

О ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ВЕЧНЫЕ ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ» В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ON THE POSSIBILITY OF IMPLEMENTATION OF THE «PERPETUAL PAVEMENTS» CONCEPT UNDER THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

В. К. Шумчик,
кандидат технических наук,
директор республиканского
дочернего унитарного предприятия
«Белорусский дорожный научно-
исследовательский институт
«БелдорНИИ», г. Минск, Беларусь

В. Н. Яромко,
доктор технических наук,
профессор, главный научный
сотрудник республиканского
дочернего унитарного предприятия
«Белорусский дорожный научно-
исследовательский институт
«БелдорНИИ», г. Минск, Беларусь

С. Е. Кравченко,
кандидат технических наук,
доцент, заведующий кафедрой
«Строительство и эксплуатация
дорог» Белорусского национального
технического университета,
г. Минск, Беларусь

В статье рассматриваются основные положения концепции «вечных дорожных одежд», которая впервые начала разрабатываться в США. В ее основу заложена идея проектирования дорожной одежды и земляного полотна с таким расчетом, что в течение 40-50 лет перестраиваются только верхние слои дорожной одежды. Рассматриваются некоторые конструктивно-технологические и материаловедческие мероприятия по реализации этой концепции в Республике Беларусь.

The article considers the main provisions of the perpetual pavement concept, which development began in the USA for the first time. It is based on the idea of designing of a pavement and earth work to ensure that only top layers of the pavement would need to be reconstructed within 40-50 years. Some structural-and-technological and materials engineering measures for implementation of this concept in the Republic of Belarus are considered.

ВВЕДЕНИЕ

Импульсом к разработке концепции дорожных одежд с большой продолжительностью жизни (БПЖ), по европейской терминологии, или вечных дорожных одежд в соответствии с терминологией, принятой в США, где накоплен большой объем информации относительно теории и практики вечных дорожных одежд, послужили наблюдения и опыт, свидетельствующие о том, что существуют случаи, когда запроектированное время жизни дороги, например 20 лет, в реальных условиях может быть гораздо большим. В США под термином «вечная» (perpetual) подразумевают хорошо спроектированную дорожную одежду, прослужившую более 50 лет. Совершенно очевидно, что разные слои дорожной одежды находятся в существенно отличающихся условиях и невозможно ожидать, что верхний ее слой может прослужить 50 лет без изменения толщины, образования колеи, износа и других дефектов.

В связи с этим Европейская группа «Дороги с большой продолжительностью жизни» (ELLPAG) предложила понятие, которое применимо ко всем типам дорожных одежд (жестким, нежестким, полужестким). Оно состоит в

том, что к дорожным одеждам с БПЖ относят те из них, на которых при надлежащем уходе не наблюдается разрушение несущего слоя основания и которые требуют только замены верхнего слоя покрытия (слоя качения, износа). С учетом этой замены дорожные одежды должны служить более 50 лет.

Технический комитет С 4.3 «Дорожные одежды» Всемирной дорожной ассоциации (PIARC-AIPCR) разработал программу и методику обследования дорожных одежд с большой продолжительностью жизни, пригласил экспертов и поручил им анкетировать долговечные участки.

Были получены ответы из 10 стран по 100 участкам. Анализ полученных материалов позволил определить основополагающие мероприятия по созданию дорожных одежд с продолжительным сроком службы и сгруппировать их как материаловедческие, конструктивные и технологические.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОЗДАНИЮ «ВЕЧНЫХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД»

Проанализированные данные, когда время жизни дорожной одежды превышает запроектированное, свидетельствуют о том, что основой успеха являются: хорошее проектирование дорожной одежды; высокое качество дорожных материалов и строительных работ. К этому общему заключению можно добавить более конкретные предложения, вытекающие из анализа работы долговечных участков дорог.

Традиционные методы конструирования дорожной одежды не учитывают характер работы конструктивных слоев в структуре дорожной одежды и предусматривают расположение слоев с убыванием прочностных характеристик материала по глубине. При этом в нижний слой покрытия укладывают пористый либо высокопористый асфальтобетон, обладающий наименьшим сопротивлением усталостному разрушению, то есть плохо работающий на растяжение при изгибе, и именно в этом слое и зарождаются первоначальные очаги разрушения.

