

тельные системы, используемые как в зданиях жилого назначения, так и в торгово-административных зданиях.

При этом необходимо учитывать, что, чем меньше разница между температурой в отопительной системе и температурой горячего источника, тем выше коэффициент полезного действия теплового насоса. Из этого следует, что тепловые насосы оптимально подходят для низкотемпературных отопительных систем (теплый пол, фанкойлы, радиаторы).

Опыт использования тепловых насосов в нашей стране пока невелик. Впервые теплонасосная система была установлена в 1990 году в гостинице, которая в настоящее время носит название «Ирис Конгресс Отель». Используемый принцип кондиционирования является одним из наиболее удачных решений для систем кондиционирования воздуха именно гостиниц и именно в средней полосе России и Москве. В Сибири и Алтайском крае также есть различные объекты, в которых в качестве источника теплоснабжения применяются тепловые насосы. В Барнауле разработан проект детского сада с системой отопления с помощью теплонасосной установки, и запускается система отопления школы в п. Лебяжье. Необходимо отметить, что наибо-

лее целесообразно использовать данные установки для повышения энергоэффективности систем теплоснабжения при строительстве новых зданий. Фирмы тепловых насосов, предлагаемых на рынке: Danfoss (Дания), Aermec (Италия), Vissmann и Vaillant (Германия). Однако, необходимо исследование работы и адаптации теплонасосных установок для работы в условиях Сибири.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балтик-комфорт. Инженерные решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://teplovoy-nasos.baltcomfort.ru/informatsiya/151-problemy-i-perspektivy-ispolzovaniya-teplovyykh-nasosov.html>.

Пропостина О.А. – студентка гр. 8С-72 ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: ollga.7@mail.ru.

Бахтина И.А. – к.т.н., доцент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: bia-altai@mail.ru.

Иванов В.М. – д.т.н., профессор кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: tgvv@mail.ru.

УДК 625.731.824-027.236

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ГРАНУЛЯТА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.А. Пучкин, А.Н. Ивкучев, К.А. Тугунов

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Рассмотрены возможные пути и методы применения асфальтобетонного гранулята в дорожном строительстве. Выявлены положительные и отрицательные факторы применения резиновой крошки в дорожном строительстве.

Ключевые слова: асфальтовая крошка, асфальтобетон, асфальтобетонный гранулят, обочины, примыкания.

Асфальтобетонный гранулят – это продукт переработки старых асфальтобетонных покрытий, который представляет собой измельченный асфальт с битумными остатками и щебнем, либо гравием фракции 0-45 мм. По плотности превосходит щебень и песок, при этом после укатки она образует покрытие по свойствам схожее с асфальтом – плотное и устойчивое к размыванию. Снятие старого дорожного покрытия выполняется специаль-

ной дорожно-строительной техникой – планировщиком холодного типа (дорожной фрезой), с целью ремонта и последующего асфальтирования дефектного участка дороги.

Образование асфальтовой крошки происходит в результате вращения фрезерного барабана (рабочий орган планировщика – дорожной фрезы) разрушающего монолитную структуру дорожного покрытия. Срезанный материал по транспортеру перегружается в

автосамосвалы и транспортируется в борт – место хранилища. Геодезическая служба производит контрольную исполнительную съемку покрытия после срезки. Размер фракции полученного материала зависит от типа исходной асфальтобетонной смеси используемой при асфальтировании: крупнозернистой, мелкозернистой или песчаной.

Как правило, холодное фрезерование осуществляется в процессе проведения текущего или капитального ремонта дороги, а также реконструкции и восстановлению дорожного покрытия. При этом выделяют сплошное фрезерование и фрезерование картами (малыми или большими).

Технологический процесс срезки существующего покрытия методом холодного фрезерования состоит из следующих операций:

- разбивка участка автодороги на карты (геодезическая служба);
- срезка существующего покрытия с погрузкой в автосамосвал;
- контроль отметок покрытия после срезки (геодезическая служба).

Преимущество асфальтной крошки состоит в том, что она укладывается гораздо плотнее, за счет своей высокой насыпной плотности, чем просто песок и щебень, но при этом обладает значительно меньшей стоимостью. После укладки крошка из асфальта укатывается дорожными катками до такой степени, что становится похожей на асфальт, только при этом в разы дешевле.

Как показывают результаты многочисленных исследований, при переработке асфальтобетона и его повторном использовании содержащиеся в нем минеральные составляющие (добавки в виде цемента, золы уноса и т.д.), сохранившие на своей поверхности пленку асфальтового вяжущего, обнаруживают свойства, характерные для активированных различными добавками материалов. Повторное применение старого асфальтобетона в дорожном строительстве позволяет уменьшить дефицит кондиционных минеральных и вяжущих материалов, сократить расходы на их перевозку, способствует решению проблем утилизации асфальтобетонного гранулята и охраны окружающей среды.

Укладка асфальтобетонного гранулята не требует значительных затрат, а качество дорожно-строительных работ обеспечивается достаточно высоким. Это связано с тем, что битум, входящий в состав материала, служит дополнительным связующим и уплотняющим

элементом, продляет срок эксплуатации дороги.

