

Современные технологии для устройства дорожных покрытий с шероховатой поверхностью

В статье дан анализ новых технологий нормирования устройства и применения машин и механизмов при устройстве дорожных покрытий с шероховатой поверхностью.

Дан обзор патентных и технических решений по данной тематике. Выбраны на основе критериев эффективности и возможности использования в отечественном дорожном хозяйстве наиболее рациональные конструктивные компоновки машин. Приведены результаты опроса подрядных организаций.

В практике дорожного строительства в России и за рубежом широкое распространение получили шероховатые поверхностные слои, совокупно играющие роль защитного укрепляющего слоя, слоя износа, гидроизоляции, слоя с повышенным коэффициентом сцепления, обеспечивающие требуемые эксплуатационные свойства дорожных покрытий и высокий уровень безопасности движения. Важнейшей целью проводимых работ является повышение эффективности и качества устройства шероховатых поверхностных слоев автомобильных дорог на основе практического опыта, систематизации и анализа основных особенностей процесса, доминирующих влияющих факторов и параметров различной природы, сопоставимости результатов аналитических исследований, вычислительных и натурных экспериментов, определения рациональной расчетной схемы при проектировании устройства шероховатого поверхностного слоя, совершенствования способа синхронного распределения вяжущего и щебня.

Авторами на основе результатов теоретических и практических исследований шероховатых поверхностных слоев и методов их устройства определены основные доминирующие факторы и параметры различной природы, влияющие на долговечность и качество поверхностных слоев. Предложена концепция проектирования шероховатых поверхностных слоев автомобильных дорог, основанная на обеспечении срока службы плотным заполнением щебня на поверхности дороги и обеспечением коэффициента сцепления подбором и регулированием диапазонов фракций щебня. Показана большая степень коррелированности нормируемо-

го коэффициента сцепления с разбросом диапазона фракции щебня в сравнении с его высотой (определяющей высоту неровностей), разработана математическая модель образования шероховатой поверхности автомобильной дороги на основе применения теоретико-вероятностного подхода, предложено с учетом современной интерпретации использовать основные положения государственного стандарта на шероховатые поверхности (1973 г.) для проектирования и устройства шероховатых поверхностных слоев автомобильных дорог, разработан способ обеспечения коэффициента сцепления за счет регулирования величины диапазона и распределения размеров зерен в диапазоне фракции зерен, отработана методика использования разработанного программного комплекса при контроле качества шероховатого поверхностного слоя в расчетном и автоматизированном режиме.

В данной статье приводятся результаты функционально-экономического анализа применения машин и механизмов для устройства дорожных покрытий с шероховатой поверхностью, проведенного с учетом полученных результатов. Из всего многообразия машин и механизмов для



А.В. Кочетков, д.т.н. профессор, академик транспорта, начальник отдела ГП «РосдорНИИ»,
П.С. Суслиганов, заместитель директора по реализации проектов ООО «Дорпроектресурс»,
С.П. Аржанухина, соискатель Саратовского государственного технического университета

устройства дорожных покрытий с шероховатой поверхностью выбираются наиболее характерные.

В ФРГ в 2000 г. проведены работы по восстановлению шероховатости дорожных покрытий с использованием техники Helmus-Grip-1 на общей площади 1,5 млн км². В качестве базовой машины принят укладчик Vogele S 1600 с основным захватом 2,4 м, скоростью движения 2,5 м/мин, производительностью до 400 м²/ч. Машина снабжена рабочими сегментами шириной по 0,2 м, которые воздействуют на покрытия с частотой до 70 Гц.

Во Франции предложен способ распределения по поверхности покрытия автомобильной дороги вяжущего, щебня и устройство для его осуществления (заявка 2775699). Согласно способу предлагается параллельно осуществлять распределение по обрабатываемой поверхности вяжущего и щебня или иных материалов при использовании одного подвижного агрегата, на котором монтируются кузов автомобиля-самосвала и емкость для вяжущего. На задней части кузова размещаются устройство для распределения вяжущего и устройство для распределения щебня, действующее при подъеме кузова автомобиля-самосвала вверх. Для выполнения операций используется лазерное измерительное устройство, которое делает возможным автоматизацию работ.

Согласно заявке 2773182 (Франция), предложено устройство для распыления вяжущих по поверхности покрытия автомобильной дороги в виде ряда форсунок, расположенных на поперечной раме. При отключении крайних форсу-

нок для регулировки ширины распыления меняется давление на входах оставшихся форсунок, регулируется расход вяжущего, улучшается качество распыления.

