

проекта «Безопасные качественные дороги» (БКД). В ней подробно расписаны мероприятия по каждому из классов систем как по регионам, так и по срокам реализации каждого конкретного мероприятия. Также определены зоны ответственности по каждому из блоков. Много внимания уделено и вопросу создания национальных стандартов.

В настоящее время наиболее развиты из всех ИТС системы фотовидеофиксации различных классов правонарушений. Сегодня все чаще существующие системы совмещают в себе целый ряд функций: например, камера может регистрировать одновременно проезд на красный сигнал светофора, выезд за стоп-линию и нарушение скоростного режима. Лидерство именно этого класса систем понятно – их внедрение не только окупается штрафами, приносит постоянный доход в местный бюджет, но и выравнивает ситуацию с безопасностью движения на сложных отрезках дороги.

На второе место я бы поставил безостановочные системы весогабаритного контроля. Здесь тоже все логично – данные сис-

темы помогают собирать налоги и параллельно вести мониторинг движения грузового транспорта. Кроме того, впервые появляется возможность начать настоящую профилактическую работу с потенциальными нарушителями весогабаритного режима.

В крупных городах хорошо развиты системы мониторинга общественного транспорта. Здесь их назначение закрывает потребности сразу нескольких категорий пользователей транспорта общего пользования. Во-первых, они выполняют функцию информирования граждан с помощью приложений о ситуации на нужном маршруте, а во-вторых, транспортные компании и департамент транспорта могут осуществлять точный мониторинг дорожной ситуации, соблюдения дисциплины и добросовестного выполнения бизнес-процессов.

На четвертом месте по массовости стоят системы АСУДД с различными инструментами информирования водителей о дорожной обстановке. АСУДД бывают городского и магистрального типа. Городские АСУДД становятся все более интеллектуальными. Они ориентируются на интенсивность

транспортного потока и пытаются решить задачи оптимизации работы светофоров. Магистральные – делают акцент на информировании водителей с помощью табло. Они показывают информацию о разрешенной скорости движения, дорожных работах, пробках. Часто такие АСУДД сопряжены с метеостанциями и дают динамическую информацию о состоянии дорожного покрытия, содержат функцию отслеживания трафика, распознавания типов транспортных средств в потоке и пр.

Также существенное внедрение получили системы парковок, но к ИТС правильнее относить не системы оплаты парковок, а проекты, где присутствуют функции информирования о наличии свободных мест. Они позволяют водителям быстрее ориентироваться, не делать бесполезные маневры в поисках парковки, что разгружает локальный парковочный трафик. Эти решения достаточно просты, но пока доступны только на крытых парковках.

Впрочем, в ближайшей перспективе эта услуга станет доступной на любой стоянке.

Записал Леонид Григорьев



СОЮЗНИКИ АСФАЛЬТОБЕТОНА

ПЕРЕГРУЗ ТС НАНОСИТ УЩЕРБ ДОРОЖНОЙ СЕТИ В ВИДЕ УВЕЛИЧЕНИЯ РАСХОДОВ НА РЕМОНТ И СОДЕРЖАНИЕ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ, ИЗНОСА ХОДОВОЙ ЧАСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И СНИЖЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Не случайно специалисты целого ряда отечественных организаций, деятельность которых связана с дорожной отраслью, прикладывают заметные усилия по разработке и внедрению эффективных решений, позволяющих повысить надежность и срок службы дорожных покрытий асфальтобетонного типа.

В ПОИСКЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Нельзя не сказать, что для контроля за соблюдением весогабаритных параметров подвижного состава автомобильного транспорта, который оказывает весьма негативное влияние на автодороги, в нашей стране активно строятся автоматические посты весогабаритного контроля (АПВГК).

С целью нормативного обеспечения строительства АПВГК по заданию Минтранса России специалисты ФАУ

«РОСДОРНИИ» разработали проект ПНСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Автоматические посты весогабаритного контроля. Требования к проектированию». Одной из особенностей работы АПВГК является взвешивание транспортных средств в движении (WIM). Подобная процедура производится с помощью весоизмерительных датчиков, установленных в дорожное покрытие.

