

УДК: 625. 861; 666.973.2.00.2

К.С. Досалиев, PhD, доц.; А.Б. Тоқсан, магистрант,
А.Е. Асылбек, магистрант
(ЮКУ им. М.Ауэзова, г. Шымкент, Республика Казахстан)

ШЛАК КАК ИСХОДНЫЙ МЕСТНЫЙ МАТЕРИАЛ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Во всем мире при строительстве и реконструкции автомобильных дорог год за годом увеличивается объемы использования твердых бытовых отходов, как шлаки фосфорного производства и цветной металлургии. Данные отходы можно использовать как и в нижнем слое, так и в верхнем основании автомобильной дороги.

Практическое применение решаемых вопросов требует комплексного и рационального использования вторичных материально-сырьевых ресурсов и отходов различных производств, которые должны занимать определенное место в сырьевом балансе промышленности региона строительства автомобильной дороги.

К настоящему времени доля их использования составляет около 3-5%, вместо расчетных значений в общем показателе 25-30% в объеме сырья. Поэтому, в период индустриально-инновационного развития национального хозяйства, вопросы рационального и комплексного использования отходов различных отраслей, с улучшением качества подстилающего слоя и полотна автомобильных дорог, имеют важное практическое значение [1].

Земляное полотно - один из основных элементов автомобильной дороги, от его устойчивости, прочности и долговечности которого зависит и работоспособность дорожной одежды. Воздействие на дорожное покрытие со стороны нижележащих слоёв земляного полотна, вызываемое изменениями водно-теплового режима работы всей конструкции, который в свою очередь приводит к разрушению всей дорожной одежды автомобильной дороги. Для повышения долговечности и прочности дорожной одежды, необходимо спрогнозировать влажность грунта в основании земляного полотна [2].

Исследование по применению шлаковых материалов в дорожном строительстве, как показано авторов работы, литой шлак фосфорного производства и доменные шлаки цветной металлургии, которые в меньшей степени склонны к разным видам распада от водно-теплового воздействия окружающей среды.

Асфальтобетон с различными шлаковыми материалами, так же, как и асфальтобетон из традиционных материалов, разделяется на щебеночный (мелкозернистый, крупнозернистый) и песчаный. Как минеральная часть в щебеночном асфальтобетоне присутствует шлаковый щебень, песок (природный или шлаковый) и минеральный порошок. В песчаном асфальтобетоне, в основе минеральной части, присутствуют шлаковые, шлакопемзовые пески и гранулированные шлаки. Для приготовления асфальтобетона, с использованием шлаковых материалов, используются битумы, которые отвечают требованиям ГОСТ. В зависимости от температуры укладки асфальтобетона со шлаковыми материалами, смеси бывают горячими и холодными [3].

Взаимодействие битума со шлаковым наполнителем приводит к реализации физических, механических, химических, электростатических и диффузионных процессов, в результате адгезионные связи на границе битум–минеральный материал, становятся прочными и стойкими к влиянию погодных-климатических факторов, как в момент объединения, так и во времени. Характер поверхности шлакового щебня, вязкость битума и его силы взаимодействия с минеральным материалом обеспечивают асфальтобетону высокие показатели угла внутреннего трения φ (от 40° до 50°), что превышает значение для асфальтобетона – приготовленного с использованием гранитного щебня (от 33° до 41°).

Также, установлена зависимость показателей битумоемкости от структурно-текстурных признаков шлакового щебня: наибольшей битумоемкостью обладают шлаки пемзообразного строения с пористостью 69 %, затем шлаки капиллярно- пористого строения с пористостью 37 %, наименьшей битумоемкостью характеризуются шлаки с пористостью до 14 %.

Асфальтобетон со шлаковыми материалами имеет большее значение остаточной пористости и, соответственно, больший показатель водонасыщения, чем аналогичные составы на традиционных (гранитных) минеральных материалах. Причем, это следует рассматривать не как недостаток, а как особенность этого вида асфальтобетона. Показатель водонасыщения, также как и битумоемкость, зависит от открытой пористости материала. Сравнивая асфальтобетон со шлаковыми материалами с высокопористым асфальтобетоном из природных минеральных материалов, пришли к выводу о недостаточной стойкости их к действию воды, а также циклам замораживания – оттаивания. Наблюдения за устроенными покрытиями из асфальтобетона со шлаковыми материалами и исследования, показали, что покрытие имеет

высокую морозостойкость. Это объясняется особенностью пористости асфальтобетона из традиционных минеральных материалов и асфальтобетона со шлаковыми материалами. В последнем остаточная пористость, в основном, представлена замкнутыми порами. Исследования свойств песчаного асфальтобетона на основе шлакопемзового песка позволили установить, что закрытая пористость создает жесткую структуру материала, коэффициент линейного расширения которого в 1,5 раза ниже, чем в асфальтобетоне из традиционных материалов. Это приводит к понижению температурного напряжения при резких изменениях температуры, и повышению морозостойкости и, следовательно, долговечности покрытий [4].

