



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД



Жуков

Основные требования к дорожным одеждам остаются неизменными – это сочетание низкой себестоимости с высокой долговечностью.

Растущие нагрузки на дорожные покрытия, постоянно увеличивающиеся скорости и объемы перемещения людей и грузов, изменение характера и типа, прежде всего грузового, транспорта, применение шипованной резины и изменение условий зимнего содержания автомобильных дорог – предъявляют более повышенные требования к дорожным одеждам. Но основные требования всегда остаются неизменными – сочетание низкой себестоимости с высокой долговечностью. Эти два взаимоисключающих требования заставляют искать некий баланс между тем, чтобы построить дешево, но при этом обеспечить межремонтные сроки. Продолжительный срок службы объекта со стабильными потребительскими характеристиками должен дополняться невысокой

разумной стоимостью самого строительства, минимальным количеством, сроком и стоимостью ремонтов за жизненный цикл. Так, в соответствии с Постановлением Правительства № 658 от 30 мая 2017 года нормативный срок ремонта определен как 12 лет и капитального ремонта – 24 года.

Стоимость человеческого труда с его видимыми результатами в последнее время у нас не в почете, что привело к огромным кадровым проблемам в отрасли, поэтому экономии среди трудозатрат искать бессмысленно. Наоборот, фонд оплаты труда следует увеличивать, чтобы люди могли получать достойную зарплату, тем самым повысив престиж отрасли.

В подавляющем большинстве случаев при строительстве и реконструкции автомобильных дорог

материалы занимают большую часть затрат (около 65–70%), что может являться основным источником экономии. Основными направлениями в поиске скрытых источников могут быть: использование альтернативных и ранее непригодных инертных материалов, применение альтернативных конструкций дорожной одежды, использование материалов, обработанных вяжущими, прежде всего минеральными.

Из основных альтернативных решений для повышения межремонтных сроков следует рассматривать технологии укрепления (стабилизация) грунтов, применение дорожных одежд с жесткими основаниями, устройство долговечных цементобетонных покрытий и малых монолитных бетонных форм, холодный ресайклинг для ремонта дорожных покрытий.

Кроме автомобильных дорог, эти технологии с успехом можно применять и на прочих объектах транспортной инфраструктуры, как то: строительство и реконструкция аэродромов, морских и речных портов, железных дорог, городского рельсового транспорта, а также транспортно-логистических центров, промышленных и свободных экономических зон, объектов сельского хозяйства.

Технология укрепления грунтов и применение конструктивных слоев

с гидравлическими вяжущими, в том числе жестких оснований, во всем мире завоевала популярность по многим показателям. Достигается это максимальным использованием существующих местных материалов с получением из них новых материалов с заданными характеристиками за счет их физико-химической обработки. Экономически: за счет удешевления стоимости из-за приобретения, транспортировки новых материалов, используемого количества спецтехники и автотранспорта, использования вторичного цемента- и асфальтобетона, отходов промышленности и сокращения сроков работ. Не требуются получение лицензии и разработка новых карьеров, а в некоторых регионах просто не имеется требуемых качественных материалов. С увеличением прочности нижележащих слоев можно уменьшить толщину вышележащих. Значительно снижается нагрузка на существующую дорожную сеть, а значит, и ее разрушение, и проблемы для прочих пользователей автодорог, связанные с транспортировкой инертных материалов (одно строим, другое разрушаем). Решаются также экологические проблемы из-за снижения транспортной нагрузки, отсутствия необходимости в разработке карьеров и широкого использования вторичных матери-

алов, а также отпадает необходимость в утилизации непригодных материалов.

Хочется отметить, что в СССР был накоплен значительный опыт в вышеуказанных технологиях, но дальнейшее их развитие было остановлено в связи с отсутствием качественных вяжущих материалов и соответствующего оборудования.

Применение технологического оборудования может быть в следующем виде. Для укрепления грунта рабочего слоя земполотна, верхнего слоя жесткого основания, обработанного вяжущими, а также при ремонте дорожных покрытий по технологии холодного ресайклинга используется колесный ресайклер серии WR методом смешения «на месте». Для устройства жестких оснований и холодного ресайклинга также может применяться мобильная установка для производства органоминеральных смесей серии КМА с последующей укладкой готовой смеси асфальтоукладчиком Vögele. В зависимости от конструкции дорожного покрытия оно может быть цементобетонным с его устройством бетоноукладчиком со скользящими формами серии SP или асфальтобетонным с его устройством асфальтоукладчиком Vögele.