При разработке проекта ПНСТ выяснилось: чтобы обеспечить нор-

мальную работу и долговечность датчиков, нежесткая дорожная одежда с асфальтобетонным покрытием в зоне АПВГК должна быть, по крайней мере, на треть прочнее, чем обычно. Для достижения такого показателя необходимо применить целый комплекс эффективных мер, начиная от стабилизации грунтов рабочего слоя и заканчивая применением современных типов асфальтобетонов и органических вяжущих.

Важное место в этой цепочке занимают дорожные одежды

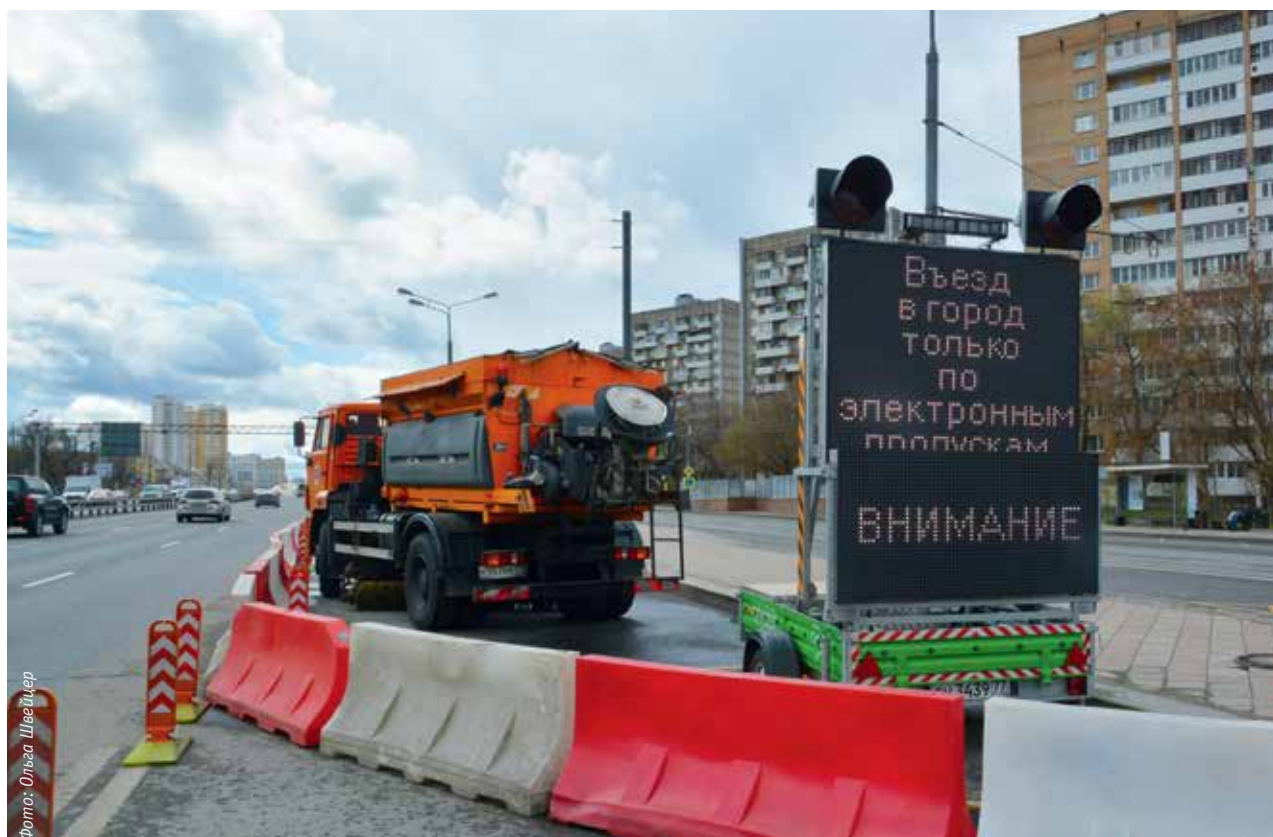


Фото: Ольга Шведлер

с прочными основаниями из укрепленных неорганическими вяжущими грунтами и каменных материалов. Однако при всех достоинствах таких дорожных одежд укрепленные основания имеют склонность к растрескиванию (усадочные и температурные трещины), что может провоцировать возникновение отраженных трещин в вышележащих асфальтобетонных слоях дороги.

