

ХОЛОДНАЯ ПЕРЕРАБОТКА СТАРОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА В СМЕСИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

Д-р техн. наук, профессор А.П. Лупанов,
канд. техн. наук А.С. Суханов,
инженер А.В. Силкин
(АО «АБЗ КАПОТНЯ»),
аспирант М. Аль-Крагули,
канд. техн. наук, профессор В.В. Силкин
(Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ))
Контактная информация: alesilkin@yandex.ru

Статья посвящена технологии холодной переработки старого асфальтобетона в смесительной установке. Было выявлено, что повышение прочности и сдвигоустойчивости асфальтобетона на основе асфальтового гранулята возможно путем добавления каменных и вяжущих материалов. При этом наилучшие показатели при повторной переработке гранулята обеспечиваются за счет введения цемента.

Научная и практическая значимость полученных результатов для дорожной отрасли заключается в обеспечении качества холодных АГБ-смесей при снижении их стоимости и создании условий для увеличения объемов работ при устройстве нижних слоев асфальтобетонных покрытий.

Ключевые слова: асфальтовый гранулят, дробление асфальтобетона, гранулятор, свойства асфальтогранулобетона, экономическая эффективность.

Производство асфальтобетонных смесей с горячей переработкой старого асфальтобетона сопровождается выделением опасных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу. Перспективной технологией переработки старого асфальтобетона является холодная регенерация, в большей степени обеспечивающая экологическую безопасность.

Исследования в области холодной переработки старого асфальтобетона отражены в трудах Алиева А.М. [1], Бахраха Г.С. [2, 3], Филатова С.Ф. [4], Матуга В.П. [5], Сюньи Г.К. [6] и др. Опыт восстановления асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации обобщен в нормативных документах и методических рекомендациях [7, 8].

В методических рекомендациях Росавтодора по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации, разработанных ФАУ «РОСДОРНИИ» [7], обобщен отечественный и зарубежный опыт, результаты исследований и опытных работ. В них приведены сведения по оценке свойств гранулята, по добавкам, применяемым для приготовления смесей, предложена методика подбора составов смесей, сформулированы требования к свойствам асфальтогранулобетона, установлены правила производства работ.

Советом Национального объединения строителей утвержден нормативный документ СТО НОСТРОИ 2.25.35-2011 [8], в котором получили развитие и конкретизированы основные положения методических рекомендаций [7] с учетом новых сведений и опытных работ. Указанный документ распространяется на проектирование и применение асфальтогранулобетонных (АГБ) смесей с содержанием гранулята более 60 %.

На основе изучения отечественного и зарубежного опыта ООО «Автодорис» был разработан ПНСТ 306-2018, введенный в действие ТК 418 «Дорожное хозяйство» [9], в котором нашли отражения технические требования к холодным органоминеральным смесям (ХОМС) с использованием переработанного асфальтобетона в количестве до 60 %. В этом документе общепринятый в отечественной технической литературе термин «гранулят» заменен на «переработанный асфальтобетон (РАП)», заимствованный из зарубежных источников.

Определенный интерес представляют разработки по холодному ресайклингу компании Wirtgen [10].

Холодная переработка старого асфальтобетона на заводе заключается в размельчении гранул старого асфальтобетона, его смешивании с каменными материалами, битумной эмульсией, вспененным битумом или цементом в стационарных или мобильных установках. Как правило, этот способ используется при строительстве покрытий автомобильных дорог низких категорий, а также для устройства слоев оснований дорожной одежды при капитальном ремонте или реконструкции.

К основным преимуществам холодной регенерации в установках в сравнении с ресайклингом на дороге следует отнести:

- более тщательный контроль качества материалов, входящих в состав старого асфальтобетона;
- возможность получения смеси в соответствии с определенными требованиями при смешивании различных каменных и вяжущих материалов и их точном дозировании;

- проверку качества готовой смеси и возможность варьирования доли соответствующих фракций;
- обеспечение однородности смеси за счет лучшего перемешивания компонентов в асфальтосмесительных установках.

Снятие старого покрытия холодным фрезерованием производят с помощью холодных фрез, в результате чего образуется асфальтовый гранулят (АГ) [11].

После фрезерования АГ перевозится на строительную площадку, где образцы старого асфальтобетона подвергаются экстрагированию для определения количества битума, минеральных составляющих и гранулометрического состава.

Одним из наиболее значимых технологических процессов переработки старого асфальтобетона является его дробление, что способствует повышению плотности смеси из дробленого материала, улучшению однородности гранулята и обеспечению требуемых максимальных размеров гранул.