В зависимости от выбранной технологии, метода, количества и вида



вяжущих (в жидком или сухом виде) осуществляется подбор машин для технологической цепочки. Если предполагается подача вяжущих в сухом виде, то их распределение осуществляется с помощью высокоточных распределителей Streumaster с различной вместимостью бункера. В зависимости от модели они могут поставляться в виде навески на трактор, быть прицепными к трактору, установленными на автошасси или иметь самоходное шасси. В настоящее время фирмой Виртген предлагается 3 модели колесных ресайклеров с рабочей шириной до 2400 мм и рабочей глубиной 560 мм и 3 модели навесных на трактор стабилизаторов грунта с рабочей шириной до 2500 мм и рабочей глубиной до 500 мм. После этого производится уплотнение грунтовым катком массой не менее 16 тонн, желательно с кулачковым бандажом, чтобы обеспечить уплотнение не только обработанного

слоя, но и нижележащих слоев. Далее производится чистовое профилирование автогрейдером, чтобы обеспечить требуемую ровность и высотные отметки, и окончательное уплотнение пневмошинным катком массой не менее 12 тонн, чтобы обеспечить окончательное уплотнение и замкнутость верхней части слоя.

В качестве примеров экономии можно привести следующие. В соответствии с требованиями немецкого RStO 12 рабочий слой земляного полотна, на который укладывается дорожная одежда, должен обладать достаточной несущей способностью, соответствующими характеристиками прочности и профиля. Для классов строительства от SV, I–VI модуль упругости должен быть $E_{v2} \geq 45 \text{ МН/м}^2$. В документах четко сказано, что если требуемый модуль деформации рабочего слоя земляного полотна не удастся получить уплотнением, то следует улучшить или укрепить земляное полотно или

насыпь или же увеличить толщину несвязанного слоя основания.

Другим примером может быть требование к профилю, где допустимое отклонение составляет $\pm 3 \text{ см}$ от заданной высоты и $\pm 2 \text{ см}$, если дополнительно предусмотрен связанный слой основания.

При этом поперечный уклон рабочего слоя должен составлять: $\geq 4\%$ при гигроскопических грунтах и строительных материалах, $\geq 2,5\%$ после укрепления грунта вяжущими. Благодаря уменьшению поперечного уклона после укрепления грунта получают значительный источник экономии укладываемого на него материала. Пример: $q_{\text{Дорога}} = 2,5\%$, $Q_{\text{Раб.слой}} = 4,0\%$, ширина рабочего слоя = 6,00 м. Экономия: примерно $0,30 \text{ м}^3/\text{м}$.

Также укрепление грунтов может эффективно применяться при устройстве высоких насыпей, заполнении выемок и оснований мостовых конструкций при строительстве



путепроводов и мостовых сооружений. Данные работы по укреплению грунта можно и нужно производить послойно.

В свою очередь, технология холодного ресайклинга также делится на два направления: ресайклинг «на месте», когда работа производится непосредственно на дороге и «на заводе», когда существующие слои удаляются с дороги и перерабатываются на отдельной площадке. Если рассмотреть вопросы экономики и экологии, то различные материалы, прежде всего вторичный асфальтобетон и цементобетон, могут с успехом использоваться при устройстве различных новых слоев дорожных одежд при строительстве, ремонте и капитальном ремонте.

Сама технология холодного ресайклинга представляет собой бесчисленное множество вариантов рецептов и механических процессов, комбинация которых тщательно подбирается на основе полученных

данных об объекте, подвергаемом холодному ресайклингу, поэтому универсального рецепта в применении того или иного технологического процесса или рецепта не существует. Технологию можно себе представить как движение из точки А – то, что имеем, в точку Б – то, что нужно получить, где каждый сам выбирает путь, по которому двигаться, исходя из различных факторов, где основными являются существующий характер разрушений, себестоимость проекта и предполагаемый срок службы будущей дороги. Для этого с объекта берутся пробы, и на основании этих проб объект разбивается на однотипные участки. Режимы работы машин, их тип, расход вяжущих, воды и/или дополнительных материалов подбирают уже на основе лабораторных исследований с учетом требуемых физических свойств дорожной одежды, химических процессов, протекающих в процессе ресайклинга.