С позиции реализации концепции, конструирование «вечных дорожных одежд» следует осуществлять с учетом характера напряженно-деформированного состояния (НДС) конструктивных слоев дорожной одежды. В настоящее время имеются апробированные конструкции дорожной одежды, устойчивые к усталостному разрушению, у которых модуль упругости самого нижнего слоя асфальтобетона больше, чем у слоя, расположенного над ним.

Например:

- слой износа из высокопористой дренирующей смеси;
- покрытие из плотной асфальтобетонной смеси на полимерно-битумном вяжущем;
- промежуточный слой из плотной смеси на битуме высокой вязкости;
- нижний слой асфальтобетона с таким же зерновым составом и битумом, как и промежуточный, но с более высоким содержанием битума.

В такой конструкции покрытие и промежуточный слой обеспечивают сдвигустойчивость при высоких летних температурах, а плотный нижний слой с повышенным содержанием битума обеспечивает сопротивление усталостному разрушению.

Жесткие требования предъявляются к несущей способности грунта земляного полотна, которая определяется качеством уплотнения грунтов. Сегодня в мировой практике используются совершенно новые подходы при уплотнении грунтов, на которые следует ориентироваться и нам. Несущая способность земляного полотна диктует выбор конструкции в вышерасположенных верхних слоях.

Общее правило состоит в том, что нежесткие дорожные одежды с большой продолжительностью жизни могут иметь трещины и колею только в верхнем заменяемом слое.

Требования к материалам

В 1987 г. в рамках специальной Стратегической программы научных исследований США была начата разработка новой системы спецификации битумосодержащих материалов. Конечным продуктом этих исследований стала новая система под названием Supergrave: сокращение от Superior Performing Asphalt Pavements (асфальтобетонные покрытия с повышенными технико-эксплуатационными показателями). Supergrave включает новую систему выбора и определения показателей вяжущих, детальные требования к минеральному заполнителю и принципиально новую методику подбора состава горячей асфальтобетонной смеси. Бытует мнение, что сегодня альтернативы этой системе в рамках реализации концепции «вечных дорожных одежд» нет.

Органическое вяжущее

Для обоснованного выбора битумного вяжущего для дорожных работ Supergrave предусматривает измерение фундаментальных физико-механических характеристик (модуля сдвига, кинематической и динамической вязкости, функции релаксации и т. д.) в исходном состоянии, после искусственного старения в камере RTFOT, имитирующего изменение вяжущего в процессе приготовления смеси и укладки, и после старения в камере PAV, имитирующего окислительное старение в условиях эксплуатации покрытия.

Все испытания и их анализ имеют прямую связь с реальными условиями эксплуатации. Методики испытаний вяжущего в системе Supergrave позволяют определить физические свойства, которые посредством инженерных принципов можно напрямую связать с работой в составе покрытия. Испытания проводят при температурах, соответствующих реальным условиям эксплуатации покрытия.

Одной из основных особенностей подбора состава смеси в системе Supergrave является изменение метода лабораторного уплотнения. Лабораторное уплотнение производят с использованием вращающегося пресса (SGC).

Асфальтобетонные заводы (АБЗ) являются основными производственными предприятиями дорожного

хозяйства и предназначены для приготовления различных смесей для строительства, реконструкции и ремонта слоев асфальтобетонного покрытия. В мировой практике распространены высокопроизводительные смесители непрерывного действия и смесители со временем перебазирования не более 3 суток. Большинство смесителей оборудованы емкостями с воздухонепроницаемыми затворами для хранения готовой горячей смеси на протяжении 12–36 часов.