Дробление старого асфальтобетона с разделением по фракциям можно производить в молотковых дробилках или грануляторах компании Benninghoven.

К грануляту, используемому при производстве органоминеральных смесей, предъявляются следующие требования в части его гранулометрического состава [9]: содержание гранулята в смеси должно быть в пределах от 10 до 60 %, максимальная крупность – 16 мм для покрытий и 31,5 мм для оснований. При этом содержание гранулята крупнее 4 мм должно быть не менее 30 %.

В АГБ-смесях содержание зерен гранулята крупнее 5 мм должно быть не менее 45 %, а максимальный размер зерен – 40 мм [7].

Доля асфальтобетонного гранулята в АГБ-смеси должна быть не ниже 60 % от общей массы зернистого материала. Чем более высокое содержание асфальтового гранулята в общей массе зернистого материала, тем выше физико-механические показатели асфальтогранулобетона [7].

Очевидно, что при равных условиях производства работ себестоимость АГБ-смесей будет существенно ниже, чем холодных органоминеральных смесей, за счет большего использования гранулята.

В настоящее время зарубежные производители оборудования для приготовления асфальтобетонных смесей предлагают упрощенные мобильные асфальтосмесительные установки, а также установки контейнерного типа, которые могут быть расположены в непосредственной близости к объекту, на котором выполняются большие объемы по фрезерованию покрытия.

Мобильные смесительные установки легко перемещаются на новое место дислокации. Они наиболее эффективны в малонаселенных пунктах, далеких от стационарных АБЗ. В большей степени используются установки непрерывного действия производительностью 50-150 т/ч.

Технология холодной регенерации в установке реализована в России компанией «Автобан». В данном случае применялась мобильная смесительная установка КМА-200 фирмы Wirtgen (Германия). Установка смонтирована на низкорамном прицепе и оборудована собственным силовым агрегатом. Она состоит из бункера (для приема минеральных материалов), насосной и распределительной систем (для подачи воды, битумной эмульсии и вспененного битума), двухвального смесителя принудительного действия. При использовании КМА-200 может применяться фрезерованный материал или иной материал, полученный из старой дорожной одежды с добавлением цемента, вспененного битума или битумной эмульсии.

В последнее время компанией Wirtgen была разработана новая асфальтосмесительная установка для производства холодных смесей КМА 220 (**рис. 1**). По сравнению с предыдущей моделью КМА 200 новая модель имеет на 10 % более высокую производительность – 220 т/ч. Собственный силовой блок делает КМА 220 независимым от внешних источников энергии. Вся установка размещается на одном полуприцепе, который буксируется стандартным тягачом.



Рис. 1. Установка Wirtgen КМА 220

В АО «АБЗ Капотня» (г. Москва) была произведена опытная партия смеси по методу холодной регенерации в бетоносмесительной установке. Для приготовления использовался гранулят, предварительно

разделенный на фракции 5-20 и 0-5 мм. Для улучшения технологических свойств вводилась пластифицирующая добавка в количестве 0,3 % от массы смеси. По своим свойствам полученный материал отвечал требованиям ГОСТ 30491-12 [12]. Его распределение и уплотнение не вызвало затруднений. Следует отметить, что покрытие местной дороги, на котором был применен данный материал, эксплуатируется уже длительное время без заметных разрушений.

Предприятие ООО «Дорэксперт» исследовало возможность повышения прочности и сдвигоустойчивости смесей на основе гранулята путем добавления каменных и вяжущих материалов. Свойства исходного гранулята приведены в **табл. 1**.

Таблица 1

Свойства гранулята

<i>№ п/п</i>	<i>Наименования показателей</i>	<i>Значения показателей</i>
<i>1</i>	Содержание битума, %	5,30
<i>2</i>	Истинная плотность минеральной части, г/см ³	2,78
<i>3</i>	Коэффициент вариации содержания фракций 0,071-5 мм	0,13

Кроме того, были использованы портландцемент, щебень фракции 5-20 мм и катионная битумная эмульсия в соответствии с требованиями нормативных документов.

При проведении исследований были рассмотрены различные варианты составов смесей (**табл. 2**). Результаты испытаний смесей приведены в (**табл. 3**).