Известны различные способы борьбы с отраженными трещинами. Прежде всего это увеличение толщины пакета асфальтобетонных слоев. По российским нормам – не менее 12–18 см, из опыта зарубежных стран – не менее 20–27 см.

Другим аргументом является устройство трещинопрерывающих прослоек между трещиноватоблочным основанием и асфальтобетонным покрытием. Среди таких прослоек наиболее эффективны прослойки из щебня. Однако некоторые из действующих российских норм не рекомендуют располагать неукрепленные зернистые материалы между слоями из материалов, обработанных вяжущими (например, между слоем укрепленного грунта и асфальтобетоном).

Важный фактор – включение в асфальтобетон различных армирующих материалов. Причем одним из наиболее эффективных армирующих материалов являются стальные сетки.

Определенный положительный эффект может быть достигнут за счет целенаправленного управления свойствами (коэффициент теплового расширения, модуль упругости, прочность на растяжение и др.) контактирующих в дорожной одежде материалов – асфальтобетонных и укрепленных грунтов. Правда, это направление пока еще недостаточно проработано, да к тому же не подкреплено в полной мере необходимой нормативной базой.

Все перечисленные способы при соответствующем технико-экономическом обосновании могут применяться на АПВГК.

Вместе с тем заслуживают внимания армирование асфальтобетонных слоев стальными сетками и та роль, которую играют при этом битумно-эмульсионные технологии.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что это весьма эффективная технология для усиления асфальтобетонных слоев. Стальные сетки с антикоррозийным покрытием обладают высокой прочностью и долговечностью, стальная проволока не перерубается щебенками при уплотнении.

За рубежом (в США и Евросоюзе) армирование асфальтобетонных слоев стальными сетками последние десятилетия широко применяется в дорожном и аэродромном строительстве. Например, в небольших по площади Нидерландах ежегодно укладывается в дорожное полотно не менее 400 тыс. м² стальной сетки (более 55 км двухполосной дороги). В России применение стальных сеток для борьбы с отраженными трещинами в асфальтобетонном покрытии над швами бетонного



Стальная сетка, уложенная в основание дорожного покрытия

основания предусмотрено методическими рекомендациями по проектированию жестких дорожных одежд, введенными в действие в 2004 году. Следует отметить, что в зарубежной и отечественной дорожной практике используются различные виды сеток: сварные с квадратными и прямоугольными ячейками, а также плетеные, с шестиугольными ячейками и с влеченными поперечными стержнями круглого или прямоугольного сечения.

Наряду с прочностью стальной сетки важным условием эффективного армирования является хорошее закрепление ее к основанию перед укладкой асфальтобетонной смеси. В этом случае сетка при укладке рабочей смеси не деформируется и

располагается в слое асфальтобетона в правильном положении.

Существует несколько технологий закрепления стальных сеток на основании: крепление к основанию стальными скобами, костылями или дюбелями; приклеивание битумом.

В то же время наиболее эффективной является технология закрепления стальных сеток на основании тонким слоем (7–10 мм) литой эмульсионно-минеральной смеси (ЛЭМС). Она применяется для сеток с шестиугольными ячейками и с кручеными поперечными стержнями прямоугольного сечения высотой 7 мм. В этом случае полотно сетки толщиной 2–3 мм (в зависимости от диаметра стальной проволоки) висит на 2–3 мм выше основания и ЛЭМС может затекать под сетку.

После распада битумной эмульсии и формирования слоя ЛЭМС сталь-

ная сетка надежно закреплена на основании и можно производить укладку асфальтобетонной смеси. Первоначально технологию закрепления стальной сетки тонким слоем ЛЭМС разработали за рубежом. При этом использовалась стальная сетка специальной конструкции, с поперечными стержнями прямоугольного сечения, выпускавшаяся в двух модификациях – легкой и тяжелой.

