION IN ASPHALT CONCRETE MIXTURES

Д. Г. Игошкин,
заместитель начальника
управления республиканского
дочернего унитарного
предприятия
«Белорусский дорожный
научно-исследовательский
институт «БелдорНИИ»,
г. Минск, Беларусь

С. Е. Кравченко,
кандидат технических наук,
заведующий кафедрой
«Строительство
и эксплуатация дорог»
Белорусского национального
технического университета,
г. Минск, Беларусь

В статье приведены результаты испытаний асфальтобетонных смесей с асфальтогранулятом на усталостную долговечность, определено оптимальное содержание асфальтогранулята, ее обеспечивающее. Приведен метод оценки активности асфальтогранулята. Рассмотрена технология повышения активности асфальтогранулята путем восстановления свойств входящего в его состав битума.

The article presents the results of testing of asphalt concrete mixtures with granular asphalt on fatigue life. The granular asphalt optimal content is determined. The method of the granular asphalt activity evaluation is presented. The article presents the granular asphalt activity increasing technology by the rehabilitation of bitumen characteristics included in the composition.

ВВЕДЕНИЕ

Изменение свойств асфальтобетона в процессе эксплуатации связано со старением входящего в его состав битума. В результате процессов окисления, полимеризации ухудшаются деформационные свойства битумных пленок [1], скрепляющих частицы каменных материалов. Минеральные компоненты асфальтобетона не изменяют своих характеристик в процессе устройства покрытия, эксплуатации и фрезерования [2]. Содержание битума в асфальтобетоне находится в пределах от 3 % до 8 %, следовательно, не менее 90 % массы старого асфальтобетона представляет собой полноценный строительный материал, применение которого технически целесообразно и экономически оправдано.

В странах Западной Европы, наряду с традиционными горячими асфальтобетонами, широко применяются асфальтобетонные смеси с использованием асфальтогранулята. При этом их объем достигает примерно 40 % от объема всех выпускаемых асфальтобетонных смесей. Необходимость использования асфальтогранулята вызвана экологическими аспектами, высокой стоимостью и нехваткой материалов, используемых при производстве асфальтобетонных смесей.

Широко применяется в последнее время асфальтогранулят и в нашей республике. Для этого имеется соответствующая нормативная база. В соответствии с СТБ 1705 [3] асфальтогранулят представляет собой зернистый минеральный материал, покрытый органическим вяжущим,

с крупностью зерен до 40 мм. Его получают в процессе измельчения лома асфальтобетонных покрытий и оснований городских улиц и автомобильных дорог общего пользования, проездов, пешеходных путей, велодорожек и прочих объектов благоустройства территорий в дробильных установках, а также при холодном фрезеровании асфальтобетонных покрытий и применяют для устройства покрытий и оснований автомобильных дорог и объектов благоустройства, а также для других видов дорожных работ.

Наиболее широко в нашей республике асфальтогранулят используется в качестве расклинивающего материала при устройстве щебеночных оснований. Имеющийся опыт использования асфальтогранулята в этом направлении подтвердил его высокую эффективность. К сожалению, такое применение асфальтогранулята практически исключает его повторное использование в дальнейшем, в то время как технологии применения асфальтогранулята в асфальтобетонных слоях позволяют повторно использовать его неограниченное количество раз. Фактически на основе технологии повторного использования асфальтогранулята в асфальтобетонных слоях можно достичь замкнутого цикла, при котором потребность в дефицитных и дорогостоящих новых материалах сводится к минимуму, что очень актуально в существующих экономических условиях.

Однако широкое применение асфальтогранулята при устройстве асфальтобетонных покрытий невозможно без всестороннего исследования физико-механических, реологических, эксплуатационных свойств полученного материала, а также экономической и энергетической эффективности предлагаемой технологии.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА С АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТОМ

Ранее были проведены исследования влияния асфальтогранулята на физико-механические свойства и коррозионную стойкость асфальтобетонных смесей типов ЩМАг I/2,75, ЩМБг I/2,55 с различным его содержанием [4].

Анализ полученных результатов показал, что асфальтобетонные смеси с использованием асфальтогранулята обладают повышенными сдвигоустойчивостью, пределом прочности при сжатии и растяжении по сравнению с обычными плотными асфальтобетонами. Асфальтобетонные смеси с использованием асфальтогранулята обладают недостаточной трещиностойкостью, что обусловлено повышением вязкости вяжущих веществ в результате старения. Важным является то обстоятельство, что асфальтобетонные смеси, приготовленные с применением асфальтогранулята и традиционных материалов, имеют сопоставимую плотность и водонасыщение. С увеличением содержания асфальтогранулята значение коэффициента водостойкости увеличивается. Причем, чем больше тол-

щина битумных пленок на поверхности минеральных зерен, тем меньшее влияние оказывает содержание асфальтогранулята на значение коэффициента водостойкости асфальтобетона.