В случае применения как покрытия, технология достаточно проста: на уплотненное основание из грунта или щебня распределяется асфальтобетонный гранулят, затем уплотняется тяжелыми катками массой 10-14 тонн, при открытии движения по готовому участку, крошка укатывается колесами автомобилей, в результате чего со временем образуется покрытие, похожее по своим свойствам на асфальт – плотное и устойчивое к размыванию. Слои из асфальтовой крошки намного прочнее щебеночных и могут прослужить в разы дольше, за счет своей плотной структуры.

Масса куба асфальтовой крошки составляет от 1,5 до 1,9 тонн. Масса одного кубического метра асфальтовой крошки зависит, в первую очередь, от состава сфрезерованного асфальтобетонного покрытия. При засыпании крошки из асфальта следует помнить о ее высокой плотности. Поэтому материал лучше наносить в место засыпки, не забывая о том, что крошка дает значительную осадку – из 30 см засыпанного материала после укатки может получиться всего 15 см. Так что только соблюдение этого простого правила гарантирует качественный уложенный слой.

Так же асфальтовая крошка применяется для изготовления асфальтогранулобетона (АГБ) – уплотнённой и сформировавшейся асфальтогранулобетонной смеси. Процесс формирования асфальтогранулобетонной смеси заключается в полном схватывании вяжущего компонента (цемента, извести, вспененного битума, битумной эмульсии или других вяжущих материалов).

Процесс приготовления и укладки асфальтогранулобетонной смеси осуществляется в рамках технологического цикла дорожно-строительных работ под названием «Регенерация» (ресайклинг, рециклинг, ресайклирование). Суть этой технологии заключается в повторном использовании устаревшего и потерявшего несущую способность асфальтобетонного покрытия (в виде фрезерованной или дробленой асфальтовой крошки) с целью создания нового конструктивного слоя дорожной одежды.

«Метод смешения на дороге» предусматривает приготовление асфальтогранулобетонной смеси непосредственно на месте проведения дорожных работ. Производство и укладку АГБ-смеси «методом смешения на дороге» можно разделить на 4 условных этапа:

1. Измельчение старого (растрескавшегося и потерявшего несущую способность) асфальтобетонного покрытия путём фрезирования на глубину до 37 см (в некоторых случаях с захватом части дорожного основания).

2. Введение в образовавшийся асфальтобетонный гранулят (при необходимости) нового скелетного материала (необработанного битумом щебня, песка и др.), органического или минерального вяжущего.

3. Перемешивание всех компонентов с получением готовой асфальтогранулобетонной смеси.

4. Распределение АГБ-смеси по поверхности в виде конструктивного слоя и уплотнение дорожными катками.

Асфальтобетонный гранулят срезанного асфальтобетонного слоя можно применять для укрепления обочин автомобильных дорог в населенных пунктах и за его пределами, устройства местных съездов с автомобильных дорог, устройства тротуаров в жилой зоне, устройства местных проездных дорог и т.д.

Обочины служат для укрепления крошки проезжей части, кроме того, они улучшают безопасность движения. В случае необходимости автомобили могут съезжать на них с проезжей части. Оптимальное использование ширины проезжей части автомобилями достигается только при наличии укрепленных (на ширину 1,5-1,8 м) обочин. При неукрепленных грязных обочинах ближайшие к ним полосы проезжей части шириной до 0,8-1,2 м и более не используются, так как водители, опасаясь заноса при случайном заезде, стремятся вести автомобиль ближе к оси проезжей части.

Для предотвращения заноса автомобилей при заезде на обочину с высокой скоростью, их для повышения безопасности и исключения опрокидывания автомобилей, необходимо устраивать из материалов, обеспечивающих такое же сцепление колеса автомобиля, как и на проезжей части дороги.

Одним из эффективных решений укрепления обочин может стать использование асфальтовой крошки и асфальтобетонного гранулята.

Для примера укрепленные обочины дорожных одежд из ПГС является несвязной системой, которая, помимо крупных частиц, исполняющих роль каркаса, содержит и мелкие, в том числе пылеватые и глинистые, частицы. В ходе строительных работ материал основания уплотняется, однако объем пор и пустот остается значительным. В ходе экс-

плуатации зерна таких обочин переупаковываются за счет притока, например, дождевой воды, когда мелкие частицы выносятся из основания, в результате чего основание теряет свою форму.

Использование традиционных вяжущих (битума и цемента) приводит к удорожанию строительных работ. В качестве возможного решения проблемы можно использовать в качестве материала для укрепления обочин асфальтогранулята. Частицы асфальтогранулята в процессе уплотнения пакетируются в плотный слой с достижением значения модуля упругости слоя 210-220 МПа. Применение природных ПГС позволяет достичь прочности основания только 180-190 МПа. Как видно из сравнения, прочность конструкции дорожных обочин увеличивается не менее чем в 1,25 раза, что повышает надежность и долговечность дорожных конструкций. Кроме этого, в процессе эксплуатации зерна асфальтогранулята за счет имеющегося битума слипаются между собой, что позволяет получать плотную и связную конструктивную обочину, которая при работе в обычном режиме позволяет долговременно сохранять первоначальную ровность и сплошность.

