

4. Принять возможные меры по уменьшению горизонтальных и радиальных потоков металла в жидкой фазе, уменьшить горизонтальные составляющие импульса струи.

5. Следует строго контролировать направление оси стакана.

6. Рассмотреть такие радикальные меры, как изменение количества шлакообразующих смесей в кристаллизаторе, изменение высоты промковша с целью большего затопления струи, увеличение диаметра разливочного стакана для дробления струи и снижения ее импульса и т.д.

Литература

1. Кузьминов, А.Л. Прогнозирование качества непрерывнолитого слитка на основе контроля тепловых параметров работы кристаллизатора МНЛЗ / А.Л. Кузьминов, А.В. Голубев, Д.В. Туманов // Материалы Международной I научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в металлургии». – Череповец, 2013. – С. 198 – 204.

2. Kuz'minov, A.L. Improving a system for the secondary cooling of continuous-cast semifinished products on the basis of information on the actual thermal state of the ingot / A.L. Kuz'minov, A.V. Golubev, N.A. Shchegolev // Metallurgist. – 2009. – March. – V. 53. – Issue 3–4. – P. 209 – 214.

УДК 625.855.3

А.В. Маконков, А.Л. Кузьмина, М.Ю. Белозор

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АСФАЛЬТОГРАНУЛОБЕТОННОЙ СМЕСИ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕЙ РЕГЕНЕРАЦИИ

В статье рассматривается исследование свойств асфальтогранулобетонной смеси и оценка экономического эффекта от применения регенерированного асфальтобетонна. Исследования проводились на базе лаборатории асфальтобетонного завода ПК «Асфальт».

Асфальтобетонное покрытие, асфальтовый гранулят, горячая регенерация.

The article deals with studying the properties of the granulated asphalt concrete mixture and assessing the economic effect of the use of regenerated asphalt concrete. The study was conducted at the laboratory of the asphalt plant PC "Asphalt".

Asphalt concrete pavement, asphalt granulate, hot regeneration.

Асфальтобетонные покрытия являются основным типом покрытий автомобильных дорог и городских улиц с интенсивным движением транспортных средств. Широкое применение объясняется рядом преимуществ по отношению к другим видам покрытий, таких как: относительная дешевизна строительства, ровность и прочность покрытия, высокий коэффициент сцепления шин с дорогой и др. [7].

Важность строительства качественного и надежного дорожного покрытия состоит в обеспечении комфортного и безопасного движения автомобильного транспорта. Однако в процессе эксплуатации асфальтобетонное покрытие находится под воздействием различных факторов, в результате которых происходят необратимые изменения свойств и структуры асфальтобетона в слое покрытия, снижающие его долговечность.

Важнейшей характеристикой дорожных асфальтобетонных покрытий является долговечность – это время, в течение которого покрытие сохраняет свои основные эксплуатационные свойства на уровне, удовлетворяющем требованиям нормативно-технической документации. Проектную долговечность необходимо учитывать при конструировании дорожной одежды, разработке новых технологий приготовления асфальтобетонных смесей, проектировании их составов, применении модифицирующих добавок в процессе получения смесей с целью улучшения их

качества. В большинстве случаев долговечность асфальтобетонного покрытия является главным критерием при выборе составов асфальтобетонных смесей, технологий их приготовления и применения [5].

Сегодня в России и, в частности, в нашем регионе, остро стоит проблема экономии денежных средств и энергоресурсов. В этой связи особое значение приобретает разработка новых строительных материалов на основе техногенных отходов, экономическая эффективность которых существенно возрастает при использовании децентрализованного накопления отходов. Производство строительных материалов является наиболее выгодной отраслью потребления не только природного сырья, но и техногенных отходов. Поэтому необходимо внедрять методы удешевления ремонта дорог. Одним из таких методов является горячий ресайклинг.