В Великобритании предложена дорожная машина для приготовления и укладки смесей в слой износа (заявка 2291087). Предусматривается использование каменных материалов максимальной крупностью 3, 6, 10, 14 или 20 мм. Приготовление смесей осуществляется горячим способом при температуре 150–180°C. Для приготовления смесей холодным способом вместо битума возможно использование битумных эмульсий. При укладке смеси возможно применение предварительного распределения вяжущего для подгрунтовки поверхности основания или ремонтируемого покрытия. Машина может быть использована для укладки слоев износа до 30 мм толщиной за один проход. Конструкция машины включает емкости для каменных материалов, возможных добавок, цистерны для битума и/или битумной эмульсии, воды. На платформе также помещены дозирующие устройства, смеситель, гребенка для подачи на поверхность основания или покрытия вяжущего или воды, а также шнековое распределительное устройство с брусом для устройства шероховатой поверхности.

В разработанном во Франции распределителе каменных материалов по поверхности дороги (заявка 2781825, прототип компоновочной схемы типа «Чипсилер») предложена конструкция с емкостью для вяжущего, например, битума или битумной эмульсии. Распределитель монтируется на колесном прицепе, на передней консольной части рамы размещается емкость вместимостью 3–8 м³. В металлическом кузове вместимостью от 4 до 12 м³ помещается каменный материал, по дну кузова предусматривается конвейер для его подачи к задней части машины с погрузкой в распределительный бункер вместимостью от 1 до 2 м³. Подача каменного материала производится вплоть до подъема задней части кузова и его опустошения. Перед распределительным устройством для каменного материала по ходу машины помещается гребенка для розлива вяжущего. Мостик опера-

тора для наблюдения за процессом распределения каменного материала и его регулированием размещается на задней части машины.

Напротив, в разработанном во Франции способе одновременного отдельного распределения вяжущего и щебня при производстве дорожных работ с помощью комплекта машин (заявка 2775700) предложено организовать работы с применением системы автоматизации. Используются последовательно проходящие по дороге распределители вяжущих материалов и щебня с соответствующим оборудованием и выдерживанием между проходами устройств распределения расчетного расстояния. С помощью автоматики могут назначаться и выдерживаться расчетная скорость движения машин и требуемое расстояние между ними.

Элементы данного способа представляются наиболее подходящими для массового использования в дорожном хозяйстве России, как альтернатива применению дорогостоящих технологических машин для устройства шероховатой поверхности обработки типа «Чипсилер» фирмы SECMAIR (Франция).

Для устройства синхронной отдельной поверхности обработки применяется ряд технологических машин, в том числе щебнераспределитель Т-224 Мамонтовского АО НПО «Росремдормаш», различные виды автогудронаторов, распределители литых асфальтобетонных смесей, асфальтоукладчики.



Эффективно распределение щебня навесным щебнераспределителем при устройстве отдельной шероховатой поверхности обработки.

Опыт Кузбасского центра дорожных исследований по устройству поверхности обработки покрытий показал, что высокое качество работ обусловлено применением гудронатора СДК-100 (совместное производство шведской фирмы SOVALKO и Иркутского завода дорожных машин), а наилучшие результаты дает применение щебня размером зерен 10-15 мм, обработанного органическим вяжущим. Гудронатор обеспечивает точность дозировки и равномерность распределения битума, длина розлива вяжущего составляет 5 м и более, ширина полосы розлива от 0,5 до 4,5 м; на покрытии не остается битумных пятен в начале и в конце полосы розлива. Приживаемость щебня, обработанного органическим вяжущим, высока, а равномерность розлива и его точная дозировка позволяют создать коврик поверхности обработки с ровными краями.

В Воронежском филиале № 2 ОАО «Воронежавтодор» и в ОАО «Спецдорстройсервис» (г. Москва) при устройстве защитного слоя износа из литых эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри Сил» применяется специализированная машина Масгровер-12В с тягачом Volvo мощностью 380 л.с.

Погрузка минеральной смеси в бункер машины Масгровер-12В осуществляется погрузчиком с вместимостью ковша 1,5 м³. Заливка воды в бак производится машиной ПМ-130. Заливка битумной эмульсии в бак распределительной машины осуществляется эмульсовозом ДС-138Б.

Технические характеристики аналогичной распределительной машины Verlegemaschine, применяемой при устройстве защитного слоя износа из смесей типа «Сларри Сил»: вместимость бака для эмульсии 2300 л; вместимость бункера для щебня, 11 м³; ширина распределения смеси, 2,3–4,0 м.

За рубежом (Франция, Германия, США) серийно выпускается техника, обеспечивающая выполнение работ по устройству шероховатой поверхности обработки по синхронной технологии. Одной из передовых фирм по выпуску такой техники является предприятие SECMAIR (Франция).