С целью определения усталостной трещиностойкости асфальтобетона типа ЩМБг по СТБ 1033 [5], приготовленного с использованием асфальтогранулята, были проведены испытания образцов согласно ДМД 02191.2.042 [6]. Для обработки полученных результатов использовалась статистическая графическая система Statgraphics. В качестве факторов были приняты содержание асфальтогранулята и модуль битума. В качестве переменной принят расчетный срок службы по критерию усталостной повреждаемости. Результаты определения расчетного срока службы асфальтобетона типа Б по критерию усталостной повреждаемости приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Расчетный срок службы асфальтобетона, приготовленного с различным содержанием асфальтогранулята

Модуль битума	Содержание асфальтогранулята, %	Плотность P , г/см ³	Остаточная пористость $P_{ост}$, %	Расчетный срок службы по критерию усталостной повреждаемости, лет
2,5	0	2,48	2,4	7,6
2,3	0	2,47	2,6	6,4
2,5	20	2,48	2,5	7,3
2,3	40	2,46	3,0	4,5
2,3	20	2,47	2,8	6,0
2,5	40	2,47	2,7	5,6
2,7	0	2,49	2,2	8,3
2,7	40	2,48	2,3	6,4
2,7	20	2,49	2,3	8,0

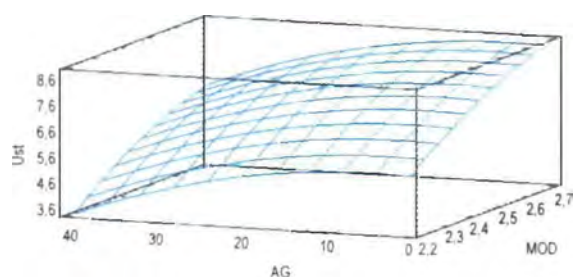


Рисунок 1 – Зависимость расчетного срока службы асфальтобетона от модуля битума и содержания асфальтогранулята

Из полученных результатов исследования видно, что введение асфальтогранулята в состав асфальтобетонной смеси значительно снижает расчетный срок службы асфальтобетона по критерию усталостной повреждаемости. Наиболее резкое снижение усталостной повреждаемости наблюдается у образцов с содержанием асфальтогранулята более 20 %.

Одной из причин снижения долговечности асфальтобетона является недостаточная «активность» используемого асфальтогранулята.

Под активностью следует понимать способность вяжущего в составе асфальтогранулята образовывать после нагрева и последующего остывания прочные связи, способные выдерживать многократную транспортную нагрузку.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ АКТИВНОСТИ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА

Целью методики является определение активности асфальтогранулята и условий его применения в конструктивных слоях дорожной одежды. Степень активности асфальтогранулята определяется количеством и качеством остаточного битума на поверхности минеральных частиц. С учетом этого асфальтогранулят может использоваться как щебень или же как щебень, обработанный битумом. В первом случае его следует определить как неактивный, а во втором – как активный.

Активность асфальтогранулята можно, в самом первом приближении, оценить по следующим признакам: 1) асфальтогранулят имеет тусклый серый цвет без черной глянцевой поверхности – активность материала вызывает сомнения; 2) зерна асфальтогранулята при комнатной температуре не приклеиваются к руке при их сильном сжатии – активность материала вызывает сомнения.

Для более объективной оценки активности асфальтогранулята необходимо проведение лабораторных исследований с целью определения количества битума, содержащегося в материале, и его реологических свойств: пенетрации и температуры размягчения.

Пенетрация характеризует вязкость содержащегося в материале битума, что дает возможность считать его активным или неактивным. В [7] приводится градуированная шкала величины пенетрации регенерируемого битума, по которой оценивается его активность (рис. 2).

Если асфальтогранулят классифицируется как неактивный, то долей битума в нем можно пренебречь. Однако в случае применения в асфальтобетонных смесях асфальтогранулята, классифицирующегося

как активный, количество битума, содержащегося в асфальтогрануляте, должно быть учтено при подборе состава асфальтобетонной смеси.

Согласно [7] оценить, является ли регенерируемый материал активным или неактивным, можно нагревом до 70 °С его образцов диаметром 100 мм. В течение 24 часов они выдерживаются в воде, а затем подвергаются испытанию на предел прочности при растяжении до раскола (ITS). Если по результатам испытания этот предел превышает 100 кПа, материал относится к активным.

ПОВЫШЕННЕ АКТИВНОСТИ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА ПУТЕМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СВОЙСТВ БИТУМА НА ЕГО ПОВЕРХНОСТИ

Активность асфальтогранулята может быть повышена улучшением реологических свойств битума. Одним из возможных вариантов является обработка поверхности асфальтогранулята «омолаживающими» составами.

Добавки могут вводиться непосредственно в мешалку асфальтосмесительной установки одновременно с асфальтогранулятом.

В качестве примера «омолаживающей» добавки можно рассмотреть Sylvaroad RP 1000 производства компании Arizona Chemical.