Таблица 2

Составы АГБ-смесей

<i>Материалы</i>	<i>Состав №1</i>	<i>Состав №2</i>	<i>Состав №3</i>
<i>Гранулят старого асфальтобетона фракции 0-40 мм</i>	100 %	95,1 %	83,3 %
<i>Щебень фракции 5-20 мм</i>	-	-	9,5 %
<i>Цемент М500</i>	-	2,9 %	2,4 %
<i>Вода</i>	-	2,0 %	1,9 %
<i>Эмульсия битумная ЭБК-3</i>	-	-	2,9 %

Таблица 3

Результаты испытаний асфальтогранулобетонов

№ п/п	Наименование показателей по СТО НОСТРОЙ 2.25.35-2011	Требуемые значения	Составы		
			№ 1	№ 2	№ 3
1	Средняя плотность образца асфальтобетона, г/см ³	не нормируется	2,41	2,49	2,47
2	Максимальная крупность зерен щебня, мм	40	20	20	20
3	Содержание зерен крупнее 5 мм, %	не менее 45	51,4	49,9	54,6
4	Предел прочности при сжатии при температуре 20 °С, МПа	не менее 1,7	2,9	3,5	2,8
5	Водостойкость	не менее 0,6	0,88	0,83	0,75
6	Водонасыщение, % по объему	не более 12	4,4	2	3
<i>Дополнительные показатели по ГОСТ 30491-2012</i>					
7	Зерен мельче 0,63 мм, %	не менее 20	30,4	32,5	29,3
8	Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, МПа	не менее 0,5	1	1,9	1,3
9	Водостойкость при длительном водонасыщении	не менее 0,5	0,47	0,88	0,78
10	Водонасыщение при длительном водонасыщении, % по объему	не менее 0,5	4,7	3,4	3,9

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что асфальтогранулобетон, по трем вариантам, отвечает техническим требованиям СТО НОСТРОЙ.

Для оценки экономической эффективности холодной регенерации в установке были проведены расчеты себестоимости смесей используемых составов. Для сравнения были приняты данные по себестоимости горячей крупнозернистой пористой асфальтобетонной смеси. Полученные данные показывают, что себестоимость холодных смесей на основе гранулята в 2-2,5 раза ниже по сравнению с горячей смесью [13].

ВЫВОДЫ

1. При переработке гранулята в установке можно получить смеси для устройства оснований и покрытий, обеспечивающие требуемые свойства при существенном снижении стоимости асфальтогранулобетонов.
2. Свойства асфальтогранулобетона можно регулировать за счет добавок щебня, цемента и битумной эмульсии.
3. При близких значениях исследуемых составов асфальтогранулобетонов наибольшую плотность и прочность показали образцы с добавлением цемента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев А.М. *Строительство автомобильных дорог и аэродромов: монография* / А.М. Алиев – М.: 2013. – Т.3. – 352 с.
2. Бахрах Г.С. *Холодная регенерация дорожных одежд нежесткого типа* / Г.С. Бахрах // *Обзорная информация: Информавтодор*. – М.: 1999. – Вып. 6. – 85 с.
3. Бахрах Г.С. *Холодная регенерация* // Г.С. Бахрах // *Автомобильные дороги*. – 2012. – № 7 – С. 96-98.
4. Филатов С.Ф. *Восстановление асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга: учебное пособие* / С.Ф. Филатов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2009. – 72 с.
5. Матуа В.П. *Хозяйский подход. Опыт холодной регенерации дорожных одежд в Ростовской области* / В.П. Матуа, В.Н. Дружинин, М.Н. Ярмов // *Дороги России XXI века*. – 2002. – № 4 – С. 61-63.
6. Сюньи Г.К. *Регенерированный дорожный асфальтобетон* / Г.К. Сюньи, К.Х. Усманов, Э.С. Файнберг. – М.: Транспорт, 1984. – 118 с.
7. ОДМ. *Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации* / Министерство транспорта Российской Федерации, Росавтодор. – М.: 2002. – 58 с.
8. *СТО НОСТРОЙ 2.25.35-2011 Автомобильные дороги. Устройство оснований дорожных одежд. Часть 7. Строительство оснований с использованием асфальтобетонного гранулята*. – М.: Национальное объединение строителей; СРО НП «МОД» СоюзДорожСтрой, 2012.
9. ПНСТ 306-2018. *Смеси органоминеральные холодные с использованием переработанного асфальтобетона (РАП). Технические условия*. – М.: Стандартинформ, 2018. – 34 с.
10. *Холодный ресайклинг* / Wirtgen. GmbH Germany, 2012. – 355 с.

11. ГОСТ 55052-2012. Гранулят старого асфальтобетона. Технические условия. – Введен впервые 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 61 с.
12. ГОСТ 30491-2012. Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. – Введен 01.11.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 27 с.
13. Повторное использование асфальтобетона на АБЗ. Монография/ А.П. Лунанов, В.В. Силкин. – М.: Изд-во Экон-информ, 2019. – 191 с.