ТЕХНОЛОГИИ, ПОДТВЕРЖДЕННЫЕ НА ДЕЛЕ

Несколько лет назад описанная технология начала применяться в России под названием «САДЭМС», а специальная стальная сетка для такого армирования выпускается в нашей стране под названием

Наименование показателя	Образцы из смеси, полученные без нагрева при минимальной нагрузке	Образцы из смеси, полученные при температуре 80–100°C при нагрузке 40 МПа
Плотность, г/см ³	2,17	2,30
Водонасыщение, %	9,1	3,8
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов при температуре 20°C, МПа	1,37	4,17
Предел прочности при сжатии при температуре 50°C, МПа	0,75	2,26
Оценка величины расчетного кратковременного модуля упругости при температуре +10°C, МПа	1500	4500

«ДОРКАРС». В настоящее время выпускается три типа сетки: легкая, средняя и тяжелая – в зависимости от условий применения.

Кстати, технология «САДЭМС» с применением стальных сеток «ДОРКАРС» включена в «Реестр новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения». Используя данное решение, провели успешное усиление асфальтобетонного покрытия на нескольких десятках участков федеральных и региональных дорог. Некоторые из них имеют длину 10 км и более.

Нормативной базой усиления асфальтобетонных покрытий стальными армирующими сетками, закрепляемыми слоем ЛЭМС, служит ОДМ 218.3.041-2020 «Методические рекомендации по армированию асфальтобетонных слоев дорожных одежд стальными сетками», которые являются развитием ранее действовавшего ОДМ 218.3.041-2014.

Приказом Минстроя России от 01.06.2020 года №294/пр в федеральный реестр сметных нормативов включили федеральную единичную расценку ФЕР 27-06-067 на технологию «САДЭМС», у которой применяются стальные сетки «ДОРКАРС».

С учетом условий работы ЛЭМС внутри дорожной одежды в ОДМ 218.3.041-2020 установили технические требования к исходным материалам.

Первоначально технология закрепления стальной сетки тонким слоем ЛЭМС разрабатывалась со

следующими технологическими целями: исключить необходимость в большом количестве металлических дюбелей или скоб для закрепления сетки (2–3 единицы на 1 м² сетки); сократить время и трудоемкость технологической операции по закреплению сетки; обеспечить надежное закрепление сетки на основании в процессе укладки поверх нее асфальтобетонной смеси.

Все эти цели успешно достигнуты. Более того, дополнительно удалось выяснить, что слой ЛЭМС, содержащий достаточно большой объем

битума, выполняет также и функцию гидроизолирующей прослойки в дорожной одежде. В то же время благодаря применению технологии «САДЭМС» в России удалось определить еще несколько полезных эффектов ЛЭМС, реализуемых уже на этапе эксплуатации асфальтобетонного покрытия.

В частности, заполнение ячеек стальной сетки затвердевшим ЛЭМС приводит к формированию композитного армирующего слоя и модуль упругости этого слоя существенно выше модуля упругости самой сетки.



Закрепление сетки с помощью слоя ЛЭМС

Оказалось, что данные о расчетном модуле упругости ЛЭМС отсутствуют в нормативной справочной базе. Проводимые испытания ЛЭМС актуальны для слоя износа и не актуальны для слоя, расположенного внутри дорожной одежды. Поэтому пришлось выполнить специальные испытания для уточнения ряда характеристик, которые могли бы позволить сопоставить ЛЭМС по прочностным и упругим характеристикам с другими битумосодержащими материалами.

Проведенный анализ подтвердил, что затвердевшая ЛЭМС с точки зрения водонасыщения и комплекса прочностных свойств может занимать промежуточное положение между песчаным пористым холодным асфальтобетоном (тип Гх) и песчаным высокопористым горячим асфальтобетоном (тип Г). Это позволяет оценить расчетный модуль упругости затвердевшего ЛЭМС, например, при температуре +10°C, величиной $E_m = 1500$ МПа.

Согласно ОДМ 218.3.041-2020, модуль упругости композитного армирующего слоя $E_{ас}$ зависит от условного модуля упругости стальной армирующей сетки $E_{арм}$ и модуля упругости, заполняющего ячейки сетки материала E_m следующим образом: $E_{ас} = 0,0002 \cdot E_2 \cdot \text{арм} + 0,34 \cdot E_{арм} + 0,0002 \cdot E_{арм} \cdot E_m + 0,18 \cdot E_m$. При $E_{арм} = 4500$ МПа и $E_m = 1500$ МПа, $E_{ас} = 7200$ МПа. Это на 60% выше условного модуля упругости самой армирующей сетки.