В России техника этой фирмы используется с 1997 г.

Техника является достаточно сложной и дорогостоящей. Поэтому с целью более быстрого освоения производства современного высокотехнологического оборудования и его удешевления ФГУП СНПЦ «РОСДОРТЕХ» совместно с фирмой SECMAIR выпускают адаптированную к условиям России машину «Чипсилер-26» для устройства шероховатых поверхностных обработок покрытия дорог. Машина «Чипсилер-26» представляет собой автопоезд длиной 11,6 м с полной массой 27 т, включающий седельный тягач МАЗ и двухосный полуприцеп СЗАП-9905. На полуприцепе установлено оборудование, состоящее из теплоизолированной емкости вяжущего вместимостью 3500 л и системы нагрева вяжущего до рабочей температуры. В задней части полуприцепа, в рабочей зоне, расположена система распределения вяжущего, обеспечивающая ширину розлива до 3,1 м из 28 плоских форсунок с взаимным перекрытием в три ряда. Форсунки перемещаются по вертикали и горизонтали при настройке на рабочий режим розлива вяжущего. Распределение вяжущего по ширине с заданным расходом выполняется с помощью битумного насоса, управляемого компьютером. На полуприцепе за емкостью для вяжущего установлен кузов для щебня вместимостью 6 м³, оснащенный системой распределения из 14 заслонок и распределительного барабана. Система позволяет производить подачу материалов не только по всей зоне распределения, но и на изменяемой по ширине полосе с шагом 0,25 м, что достигается индивидуальным открыванием заслонок и форсунок.

Управление рабочим процессом выполняется либо в автоматическом режиме, либо оператором в ручном режиме.



Машина «Чипсилер-40» полностью изготовлена фирмой SECMAIR, конструктивно аналогична машине «Чипсилер-26». Оборудование смонтировано на полуприцепе «Кайзер», а в качестве тягача используется седельный тягач «Рено-320». Машина «Чипсилер-19» предназначена для выполнения ямочного ремонта дорожных покрытий и устройства шероховатых поверхностных обработок в небольших объемах, конструктивно аналогична машине «Чипсилер-26». Монтаж оборудования (кузова для щебня и резервуара для вяжущего меньших размеров) на МАЗ-5551 выполнен в г. Саратове. В состав оборудования дополнительно входят гибкий шланг длиной 5 м для ручного распределения вяжущего и ящик для каменного материала.

К технике для синхронного распределения вяжущего и щебня относятся битумощебнераспределители фирм «Шафер» (ФРГ), «Брейнинг», битумощебнераспределитель БЩР-375 (ОАО «Самарский завод «Строймашина»), «Совалко» (Швеция), «БЕЦЕМА» (г. Москва), а также курганский и ульяновский БЩР и др. Например, серийно выпускаемые битумощебнераспределители РДТ-126 внедрены в республике Татарстан, Астраханской, Свердловской, Саратовской, Пензенской, Иркутской и других областях.

Однако, наиболее простой и конкурентоспособной остается удачная технологическая компоновка двух машин для синхронного раздельного распределения вяжущего и щебня с интервалом 1-10 с, выполненная по схеме из отдельных битумо- и щебнераспределителей (например, с навесным прицепом БЦМ-70 (БЕЦЕМА), интервал 1-2 с).

Данная компоновка машин соответствует французскому техническому решению (заявка 2775699) и не предполагает использования дополнительного перегружателя щебня, что адаптирует их под российские условия и квалификацию дорожных рабочих, резко снижает материальные затраты дорожных предприятий, а также требования к организации технологического процесса. Имеется возможность дополнительной автоматизации и дальнейшего развития идеи агрегатно-модульного принципа построения технологических комплексов и синхронного раздельного распре-

деления вяжущего и щебня. Важнейшим преимуществом таких компоновок является возможность использования технологического оборудования и для других видов дорожных работ. С учетом сокращения объемов финансирования на проведение работ по устройству шероховатых поверхностных обработок прогнозируется, что подобные компоновки дорожных машин станут базовыми для дорожных хозяйств.

В числе многих отечественных дорожных машин незаслуженно забыт ранее серийно выпускаемый битумощебнераспределитель РД-704, представляющий собой прицеп к трактору Т-150, в составе которого емкость для вяжущего вместимостью 10 м³, распределитель щебня и аппарат подъема кузова автомобиля-самосвала со щебнем. Фактически он относится к классу магистральной технологической машины с синхронным распределением материалов, не требующей перегружателей щебня и наличия пунктов предварительного запаса материалов. Выпущена крупная серия таких машин, некоторые до сих пор имеются в дорожных организациях. В настоящее время проблема их применения заключается не в отсутствии системы автоматического регулирования, а в отсутствии финансирования работ по устройству шероховатых поверхностных обработок. Время наладки технологического процесса битумощебнераспределителя РД-704 одинаково по сравнению с автоматизированными машинами типа «Чипсилер».