При транспортировке смеси к месту укладки следует ориентироваться на применение специализированных автомобилей-термосов большой грузоподъемности, что позволяет снизить влияние технологической и температурной сегрегаций и повысить качество устроенного покрытия. В течение последних двух десятилетий, в частности, в США преимущественно применяется непрерывная укладка асфальтобетонного покрытия. Ее основной принцип – асфальтоукладчик не должен останавливаться. Реализация этой технологии в большей степени лежит в организационной, а не в технической плоскости. Также начинает широко применяться технология укладки двух слоев за один проход.

ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ВЕЧНЫЕ ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ» В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Несколько слов о том, чем располагают дорожники нашей республики для реализации концепции «Вечные дорожные одежды».

Дорожные одежды рассчитываются на нагрузки 11,5 т и в недалекой перспективе на 13 тонн.

В Республике Беларусь принята стратегия устройства оснований из гранитного щебня марки по прочности 1200–1400 подобранного зернового состава, в том числе и с использованием вторичных продуктов (асфальтогранулята), что позволяет существенно увеличить ресурс дорожных одежд и при правильной технологии выполнения работ (обеспечении однородности смеси по толщине слоя, достаточной степени уплотнения и требуемом модуле упругости) избежать появления деформаций в виде колеи и т. п. Преимущество данных материалов заключается в создании слоя основания заданной жесткости и необходимой дискретности, что, в отличие от укрепленных оснований, позволяет избегать отраженных дефектов (трещин, сетки трещин) и долговременно эксплуатировать построенные участки дорог.

Применяемая сегодня в Республике Беларусь технология устройства асфальтобетонных покрытий, пришедшая к нам из Европы в 30-е годы прошлого века, хорошо известна и достаточно проста. Однако сегодня мы ориентируемся на американскую технологию, которая требует дополнительного оборудования (перегрузочный смеситель), но обеспечивает более высокие темпы укладки и улучшенные физико-механические и прочностные характеристики материала уложенного слоя (температура укладки – до 2 км/смену на укладке нижнего слоя,

и до 4 км/смену – на укладке верхнего слоя при ширине покрытия 8–9 м).

В республике на дорогах высоких категорий повсеместно применяется щебеночно-мастичный асфальтобетон (начал применяться с 2002 г.) при устройстве верхних слоев автомобильных дорог. В настоящее время специалистами института «БелдорНИИ» исследуются составы щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе битумополимерного вяжущего как совместно с целлюлозным волокном, так и без него и с расширением диапазона фракционного состава каркасной составляющей асфальтобетона.

В настоящее время дорожный битум в Беларуси выпускают по СТБ EN 12591 [1] (ранее выпускали по ГОСТ 22245 [2]).

Можно также отметить, что в ТКП 45-3.03-112 [3] содержится указание о возможности нескольких полных замен верхнего слоя асфальтобетонного покрытия между капитальными ремонтами дорожной одежды. Естественно, эти мероприятия дадут эффект только в том случае, если несущие слои дорожной одежды и земляное полотно имеют необходимый запас прочности.

В Республике Беларусь принята Государственная программа по развитию и содержанию автомобильных дорог на 2015–2019 годы, в которой предусмотрены конкретные меры по дальнейшему совершенствованию сети. Успешное достижение поставленных целей возможно только на основе инновационных технологий, направленных на повышение качества и долговечности автомобильных дорог.

С этой целью ведется разработка и внедрение устойчивого и безусадочного земляного полотна, в том числе на участках слабых и переувлажненных грунтов, с использованием новых эффективных способов уплотнения грунтов и с применением армирующих и дренирующих прослоек из геотекстильных материалов.

Верхняя часть земляного полотна на дорогах с тяжелым и интенсивным движением для предотвращения образования остаточных деформаций должна быть укреплена вяжущими.

Важное значение имеет совершенствование устройства поверхностного водоотвода с проезжей части дорог, откосов насыпей и выемок путем разработки новых вариантов прикромочных и откосных лотков, рассеивающих и водогасящих устройств, применения геотекстильных материалов в элементах водоотвода, укрепления откосов выемок и насыпей, в том числе и подтопляемых, с применением защитных и дренирующих прослоек из геосинтетики, геосеток, габионных конструкций, сборных ребристых плит, что обеспечит экономию бетона и железобетона, повышение долговечности земляного полотна в 1,5 раза при снижении трудоемкости работ в 2 раза.