Суть метода заключается во вторичном использовании асфальтового гранулята, который получается путем фрезерования асфальтобетонного покрытия при реконструкции автомобильных дорог. Данный метод позволяет использовать гранулят как вторичное сырье при реконструкции асфальтобетонной дороги. Асфальтовым гранулятом является измельченный старый верхний слой дорожного покрытия или, так называемый, слой износа.

В настоящее время при ремонте и реконструкции автодорог снимаемый асфальтовый гранулят являет-

ся многотоннажным отходом, который целесообразно использовать как вторичное сырье для приготовления асфальтогранулобетонной смеси. Массовое накопление отходов производства и потребления свидетельствует об отсутствии или несовершенстве технологических процессов переработки, низком и нерациональном использовании отходов в качестве вторичных материальных ресурсов и определяет необходимость решения экологических проблем. Асфальтогранулобетонная смесь – это смесь, состоящая из асфальтобетонного гранулята в количестве не менее 60 % от массы зернистого материала, скелетного материала [3]. Повторное использование асфальтобетона имеет следующие достоинства:

- сохранение невозобновляемых природных ресурсов;
- сохранение окружающей среды и снижение количества отходов;
- энергосбережение;
- сокращение сроков простоя объектов, связанных с дорожными работами;
- сокращение сроков дорожных работ;
- повышение уровня безопасности дорожного движения в зоне производства работ;
- сохранение существующей геометрии автомобильной дороги и организации движения по ней;
- исправление профиля покрытия и поперечного уклона автомобильной дороги;
- сохранение в нетронутом виде грунтового основания, если специально не планируется;
- повышение ровности дорожного покрытия;
- улучшение физических свойств дорожного покрытия вследствие модификации существующего гранулометрического состава заполнителя и свойств битумного вяжущего;
- уменьшение или устранение при использовании определенных методов трещинообразования в асфальтобетонном дорожном покрытии;
- повышение эксплуатационных характеристик автомобильной дороги;
- экономия средств по сравнению с традиционными методами восстановления.

На основе теоретических и экспериментальных исследований установлена возможность и целесообразность использования асфальтового гранулята при производстве асфальтобетонных смесей, которые по физико-механическим свойствам будут соответствовать требованиям ГОСТ 9128-2009 «Смеси асфальтобетонные, дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия» [2]. Использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов позволяет решать экологические проблемы.

Для приготовления смеси определяли гранулометрический состав (табл. 1) асфальтового гранулята с целью оценки его соответствия требованиям, установленным в ГОСТ 9128-2009 «Смеси асфальтобетонные, дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия».

Таблица 1

Гранулометрический состав асфальтового гранулята

Сито	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,075
Гр.	50,17	55,98	101,58	89,04	54,51	37,64	4,76
%	12,74	14,22	25,8	22,62	13,85	9,56	1,21
%	100	87,26	73,04	47,24	24,62	10,77	1,21
По ГОСТ 9128 – 2009 для марки Д	70 – 100	60 – 93	42 – 85	30 – 75	20 – 55	15 – 33	10 – 16

Испытания проводились с опорой на методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации (РОСАВТОДОР) [9]. В ходе испытаний были изготовлены образцы из асфальтового гранулята и регенерированного добавление битума в количестве 2 и 4 % асфальтового гранулята. Данный образцы были испытаны на физико-механические свойства согласно ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний» [1]. Результаты приведены в табл. 2.

Анализируя результаты (табл. 3), можно сделать вывод, что образцы, полученные методом горячей регенерации, удовлетворяют требованиям ГОСТ 12801-98. Следовательно эту технологию можно внедрять в производство.

Метод горячей регенерации позволяет снизить затраты, при этом не ухудшая качества дорожного покрытия. Регенерированная горячая смесь – самый распространенный и экономически эффективный метод восстановления асфальтобетонного покрытия. Он обеспечивает те же, если не более высокие, эксплуатационные качества, что и покрытие, созданное на 100 % из нового материала.