При выборе машин и способа ресайклинга можно ориентироваться на следующие данные. Гусеничная фреза/ресайклер используется преимущественно для слоев покрытия дорог при ремонте и, дополнительно, верхних слоев основания при капитальном ремонте с общей максимальной толщиной до 250 мм за один проход. Колесный ресайклер используется преимущественно для слоев покрытия и слоев основания при капитальном ремонте с общей максимальной толщиной до 250 мм за один проход. В некоторых ситуациях возможно и больше, но в любом случае требуется пробный проход. Вариант ремонта дорожной одежды методом «на заводе» преимущественно используется, когда существуют высокие требования к качеству смешивания, требуется сортировка материала, его хранение или устройство дополнительных слоев. Также вариант ремонта дорожной одежды комбинированным



методом «на заводе» и «на месте» используется преимущественно при капитальном ремонте, когда существуют высокие требования к качеству смешивания, требуется сортировка материала, его хранение или устройство дополнительных слоев. Производится фрезерование слоев с последующим вывозом асфальтогранулята на место переработки, где с его использованием будут приготовлены новые органоминеральные смеси на мобильной установке КМА. Оставшиеся слои ресайклируются на требуемую глубину колесным ресайклером WR и уже на отресайклированный слой асфальтоукладчиком Vögele укладывается переработанный слой.

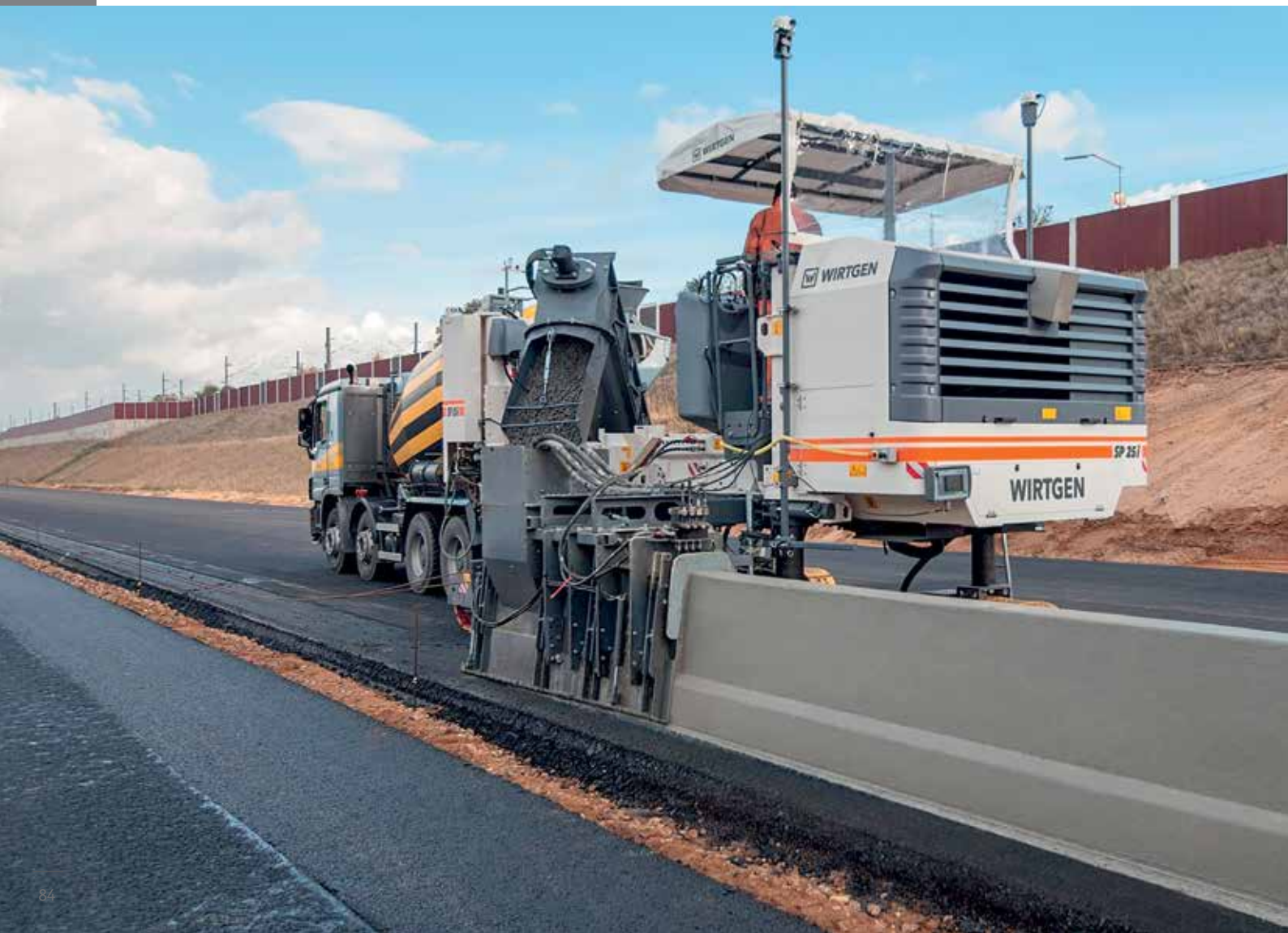
Результатом признания вышеуказанных технологий является их применение: в настоящее время на территории России работает около 130 колесных ресайклеров WR, около 20 гусеничных ресайклеров CR, 5 мобильных установок КМА, около 80 вспомогательных машин и единиц оборудования. Технологи-

