

УДК 625.85

В.И. Клевеко

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В УСЛОВИЯХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

В последние годы на дорогах России резко возросло количество автотранспорта, значительную долю которого составляют большегрузные автомобили. Это приводит к преждевременному износу дорожного покрытия, чему дополнительно способствуют сложные природные условия Пермского края. Поэтому вопросы повышения срока службы автомагистралей являются весьма актуальными. Одним из способов повышения долговечности автомобильных дорог является применение геосинтетических материалов.

Ключевые слова: геосинтетические материалы, армирование, дорожные одежды, повышение трещиностойкости, асфальтобетонные покрытия.

Современные автомобильные дороги представляют собой сложный комплекс инженерных сооружений, состоящий из дорожной одежды, земляного полотна, дренажных конструкций, искусственных и других сооружений, которые находятся под воздействием значительных динамических нагрузок от движущегося транспорта, а также неблагоприятных климатических воздействий. Автомобильная дорога должна обеспечивать нормальные круглогодичные условия движения автотранспорта, поэтому к ней предъявляются жесткие требования [1]. В течение всего года дорога должна быть прочной, противостоять динамическим нагрузкам, передающимся на нее при движении автомобилей, быть ровной и нескользкой; в то же время дороги подвержены активному воздействию многочисленных природно-климатических факторов (нагревание солнечными лучами, промерзание и оттаивание, увлажнение выпадающими осадками, грунтовыми водами и т.п.). Уже в течение длительного времени темпы роста объемов автомобильных перевозок опережают темпы строительства автомобильных дорог с твердым покрытием, что привело к резкому увеличению интенсивности движения на дорогах. Рост количества автотранспорта (особенно числа большегрузных автомобилей и автопоездов) привел к существенному возрастанию изнашивающего и разрушающего воздействия

автомобилей на дороге, что наряду с суровыми климатическими условиями Урала приводит к преждевременному разрушению автомобильных дорог. Подавляющее число автомобильных дорог с твердым покрытием в нашем регионе составляют дороги с асфальтобетонным покрытием, поэтому вопросы повышения их долговечности являются самыми актуальными. В настоящее время конструкции дорожных одежд, построенные по традиционным технологиям и с использованием традиционных дорожно-строительных материалов, не обеспечивают требуемого срока службы автомобильных дорог. Срок эксплуатации автомобильной дороги в общем случае зависит от прочности, устойчивости и долговечности отдельных ее частей. Чаще всего разрушение дороги начинается с разрушения покрытия, так как оно находится в самых неблагоприятных условиях и непосредственно воспринимает нагрузки от автомобилей, а также подвергается прямому воздействию неблагоприятных погодных-климатических факторов [2]. Причины разрушения дорожного покрытия можно условно разделить на две большие группы: разрушения самого покрытия, при достаточно прочном основании, а также деформации и разрушения покрытия, связанные с потерей прочности основания дорожной одежды.

Асфальтобетон – это один из лучших материалов для устройства покрытий автомобильных дорог, он достаточно прочный, сравнительно недорогой и технологичный. Но как конструкционный материал асфальтобетон имеет ряд трудноустраняемых традиционными методами недостатков. Основными недостатками асфальтобетона как конструкционного материала для покрытия автомобильных дорог являются недостаточная сдвигоустойчивость при высоких температурах и низкая прочность на растяжение, что способствует образованию трещин.

Повысить сдвигоустойчивость асфальтобетона традиционными методами можно с помощью применения асфальтобетонных смесей с повышенным содержанием щебня и с помощью использования теплоустойчивых битумов. Однако эти методы имеют существенный недостаток – с повышением сдвигоустойчивости при высоких температурах резко ухудшаются свойства асфальтобетона при низких температурах. Использование этих традиционных методов требует применения различных видов асфальтобетонных смесей при строительстве покрытий на перекрестках и остановках общественного транспорта и для остальной части дорог, что создает определенные трудности в организа-

ции работ и не позволяет полностью устранить существующие недостатки.

От этого недостатка свободен принципиально иной способ повышения сдвигоустойчивости асфальтобетона – изменение конструкции асфальтобетонного покрытия путем введения в него армирующей синтетической сетки.