Укрепление обочин, как правило, производят после постройки покрытия проезжей части.

При укреплении обочин асфальтовой крошкой производят вывоз, распределение щебеночным распределителем и планировку асфальтовой крошки на обочине, и укатку слоя катком. Асфальтовую крошку вывозят к месту укладки автомобилями – самосвалами. Объем асфальтобетонного гранулята определяют с учетом проектной толщины слоя и коэффициента уплотнения. Распределяют щебеночным распределителем или автогрейдером с разгрузкой материала в кучи и планируют асфальтобетонный гранулят автогрейдером. После планировки асфальтовой крошки контролируют поперечный уклон обочины шаблоном, а ровность поверхности – трехметровой рейкой и намечают места, подлежащие исправлению. Асфальтовую крошку уплотняют катком. Уплотнение материала начинают от края обочины, перемещаясь к покрытию. Каждый проход выполняют с перекрытием предыдущего на 1/3 ширины вальца. Уплотнение асфальтовой крошки достигается, как правило, за 10 проходов катка по одному следу. Для достижения требуемого коэффициента уплотнения слой смеси следует уплотнять в два этапа.

Наибольший эффект достигается в применении данного метода укрепления обочин асфальтобетонным гранулятом при капитальном ремонте автомобильных дорог или реконструкции. Срезаемая асфальтовая крошка не вывозится с объекта строительства, а складывается неподалеку от него. А при устройстве укрепленной обочины берется из отвала и производится распределение. За счет этого достигается экономия средств на разработку и транспортировку материала для укрепления обочин.

Так же асфальтобетонный гранулят целесообразно применять для устройства пересячения и примыкания автомобильных дорог III и IV технических категорий, так как они имеют более низкий показатель пропускной способности.

Устройство примыканий из асфальтобетонного гранулята методом смещения с жидким битумом или эмульсией на объекте производится при температуре воздуха не ниже +10°C. Асфальтобетонный гранулят распределяется автогрейдером толщиной не менее 4 см по подгрунтованному основанию с подкаткой гладковальцовым катком. Окончательное формирование прочной структуры материала происходит в течение 8-10 суток теплой погоды при обратной пропитке асфальтобетонного гранулята вяжущим. По истечении этого периода рекомендуется окончательное уплотнение асфальтогранулятовой смеси гладковальцовым катком весом 10 т [1]. Так же можно использовать асфальтобетонный гранулят при строительстве тротуаров и пешеходных дорожек, так как нагрузки на полотно на данных участках небольшие, что позволяет сэкономить большой объем асфальтобетона. Процесс работ не отличается от устройства обочин или же примыканий.

С каждым годом запас асфальтобетонного гранулята в местах складирования дорожно-строительных материалов увеличивается, за счет ремонта и реконструкции устаревших и не отвечающих техническим требованиям асфальтобетонных покрытий. Этот материал с успехом можно применять в различных сферах дорожного строительства и обустройства территории.

Наибольшего эффекта можно достичь при применении асфальтобетонного гранулята при укреплении обочин, эффективность достигается несколькими факторами:

- более плотная структура обочины, позволяющая увеличить межремонтные сроки и сроки на профилировку;

- коэффициент сцепления такой обочины близок к коэффициенту сцепления у асфальтобетонных покрытий, что хорошо сказывается на безопасности движения. При случайном наезде авто на такую обочину уменьшается риск ДТП с опрокидыванием;

- уменьшение пылимости при проезде по обочине и при боковом ветре;

- обочина устойчива к метеорологическим осадкам, не размывается после дождя.

При применении асфальтобетонного гранулята для устройства примыканий так же достигается положительный эффект:

- такое примыкание более прочное, относительно примыкания из щебня или песчано-гравийной смеси;

- уменьшается вынос грязи с примыкающей грунтовой дороги в дождливые и осенне-весенние периоды.

Экономически выгодно применять асфальтобетонный гранулят для укрепления обочин, примыканий и тротуаров при капитальном ремонте или реконструкции автомобильной дороги. Сфрезерованный материал не вывозится с объекта строительства, а складывается неподалеку, в специально отведенном месте, от автомобильной дороги. Это позволяет уменьшать затраты на доставку и транспортировку материала. Так же позволяет добиться более плотного слоя, обладающего хорошими прочностными характеристиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луканан, В. Н. Автомобильные дороги: безопасность, экологические проблемы, экономика (российско-германский опыт) / Под ред. В. Н. Луканина, К. Х. Ленца. – М. : Логос, 2002. – 624 с.

Пучкин В.А. – преподаватель кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: adio-06@mail.ru.

Ивкучев А.Н. – специалист по учебно-методической работе кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: yve13@list.ru.

Тугунов К.А. – студент группы 8САД-61 ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И. И. Ползунова, E-mail: Tugunov.K.A@gmail.ru.