Особенностью асфальтобетонных покрытий со шлаковыми материалами, в сравнении с традиционными – есть более длительный процесс их формирования. Установлено, что формирование покрытий из асфальтобетонных смесей со шлаковыми материалами происходит не сразу, а продолжается некоторое время. При интенсивности движения более 1 000 авт./сутки, формирование асфальтобетона на шлаковом песке заканчивается через 1–1,5 года, на гранулированных шлаках – через 2–5 лет с момента строительства. При этом, покрытия уже в начальной стадии эксплуатации имеют высокую сдвигоустойчивость и на них не наблюдается образование колеи и наплывов. В процессе эксплуатации покрытия, при стабилизации структуры асфальтобетона, происходит уменьшение объема пор, увеличение плотности асфальтобетона, увеличение значения угла внутреннего трения. Наибольший прирост наблюдается в первый год, в последующие годы угол внутреннего трения практически не изменяется. Значение же внутреннего сцепления в асфальтобетоне со шлаковыми материалами неуклонно возрастает в результате укрепления коагуляционных структурных связей и необратимых процессов, которые происходят в битумной пленке [3].

При изучении асфальтобетона с гранулированными шлаками и шлакопемзовыми песками, установлены особенности приготовления, укладки и уплотнения асфальтобетона со шлаковыми материалами. Так, на основе масштабных исследований установлено, что температурный режим приготовления таких смесей, находится в пределах 110–130 °С, укладка в покрытие смесей на вязких битумах возможна при температуре 70–80 °С, а температура уплотнения находится в диапазоне 50–70 °С. Таким образом, асфальтобетон со шлаковыми материалами занимает промежуточное положение между горячим и холодным типом асфальтобетона [4].

В итоге, заполнитель, в состав которого входит шлак сталеплавильного производства, благодаря своим физическим и химическим свойствам, – представляет собой на 100 % переработанный продукт, обладающий большим потенциалом в качестве замены природных заполнителей в дорожном строительстве. В большинстве работ, с использованием заполнителей из шлака сталеплавильного производства, сообщается, что асфальтобетонные смеси с его использованием, имеют более высокую пористость, адгезию с вяжущим, благодаря структуре поверхности и химическому составу, благоприятной форме частиц. Высокая поронепрерывность заполнителей из шлака сталеплавильного производства может повысить водонепроницаемость в асфальтобетонных смесях и улучшить сопротивление скольжению и аквапланированию, а адгезия с битумом может решить проблему проникания влаги в нижележащие слои дорожной одежды в связи с повреждением покрытия. Эти свойства способствуют повышению качества асфальтобетонных смесей и покрытий с их использованием, и уровню безопасности дорожного движения. Проведенные исследования также предполагают, что асфальтобетонные смеси, включающие заполнители из шлаков сталеплавильного производства, также могут повысить устойчивость к колееобразованию и трещинообразованию.

С экономической точки зрения, использование шлака сталеплавильного производства, в качестве заполнителя в дорожном строительстве, может снизить затраты на добычу и переработку природных минеральных материалов. Сталеплавильная промышленность также может снизить стоимость шлаков, предназначенных для переработки и утилизации огромного количества запасов шлака. В то время, как срок службы дорожного полотна может быть увеличен, расходы на техническое обслуживание покрытия могут также быть снижены, таким образом обеспечивая дополнительные средства для других проектов по разработке. Что касается влияния на сохранение окружающей среды, использование материалов из шлака сталеплавильного производства может по-разному непосредственно сократить как зависимость от природных заполнителей, так и количество проектов по добыче сырья. С другой стороны, включение шлака сталеплавильного производства в проекты дорожного строительства, может уменьшить площадь, которая используется для захоронения отходов [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Досалиев К.С. Исследование влияния структуры автомобильных дорог «земляное покрытие-асфальтобетон» на безопасность жизнедеятельности при эксплуатации дис. на соискание степени доктора

философии: 6D073100 – Шымкент: Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова, 2018. -142 с.

2. Лекаревич С.С. Обоснование возможности крупнотоннажного использования золошлаковых материалов на объектах дорожного строительства г. Омска. – Омск: Ассоциация содействия развитию промышленного кластера по использованию и переработке золошлаковых материалов, 2017. – 46 с.

3. Апталаев М.Н., Жалко М.Н. Влияние водно-теплового режима основания автомобильной дороги на состояние дорожной одежды // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». – 2016. - Т. 3, №4. – С. 1-12.

4. Применение порошковых отходов промышленности в асфальтобетоне: Обзорная инф. ЦБНТИ Минавтодора РСФСР. Автомобильные дороги. -М.: Минавтодор, 1990. - Вып.7. -56 с.

5. Котляровский А.А. Модифицированный дорожный асфальтобетон с использованием отходов производства поликапроамидов и абразивов: дис. канд. техн. наук: 05.23.05. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2007. -139 с.

6. Иванов Е.В. Обоснование применение золошлаковых смесей для строительства земляного полотна с учетом особенностей водно-теплового режима. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11. – Омск: Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, 2014. - 165 с.

УДК: 625. 861; 666.973.2.00.2

К.С. Досалиев PhD, доц.; А.Б. Тоқсан магистрант;
А.Е. Асылбек магистрант
(ЮКУ им. М.Ауэзова, г. Шымкент, Республика Казахстан)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В зависимости от качества перерабатываемого фосфорсодержащего сырья в производстве желтого фосфора образуется от 9 до 13 т электротермофосфорного шлака с плотностью 2,6-3,1 т/см³ на 1 тонну готовой продукции в гранулированном или литом состоянии в прямых [1, 2].

Гранулированный электротермофосфорный шлак получают путем подачи вытекающего огненно-жидкого шлака после руднотермической печи по желобу в поток воды, в котором соотношение