Асфальтобетон, армированный синтетической сеткой, обладает значительно большим сопротивлением сдвигу, чем обычный асфальтобетон. Устойчивость асфальтобетонных покрытий на сдвигающие усилия при высокой температуре должна сочетаться с другими свойствами, в первую очередь с устойчивостью к образованию трещин – самому распространенному дефекту асфальтобетонных покрытий, что практически невозможно обеспечить применением традиционных технологий.

При отрицательной температуре асфальтобетон перестает быть пластичным и переходит от вязкого к упругому и даже твердому хрупкому состоянию. При быстрых переходах от положительной температуры к отрицательной в асфальтобетоне возникают растягивающие напряжения, которые вызывают появление на покрытии температурных трещин, количество которых со временем увеличивается. Эти трещины располагаются поперек проезжей части через 6–8 м [2]. Образование трещин вызвано снижением деформативной способности асфальтобетона при отрицательной температуре. Образование температурных трещин в асфальтобетоне не так безобидно, как обычно принято считать. Они существенно снижают срок службы покрытия, так как просачивающаяся через них вода постепенно разрушает как сам асфальтобетон, так и нижележащие слои дорожной одежды. В случае образования сквозной трещины в покрытии резко изменяется расчетная схема работы покрытия на нагрузки от колес автомобилей. В результате этого возникают значительные динамические и даже гидродинамические нагрузки, приводящие в итоге к полному выходу из строя всей дорожной одежды. И чем выше интенсивность движения транспорта, тем быстрее разрушается покрытие. К сожалению, проблеме трещиностойкости асфальтобетона уделяется мало внимания, даже в существующих нормативных документах отсутствуют расчеты на трещиностойкость. Повысить трещиностойкость асфальтобетона

можно двумя принципиально различными методами: увеличить деформативность асфальтобетона или же увеличить прочность асфальтобетона на растягивающие усилия. Увеличить деформативность асфальтобетона можно, стабилизировав свойства органического вяжущего (битума) с помощью различных добавок. В то же время увеличить трещиностойкость асфальтобетона можно совершенно иным способом. Трещиностойкость асфальтобетона напрямую зависит от его прочности на растягивающие усилия. Кардинально увеличить прочность асфальтобетона на растягивающие усилия можно только с помощью его армирования. В настоящее время армирование осуществляется с помощью синтетических сеток. Применение армированного асфальтобетона позволяет значительно повысить прочность покрытия на горизонтальные нагрузки, т.е. как сдвигоустойчивость, так и трещиностойкость асфальтобетона.

Проведенные испытания показали, что прочность на разрыв армированного асфальтобетона повышается не менее чем на 50 %, при увеличении деформации при разрыве на 65 %.

Ежегодный прирост сети дорог с твердым покрытием за счет нового строительства в последнее время значительно снизился из-за недостатка финансирования. Следовательно, более 90 % всех автомобильных перевозок осуществляется по старым дорогам, которые в той или иной мере требуют ремонта. Поэтому вопросы ремонта автомобильных дорог и, в частности, асфальтобетонных покрытий приобретают более важное значение, чем новое строительство. Существующая традиционная технология ремонта асфальтобетонных покрытий обычно заключается в укладке тонких слоев асфальтобетона поверх существующего старого покрытия. Этот способ не обеспечивает возможность полностью восстановить эксплуатационные и прочностные показатели дороги. При эксплуатации в покрытии всегда образуются температурные трещины и трещины, связанные с понижением прочности основания. Одна из главных причин образования трещин – малая прочность асфальтобетона на растяжение. При укладке нового слоя асфальтобетона на старое покрытие с трещинами в нем происходит образование «отраженных» трещин. Когда нагрузка от колеса автомобиля проходит сверху трещины в старом покрытии в новом слое асфальтобетона возникает перерезывающая сила. Поэтому в верхнем