Добавка Sylvaroad RP 1000 изготавливается из сырого талового масла и сырого сульфата терпентина, продуктов переработки сосны, которые используются в целлюлозно-бумажной промышленности. Компания Arizona Chemical разрабатывала данную добавку на протяжении трех лет [8].

При добавлении Sylvaroad RP 1000 в состаренный битум восстанавливаются все его физические и механические свойства, и обновленное связующее способно работать в новой асфальтовой смеси с большей устойчивостью к трещинообразованию, благодаря низкому показателю температуры хрупкости, с лучшим сопротивлением пластическим деформациям в связи с более высокими значениями динамической вязкости при 60 °С.

Добавка позволяет вернуть состаренному битуму в составе асфальтогранулята свойства стандартного битума – БНД 60/90.

На 1 т производимой асфальтобетонной смеси, содержащей 40 % асфальтогранулята, для восстановления его свойств до степени, отвечающей требуемым



Рисунок 2 – Градуированная шкала величины пенетрации регенерируемого битума

техническим условиям, достаточно всего 1–2 кг добавки [9].

Добавка восстанавливает свойства вяжущего в составе регенерированного асфальтобетона так, что оно начинает вести себя как стандартный битум, что позволяет повторно использовать 20 %–50 % асфальтогранулята, а теоретически и до 100 %.

Применение добавки Sylvaroad RP 1000 позволяет снизить технологические температуры при горячей регенерации асфальтогранулята с 170 °С до 150 °С–155 °С.

Добавка Sylvaroad RP 1000, снижая вязкость вяжущего в асфальтогрануляте, позволяет не только повторно использовать каменные материалы, но и уменьшить потребность в первичном битуме. Это дает значительное сокращение издержек, поскольку уменьшается объем впервые используемых материалов: битума и минеральной части. Экономия может составить 15 % для смеси с 40 % асфальтогранулята и добавкой Sylvaroad RP 1000 по сравнению со смесью без асфальтогранулята [9].

Были проведены предварительные исследования влияния добавки на физико-механические свойства асфальтобетона типа Б по СТБ 1033 [5] с различным содержанием асфальтогранулята. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Состав смеси		
	Тип Б	Асфальтогранулят из типа Б	Асфальтогранулят из типа Б + 0,2 % Sylvaroad RP 1000
Плотность, г/см ³	2,45	2,45	2,48
Водонасыщение, %	1,6	1,6	0,8
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С	2,5	4,1	3,4
Предел прочности при растяжении, МПа, при температуре 0 °С	3,4	3,9	3,4
Модуль жесткости, МПа, при температуре 10 °С	8600	10 120	9000
Модуль жесткости, МПа, при температуре 30 °С	2200	3100	2500

Результаты исследований показывают, что введение «омолаживающей» добавки позволяет существенно улучшить удобоукладываемость полученной асфальтобетонной смеси. Применение Sylvaroad RP 1000 в количестве 0,2 % от массы смеси позволяет снизить значения предела прочности при растяжении при температуре 0 °С и модуля жесткости при 10 °С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«Омолаживание» битумных пленок на поверхности асфальтогранулята способствует восстановлению деформационных свойств битума при низких температурах. Одновременно при этом наблюдается по-

вышение прочностных свойств асфальтобетона при высоких температурах, что повышает его сдвигоустойчивость.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колбановская, А. С., Михайлов, В. В. Дорожные битумы. – М. : Транспорт, 1973.
2. Штабинский, В. В., Скворцов, Е. А., Гракович, Д. П. Исследования агрегатного и зернового состава асфальтогранулята // Автомобильные дороги и мосты. – 2008. – № 2. – С. 68–72.
3. Асфальтогранулят для транспортного строительства. Технические условия : СТБ 1705-2015.
4. Игошкин, Д. Г. Исследование влияния асфальтогранулята на свойства горячих асфальтобетонных смесей // Проблемы повышения качества и ресурсосбережения в дорожной отрасли : сборник трудов международной научно-технической конференции, 30–31 мая 2013 г. / Департамент «Белавтодор», БНТУ. – Минск, 2013. – 274 с.
5. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон : СТБ 1033-2016.
6. Рекомендации по повышению усталостной долговечности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог : ДМД 02191.2.042-2010.

7. Холодный ресайклинг Wirtgen. Технология и применение. – 1-е изд. – 2012.
8. Новые технологии производства и хранения дорожного битума [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://tba.ru/new_bitumen_technologies.html.
9. Смирнов, Е. А. (при участии инженера Лоран Поро (Laurent Porot), кандидата технических наук И. А. Зайцева, Ф. И. Либина). Использование гранулята старого асфальтобетона в дорожном строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://dorogniki.com/novosti/ispolzovanie-granulyata-starogo-asfaltobetona-v-dorozhnom-stroitelstve/>.

Статья поступила в редакцию 04.10.2016.