Однако стоимость битумощебнераспределителя БЩР-126 (машина «Чипсилер-26») составляет более 5 млн руб., а ориентировочная стоимость оборудования фирм «Шафер», SECMAIR (машины «Чипсилер-41») в два раза дороже, что существенно снижает их конкурентоспособность на российском рынке.

Можно отметить эффективность применения в отечественном дорожном строительстве единичных экземпляров битумощебнераспределителей (например, в Ульяновской области), самостоятельно конструируемых и изготавливаемых дорожными предприятиями. Их конструкции на порядок дешевле, не предполагают применения специальных перегружателей и приспособлены под местные условия и материалы. К сожалению, этот опыт не получил серьезного анализа и не

отражается в информационных изданиях.

Многолетние исследования по анализу устраиваемой шероховатой поверхностной обработки показали, что решающим фактором, влияющим на эффективность и качество, оказывается не увеличение стоимости применяемого оборудования (в большинстве случаев это как раз влияет негативно), а соблюдение порядка организации работ, выполнение требований технологии и качества применяемых материалов. Типичными ошибками являются: отказ от проведения технико-экономического обоснования, несоразмерность стоимости оборудования и выполняемых объемов работ, неподготовленность подрядчиков к дорожному содержанию работающего только летний сезон оборудования, необоснованно высокое доверие к импортной технике, иногда не соответствующей заявленным в рекламе показателям, требующей очень высокую квалификацию обслуживающего персонала и дополнительное специализированное оборудование. Более того, условия договоров на применение импортной техники не позволяют проводить рационализацию организации работ и адаптацию технологии под реальные местные условия.

Одним из путей выхода из сложившейся ситуации является решение о включении данной тематики в Межотраслевую программу развития дорожного машиностроения на 2005–2010 гг. и поддержка отечественных разработчиков и производителей дорожной техники, имеющих опыт работы в создании машин для устройства шероховатых поверхностных обработок.

Проведенный патентный обзор и технико-экономический анализ показали, что наиболее конкурентоспособной является переналаживаемая компоновка из двух машин для синхронного распределения вяжущего и щебня, выполненная из битумощебнераспределителей, или прицепное съемное оборудование без использования перегружателей щебня. Предполагается, что агрегатно-модульный принцип построения технологических комплексов синхронного распределения вяжущего и щебня станет базовым для реализации принципов конструирования в дорожном машиностроении.

Результаты анкетирования крупнейших дорожных подрядных организаций, осуществляющих устройство шероховатых покрытий поверхностных слоев на покрытиях автомобильных дорог, показали следующее.

1. При производстве работ предпочтение отдается современным технологиям. В большинстве случаев используются региональные технологические регламенты, практически отсутствуют технологические карты и технико-экономическое обоснование.

2. На практике наиболее часто используются битумные катионоактивные эмульсии и битумы с улучшенными характеристиками.

3. Наиболее эффективной технологией устройства шероховатой поверхностной обработки на сегодняшний день является устройство синхронной раздельной поверхностной обработки покрытий автомобильных дорог с использованием катионоактивных эмульсий.

При производстве работ используются автогудронатор и щебнераспределитель. Например, автомобиль-самосвал со съемным модульным щебнераспределителем. Данная технология апробирована в Северо-Западном административном регионе.

4. Контроль качества работ проводится в соответствии с нормативно-методическими документами в основном визуально. После устройства поверхностной обработки ограничение скорости движения транспортных средств действует в течение суток.

5. Эксплуатация и содержание шероховатых поверхностей осуществляются без учета специфики этих слоев, что приводит к их преждевременному ремонту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. – 2004. Рекомендованы к применению информационным письмом заместителя Министра транспорта Российской Федерации от 05.04.2004. Опубл. на Интернет-сайте ФГУП «Информавтодор» www.informavtdor.ru.

2. Кочетков А.В., Суслиганов П.С. Шероховатые поверхности: нормирование, проектирование и устройство // Автомобильные дороги. – 2005. – № 1-2.



Почтовый адрес редакции
(только для корреспонденции)
125190, Москва, а/я 38

Отдел рекламы
Тел./факс: (495) 580-3028
www.dorkomstroy.ru
info@dorkomstroy.ru