слое асфальтобетона возникают значительные касательные напряжения в результате непрерывного движения транспорта, прочность и выносливость асфальтобетона снижается с каждым циклом нагрузки до полного разрыва асфальтобетона и появления трещины на поверхности нового покрытия. По экспертным данным, даже слой асфальтобетона толщиной 15 см способен противостоять «отраженным» трещинам не более 2–3 лет. То же происходит и в случае асфальтобетонного покрытия на основании из железобетонных плит. Отраженные трещины вызываются перемещением отдельных бетонных плит, и получение долговечного асфальтобетонного покрытия в этом случае вообще невозможно без принятия специальных мер. Только использование гибких армирующих синтетических сеток позволяет предотвратить или значительно замедлить развитие разрушения асфальтобетонных покрытий, связанного с отраженными трещинами.

Исследование армированного асфальтобетона в Пермском крае начались еще в середине 90-х гг. прошлого века. В 1996 г. в г. Перми при ремонте участка автодороги длиной 100 м был применен армированный асфальтобетон. На существующее асфальтобетонное покрытие укладывалась синтетическая сетка, поверх которой устраивался слой мелкозернистого асфальтобетона толщиной 5–6 см. В качестве арматуры применялась полиэфирная сетка из мононити с прочностью на разрыв 39,4 кН/м, изготовленная на одном из предприятий Пермского края. При устройстве армированного покрытия применялись несколько технологических схем для выбора оптимальных способов и приемов выполнения операций. Для выявления эффективности армирования асфальтобетона был отремонтирован контрольный участок длиной 100 м без армирования. Подобные работы выполнялись при ремонте покрытия ряда путепроводов г. Перми и при реконструкции трамвайных путей на Северной дамбе [1, 3, 4].

За всеми указанными объектами велись наблюдения. Проведенные исследования показали эффективность применения армированного асфальтобетона при ремонте покрытий автомобильных дорог, мостов и путепроводов. По нашим наблюдениям (рисунок), количество трещин на участке с армированным покрытием на 40 % меньше, чем на контрольном неармированном участке.

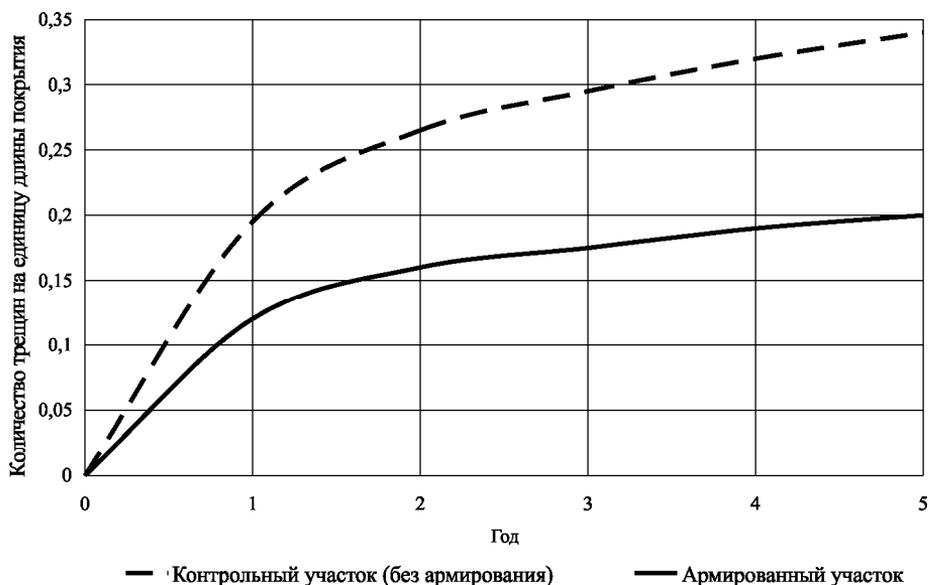


Рис. Динамика роста трещин на участке с армированным покрытием

Около 40 % разрушений покрытий автомобильных дорог связаны с понижением по тем или иным причинам прочности основания дорожной одежды и грунтов верхней части земляного полотна. Обычно это связано с различными нарушениями водно-теплового режима земляного полотна. При снижении прочности основания более чем на 10 % начинается разрушение покрытия дороги, а при снижении прочности более чем на 40 % покрытие разрушается полностью. Вместе с тем значительную часть территории нашего региона составляют участки, имеющие неблагоприятные грунтово-гидрологические условия и характеризующиеся наличием пучинистых грунтов, высоким уровнем грунтовых вод или необеспеченным поверхностным стоком. На эксплуатируемых дорогах Пермского края они в общем составляют около 50 %.