Одновременно ЛЭМС обладает отмеченными выше свойствами только на этапе закрепления сетки на основании. Во время последующей укладки горячей асфальтобетонной смеси происходит разогрев тонкого слоя ЛЭМС до температуры 70–80°C. В свою очередь, при дальнейшем уплотнении рабочей смеси дорожными катками может происходить доуплотнение и, соответственно, повышение прочности разогретой ЛЭМС. То есть спонтанно осуществляется своего рода «переформовка» ЛЭМС – как побочный результат технологического процесса укладки и уплотнения вышележащего асфальтобетонного слоя.



Участок дороги А-181 «Скандинавия» с использованием стальной сетки «ДОРКАРС» по технологии «САДЭМС»

В результате доуплотнения плотность ЛЭМС может увеличиться на 6%, водонасыщение ЛЭМС снижается почти в 2,5 раза, а прочность вырастает в 3 раза. Таким образом, можно рассматривать ЛЭМС в процессе дальнейшей эксплуатации дорожной одежды как горячий плотный песчаный асфальтобетон хорошего качества с расчетным модулем упругости при температуре +10°C $E_m = 1500 \cdot 3 = 4500$ МПа. В этом случае модуль упругости композитного армирующего слоя достигает величины 10400 МПа, что уже на 130% превышает исходный условный модуль упругости самой армирующей сетки.

Разогрев слоя с помощью ЛЭМС не только способствует повышению его плотности, но также позволяет щебенкам из горячей асфальтобетонной смеси внедряться, при ее уплотнении, в армирующий слой, обеспечивая тем самым эффективное сцепление вышележащего асфальтобетонного слоя с армирующей сеткой. Контакт армирующего слоя с нижележащим основанием осуществляется с помощью ЛЭМС, с его соответствующими параметрами сдвигустойчивости. Сцепление армирующего слоя с основанием посредством ЛЭМС на 5–20% ниже, чем с верхним слоем, где есть сцепление щебенки за сетку. Но значительно выше по сравнению с битумной подгрунтовкой.

Для проверки основных положений методики определения

расчетных модулей упругости армирующего слоя и армированных слоев асфальтобетона на строящемся участке реконструируемой федеральной автомобильной дороги А-181 «Скандинавия» протяженностью 81 км организовали и испытали опытный участок с асфальтобетонными слоями, между которыми уложили стальную сетку «ДОРКАРС» по технологии «САДЭМС».

Погрешность проверочного расчета (–3,32%) по абсолютной величине, менее допустимого значения $\pm 5\%$ (ГОСТ 32729-2014), что подтверждает в конкретных условиях натуральных испытаний (с учетом температуры слоев, режима нагружения и сроков формирования битумосодержащих слоев) рассчитанные по методике ОДМ 218.3.041-2020 модули упругости армирующего слоя и верхнего армированного асфальтобетонного слоя и достаточно высокую степень сцепления между ними. Нашел свое подтверждение, с учетом понижающего коэффициента 0,9, рассчитанный модуль упругости нижнего армированного асфальтобетонного слоя. Главная функция понижающего коэффициента – уменьшение армирующего эффекта в нижележащем слое в результате его более низкого сцепления с армирующим слоем.

Валерий Васильев
Фото автора
и ФАУ «РОСДОРНИИ»



МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ: АВТОДОРОГИ И АЭРОПОРТЫ

- цементобетоны аэродромных и дорожных покрытий
- методы укрепления грунтов для дорожного и аэродромного строительства
- виброукатываемый бетон
- холодный ресайклинг

25-26 августа 2022 года,
С-Петербург

Генеральный информационный партнёр



Организатор мероприятия ООО РУЦЕМ.РУ

www.rucem.ru

+7 (8453) 68 33 82

info@rucem.ru

+7 (927) 225-33-82

<https://cemconf.ru/44>