На инертные материалы приходится до 70 % сметной стоимости от готового асфальтобетонного покрытия. При реконструкции дорожного полотна методом горячей регенерации не используются новые инертные материалы. В зависимости от технологии может вводиться дополнительное вяжущее. Затраты на данное вяжущее составляют не более 4 % от стоимости асфальтобетонной смеси. При сравнении двух способов укладки асфальтобетонной смеси: регенерированного и способа с использованием новой асфальтобетонной смеси можно сделать вывод, что затраты на энергоресурсы, трудозатраты, на фрезерование, перевозку асфальтового гранулята и доставку асфальтобетонной смеси на ремонтируемый участок равны.

Таблица 2

Результаты испытаний

Смесь	Средняя плотность а/б образца, г/см ³	Водо-насыщение а/б, %	Коэф. водо-стойкости а/б, кВ	Предел прочности при сжатии, кг/см ²			
				0°C	20°C	50°C	20°C после водонасыщения
По ГОСТ		» 1,0 (0,5) » 4,0	Не менее 0,85	Не более 12	Не менее 2,2	Не менее 1,2	-
Песчаная плотная смесь тип Д марки 2	2,39	2,8	1,0	7,6	3,0	1,4	3,0
АГ* при 120 °С	2,13	12,3	0,98	5,8	2,6	1,3	2,6
АГ при 150 °С	2,15	12,1	0,96	5,8	2,6	1,3	2,5
АГ при 120 °С + Б* 90/130 2 %	2,23	6,0	0,97	6,9	3,35	1,6	3,25
АГ при 120 °С + Б 90/130 4 %	2,29	0,3	1,0	7,2	3,0	1,2	3,0
АГ при 150 °С + Б 90/130 2 %	2,24	5,4	1,0	6,9	3,6	2,0	3,7
АГ при 150 °С + Б 90/130 4 %	2,31	0,2	0,97	7,8	3,5	1,4	3,4

*АГ – асфальтовый гранулят, Б – нефтеситум

Таблица 3

Затраты от стоимости готового покрытия 1 км дороги, %

Статья расходов	Укладка новой асфальтобетонной смеси*	Метод горячего ресайклинга
Трудозатраты	20	20
Энергоресурсы	12	17
Фрезерование	3	3
Перевозка сырья	3	2
Стоимость инертных материалов	60	0
Стоимость дополнительного вяжущего	0	4

*Данные, предоставленные ПК «Асфальт»

Таким образом, при использовании метода горячего ресайклинга затраты снижаются минимум на 50 %, при этом качество покрытия удовлетворяет всем требованиям ГОСТ, что доказано лабораторными испытаниями. Следовательно, данная технология может заинтересовать как частных предпринимателей, так и государственных заказчиков.

Литература

1. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. – М., 1998. Дата введения – 1999.01.01
2. ГОСТ 9128-2009 Смеси асфальтобетонные, дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – М., 2010. Дата введения – 2011.01.01.
3. Калашников, Т.Н. Производство асфальтобетонных смесей / Т.Н. Калашников, М.Б. Сокольская. – М., 2004.
4. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования / Минтранс РФ, Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор). – М., 2002.

5. Котлярский, Э.В. Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации / Э.В. Котлярский, О.А. Воейко. – М., 2007.

6. Котлярский, Э.В. Повышение долговечности покрытий автомобильных дорог за счет оптимизации структуры асфальтобетонов: автореф. дис. ... д-ра транспорта / Э.В. Котлярский. – Белгород, 2012.

7. Котлярский, Э.В. Строительно-технические свойства дорожного асфальтобетона / Э.В. Котлярский. – М., 2004.

8. Котлярский, Э.В. Факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации дорожных асфальтобетонных покрытий / Э.В. Котлярский, А.М. Гридчин, Р.В. Лесовик. – Белгород, 2012.

9. Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации. Отрасл. дор. метод. документ / Мин-во трансп. Российской Федерации, Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор). – М., 2002.