L I T E R A T U R A

1. Aliev A.M. Stroitel'stvo avtomobil'nyh dorog i aerodromov: monografiya / A.M. Aliev – М.: 2013. – Т.3. – 352 с.
2. Bahrah G.S. Holodnaya regeneraciya dorozhnyh odezhd nezhestkogo tipa / G.S. Bahrah // Obzornaya informaciya: Informavtodor. – М.: 1999. – Вып. 6. – 85 с.
3. Bahrah G.S. Holodnaya regeneraciya // G.S. Bahrah // Avtomobil'nye dorogi. – 2012. – № 7 – S. 96-98.
4. Filatov S.F. Vosstanovlenie asfal'tobetonnyh pokrytij metodom holodnogo resajklinga: uchebnoe posobie / S.F. Filatov. – Omsk: Izd-vo Si-baDi, 2009. – 72 с.
5. Matua V.P. Hozyajskij podhod. Opyt holodnoj regeneracii dorozhnyh odezhd v Rostovskoj oblasti / V.P. Matua, V.N. Druzhinin, M.N. Yarmov // Dorogi Rossii XXI veka. – 2002. – № 4 – S. 61-63.
6. Syun'i G.K. Regenerirovannyj dorozhnyj asfal'tobeton / G.K. Syun'i, K.H. Usmanov, E.S. Fajnberg. – М.: Transport, 1984. – 118 с.
7. ODM. Metodicheskie rekomendacii po vosstanovleniyu asfal'tobetonnyh pokrytij i osnovanij avtomobil'nyh dorog sposobami holodnoj regeneracii / Ministerstvo transporta Rossijskoj Federacii, Rosavtodor. – М.: 2002. – 58 с.
8. STO NOSTROJ 2.25.35-2011 Avtomobil'nye dorogi. Ustrojstvo osnovanij dorozhnyh odezhd. Chast' 7. Stroitel'stvo osnovanij s ispol'zovaniem asfal'tobetonного granulyata. – М.: Nacional'noe ob'edinenie stroitelej; SRONP «MOD» SoyuzDorozhStroj, 2012.
9. PNST 306-2018. Smesi organomineral'nye holodnye s ispol'zovaniem pererabotannogo asfal'tobetona (RAP). Tekhnicheskie usloviya. – М.: Standartinform, 2018. – 34 с.
10. Holodnyj resajkling / Wirtgen. GmbH Germany, 2012. – 355 с.

11. GOST 55052-2012. Granulyat starogo asfal'tobetona. Tekhnicheskie usloviya. – Vveden v pervye 01.07.2013. – M.: Standartinform, 2013. – 61 s.
12. GOST 30491-2012. Smesi organomineral'nye i grunty, ukreplenye organicheskimi vyazhushchimi, dlya dorozhnogo i aerodromnogo stroitel'stva. Tekhnicheskie usloviya. – Vveden 01.11.2013. – M.: Standartinform, 2013. – 27 s.
13. Povtornoє ispolzovanie asfaltobetona na ABZ Monografiya / A.P. Lupanov, V.V.Silkin / M.: Ekon-inform, 2019. – 191 s.

COLD RECYCLING OF OLD ASPHALT CONCRETE AT THE MIXING PLANT

*Doctor of Engineering, Professor A.P. Lupanov,
Ph. D. (Tech.) A.S. Sukhanov,
Engineer A.V. Silkin
(AO «Asphalt plant Kapotnya»),
Post-graduate student M. Al-Kraghuli ,
Ph. D. (Tech.), Professor V.V. Silkin
(Moscow State Automobile and Road
Technical University (MADI))
Contact information: alesilkin@yandex.ru*

The article is devoted to the technology of cold recycling of old asphalt concrete at the mixing plant. It is established that the increase of strength and shear resistance of asphalt concrete on the basis of asphalt concrete granulate can be achieved by adding stone and binding materials. In this case, the best performance when granulate recycling is provided by the introduction of cement.

The scientific and practical significance of the results for the road industry is to ensure the quality of cold asphalt granulate mixtures while reducing their cost and creating conditions for increasing the work volumes when constructing base layers of asphalt concrete pavements.

Key words: *old asphalt concrete granulate, old asphalt concrete crushing, granulator, old asphalt granulate properties, economic efficiency.*

Рецензенты: канд. техн. наук Г.С. Бахрах;
ведущий инженер отдела экспертизы и оценки рисков Г.С. Горлина
(ФАУ «РОСДОРНИИ»).

Статья поступила в редакцию: 02.10.2019 г.