Увеличить прочность основания дорожной одежды и верхнего слоя земляного полотна возможно двумя основными способами. Один из них – это предотвращение их замачивания, т.е. устройство эффективно работающей дренирующей системы для осушения дорожной одежды и грунтового основания, а другой – увеличение прочности самих слоев дорожной одежды и грунта земляного полотна. Устройство эффективной дренажной системы связано с рядом трудновыполнимых условий, таких как использование высокопроницаемой смеси щебня

или гравия (коэффициент фильтрации более 100 м/сут), устройство противозаиливающей защиты дренирующих слоев и трубчатых дрен, защита выпусков труб от замерзания в них воды, тщательное соблюдение технологии устройства дренажа и своевременное и качественное его содержание и т.д. Соблюдение всех этих требований с использованием традиционных технологий или вообще невозможно, или ведет к резкому повышению стоимости строительства автомобильных дорог. Решить данную задачу возможно путем регулирования водно-теплового режима с помощью геосинтетических материалов, которые могут одновременно выполнять роль армирующих, дренирующих, капилляропрерывающих, гидроизолирующих и разделяющих прослоек [5].

Для отвода осадков, просачивающихся через дорожную одежду и обочины, может применяться геосинтетическая дренирующая прослойка. В последнее время за рубежом появились специально разработанные дренажные композиционные материалы. По фильтрующей способности эти материалы заменяют слой песка толщиной 0,5 м, что позволяет снизить стоимость устройства дренажа почти в два раза.

Важной проблемой на автомобильных дорогах Пермского края является пучение грунтов земляного полотна при промерзании и последующая осадка их при оттаивании. Деформации покрытия зависят от типа покрытия, грунтовых условий и их увлажнения. Неравномерность деформации покрытия можно уменьшить с помощью увеличения его жесткости. Повысить жесткость основания и верхнего слоя земляного полотна можно, введя в конструкцию дорожной одежды армирующую прослойку из геосинтетических материалов. Опыты показали, что неравномерность морозного пучения снижается в среднем на 10 %. Экономические показатели применения синтетических материалов улучшаются при совмещении функций по дренированию и армированию земляного полотна.

Применение геосинтетических материалов в дорожном строительстве позволяет уменьшить толщину слоев дорожной одежды из кондиционных каменных материалов (щебень, гравий, песчано-гравийная смесь, песок), тем самым снизить стоимость строительства и потребность в транспортных перевозках. Кроме того, применение дренирующих, армирующих, капилляропрерывающих и гидроизолирующих прослоек из синтетических материалов для регулирования водно-теплового режима земляного полотна позволяет не только

уменьшить стоимость строительства, но и обеспечивает большую стабильность во времени ровности покрытия по сравнению с традиционными дорожной одеждой и земляным полотном. В результате этого снижается себестоимость перевозок грузов и повышается безопасность и комфортабельность движения. Дополнительный экономический эффект обусловлен уменьшением пребывания грузов и пассажиров в пути, ускорением оборота средств, уменьшением дорожно-транспортных происшествий.

Применение армированного асфальтобетона эффективно как при новом строительстве, так и при ремонте дорог. В ряде случаев без армирования покрытия невозможно обеспечить нормативную долговечность автодороги.