Более широкое применение укрепленных вяжущими оснований (тощий бетон, в том числе в георешетке, материалы и грунты, укрепленные цементом или комплексными вяжущими, органоминеральные материалы), применение неукрепленных оснований (щебеночные, щебеночно-гравийные, в том числе армированные

рулонными геосетками) обеспечивают снижение расхода щебня на 50 % и повышение долговечности на 5–8 лет за счет увеличения несущей способности оснований.

Одним из важнейших направлений в реализации концепции «Вечные дорожные одежды» в Беларуси является устройство цементобетонных покрытий.

Как показывает зарубежный опыт, современные автомагистрали с цементобетонным покрытием отвечают всем потребительским качествам. Как показала отечественная практика, срок службы таких дорог в условиях постоянного роста нагрузок и увеличения интенсивности движения, особенно в сложных климатических и грунтово-геологических условиях, значительно больше асфальтобетонных.

Современные технологии строительства цементобетонных покрытий предполагают полную автоматизацию основных процессов по укладке и уплотнению бетонных смесей, отделке поверхности бетона, устройству температурных швов и уходу за бетоном в период набора прочности. Это позволяет резко повысить эффективность строительных работ: улучшить ровность покрытий, увеличить производительность укладки, снизить стоимость и трудоемкость работ, увеличить срок службы покрытий.

В Беларуси на данный момент существуют все предпосылки для строительства цементобетонных покрытий высокого качества (техническая оснащенность – современные бетоноукладочные комплексы, кадровый потенциал, качество поставляемых материалов и др.).

В 2014 году в связи с введением новых мощностей на наших цементных заводах появилась возможность возобновить строительство автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями. Первым крупным объектом стала вторая кольцевая автодорога вокруг г. Минска. Здесь в течение 2014–2017 годов планируется построить 80 км цементобетонных покрытий с использованием современных бетоноукладчиков, новых конструкций дорожных одежд и материалов.

Наиболее актуальными являются вопросы прочности и устойчивости цементобетонных покрытий. Они связаны

с обеспечением не только их несущей способности (трещиностойкости) под действием транспортных нагрузок, но и продольной устойчивости при высоких летних температурах, а также с сохранением ровности в результате образования уступов в деформационных швах в процессе эксплуатации. Доказано, что применение укрепленных вяжущими оснований под цементобетонными покрытиями существенно снижает вероятность образования в эксплуатационный период уступов в швах покрытий.

Предстоит усовершенствовать имеющиеся нормативные документы, которые базируются на результатах исследований, проведенных в свое время в СССР. Новых исследований ни в России, ни в Беларуси после распада СССР практически не проводилось.

Необходимо изменить стратегию в назначении ремонтных мероприятий и конструкций дорожной одежды при капитальном ремонте и реконструкции дорог. В основании необходимо использовать материалы, способные долговременно выполнять функции, возлагаемые на слои основания. Исходя из этих требований, становится очевидным, что если дорожная одежда нуждается в усилении, а ее несущий слой устроен без применения минеральных вяжущих, то этот слой следует укрепить каким-либо минеральным вяжущим, а не укладывать дополнительный слой асфальтобетонного покрытия. Укладка же дополнительного слоя такого покрытия, как показывает практика эксплуатации отремонтированных таким способом участков дорог, может только немного увеличить срок службы дорожной одежды.

Поэтому наиболее эффективным способом усиления дорожной одежды в таких случаях следует считать вариант усиления дорожной конструкции с использованием способа холодной регенерации и последующим устройством поверх регенерируемого слоя одного слоя из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА). Суть этого способа заключается в разрыхлении и перемешивании материала существующего покрытия и части основания ресайклером типа Wirtgen WR 2400 с каким-либо минеральным вяжущим (портландцементом и т. п.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Битумы дорожные. Технические требования и методы испытаний : СТБ EN 12591-2010.
2. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия : ГОСТ 22245-90.
3. Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования : ТКП 45-3.03-112-2008 (02250).