Как было указано выше, прочность на разрыв армированного асфальтобетона повышается не менее чем на 50 %, при увеличении деформации при разрыве – на 65 %. Использование синтетической арматуры в асфальтобетоне позволяет одновременно повысить сдвигоустойчивость, трещиностойкость, прочность на растягивающие усилия, а также равномерно распределить растягивающие напряжения на большую площадь. Совокупность этих положительных факторов позволяет значительно повысить долговечность асфальтобетонных покрытий. Сметная стоимость армированного покрытия примерно на 20–30 % выше, чем неармированного. Но срок службы армированного покрытия по сравнению с традиционным не менее чем в 1,5 раза выше. С учетом приведенных затрат на содержание и ремонт дороги за срок службы покрытия фактические затраты при применении армированного асфальтобетона снижаются на 6 %. Кроме того, необходимо учитывать экологические аспекты проблемы. На участках дорог с плохим покрытием резко снижается скорость движения автотранспорта, а следовательно, повышается выброс выхлопных газов. При ремонтных работах в городах приходится закрывать отдельные участки улиц с переброской транспортных потоков на другие улицы, что создает дополнительную экологическую нагрузку на них. Уменьшение количества выхлопных газов приводит к дополнительному экономическому эффекту, который трудно учесть, но который весьма ощутим, особенно который в городских условиях.

Геосинтетические материалы широко применяются в практике дорожного строительства в нашей стране и за рубежом. Различными

фирмами выпускается широкая гамма различных геосинтетических материалов, позволяющая охватить практически все области дорожного строительства. К сожалению, интенсивное их использование в России сдерживается недостаточной нормативной базой, сравнительно небольшой номенклатурой выпускаемых материалов и относительно высокой стоимостью.

Для более широкого внедрения в строительную практику геосинтетических материалов необходимо решить целый ряд задач:

– создание широкой гаммы конкурентоспособных отечественных геосинтетических материалов для дорожного строительства на российских предприятиях;

– проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по внедрению геосинтетических материалов в широкую практику строительства;

– разработка современных нормативных документов на применение геосинтетических материалов в дорожном строительстве.

Для решения этих задач на кафедре «Строительное производство и геотехника» Пермского национального исследовательского политехнического университета проводится большой объем научно-исследовательских работ и создана лаборатория по испытанию геосинтетических материалов, которая укомплектована необходимыми приборами для контроля их параметров.

Библиографический список

1. Пономарев А.Б., Клевекко В.И. Значение геосинтетики для дорожного строительства в Пермском крае // Дороги. Инновации в строительстве. – 2013. – № 25, спецвып. – С. 100–102.

2. Бургонутдинов А.М., Клевекко В.И. Образование морозобойных трещин на автомобильных дорогах // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2011: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Вып. 4, т. 3. – Одесса: Черноморье, 2011. – С. 32–39.

3. Клевекко В.И. Модернизация дорог: геосинтетические материалы // National Business. – 2012. – № 5. – С. 74–76.

4. The use of synthetic materials in the highway engineering in the urals / A.A. Bartolomey [et al.] // Geotechnical engineering for transportation infrastructure. Proceedings of the 12th European conference on soil

mechanics and geotechnical engineering, Amsterdam, June 1999. – Vol. 2. – Netherlands. Amsterdam, 1999. – С. 1197–1202.

5. Татьянников Д.А., Клевко В.И., Пономарев А.Б. Анализ работы армированного песчаного основания на основе штамповых модельных испытаний // Вестник Перм. гос. техн. ун-та. Урбанистика. – Пермь, 2012. – № 4 (8). – С. 92–102.

V.I. Klevko

APPLICATION OF GEOSYNTHETICS IN ROAD CONSTRUCTION IN PERM REGION

Last years on roads of Russia intensity of traffic has sharply increased, the considerable share in which is made by supsize cars. It leads to premature deterioration of a road covering that promoted in addition by a difficult environment of Perm region. Therefore questions of increase of life of highways are rather actual. One of ways of increase of durability of highways is application of geosynthetic materials.

Keywords: geosynthetic materials, reinforcing, road clothes, increase crack resistance, asphalt coverings.

Сведения об авторах

Клевко Владимир Иванович (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительное производство и геотехника» ФГБОУ ВПО ПНИПУ (e-mail: vlivkl@mail.ru).

About the authors

Klevko Vladimir Ivanovich (Perm, Russia) – Candidate of Technics, Assistant Professor, Department of Building production and geotechnics, Perm National Research Polytechnic University (e-mail: vlivkl@mail.ru).

Получено 18.03.2013