гии укрепления грунтов и особенно холодного ресайклинга все более широко применяются при строительстве и ремонте федеральных, региональных и муниципальных автомобильных дорог. Более половины регионов в том или ином виде применяют вышеуказанные технологии, но география применения неоднородна и в большинстве своем зависит от инициативы федеральных или региональных властей.

Как было сказано выше, устройство жестких покрытий из цементобетона является одним из эффективных решений для увеличения межремонтных сроков службы. В современном транспортном строительстве применяется технология укладки бетонных смесей со скользящей формой по причине высокой сменной производительности и качества укладки. Условно укладку монолитных цементобетонных профилей можно разделить на два направления. Это покрытия автомобильных дорог (в том числе в тоннелях), аэродромов, производствен-

но-технических площадок и прочие плоские покрытия. И так называемые «малые формы» в виде элементов обустройства автомобильных дорог и элементов благоустройства, а также специальные формы. Это могут быть парковки, остановки общественного транспорта, внутриквартальные проезды, круговые развязки, бордюры и поребрики, монолитные разделительные ограждения, парапетные ограждения на мостовых сооружениях, водоотводные лотки, тротуары, нижнее строение пути городского рельсового транспорта и высокоскоростных железнодорожных магистралей и т.п.

На сегодняшний момент фирма Wirtgen производит 10 моделей бетоноукладчиков SP с шириной укладки до 18 метров и толщиной более 450 мм и 2 модели машин TCM для текстурирования поверхности и нанесения пленкообразующего. С учетом пожеланий заказчиков и технологических условий модельный ряд постоянно модернизируется и обновляется. Для обеспечения высо-



кого качества работ бетоноукладчики Wirtgen имеют следующие особенности: машины – как для однослойной укладки цементобетона, так и для двухслойной укладки по методу сращивания слоев «свежий-по-свежему»; распределение бетонной смеси перед укладчиком снеками или плугом (ножом); установка электрических или гидравлических вибраторов, качающийся отделочный брус после скользящей формы; удлиненные боковые стенки скользящей формы (около 7 метров) для предотвращения опадения кромки свежееуложенной полосы; окончательная отделка поверхности в автоматическом режиме выглаживающей лыжей; собственная система нивелирования 3D для бетоноукладчиков малых форм и множество других полезных опций.

Конструкция дорожной одежды современной автомобильной дороги с цементобетонным покрытием предполагает устройство швов сжатия и расширения, в которые устанавливаются армирующие элементы в виде штырей. Для поперечных

швов сжатия и растяжения применяются дюбели, имеющие гладкий профиль, а для продольных швов сжатия – анкера, имеющие периодический профиль. Дюбели и анкера могут устанавливаться заранее вручную на специальные поддерживающие кондукторы или вибропогружаться в автоматическом режиме в свежий бетон непосредственно во время укладки специальным оборудованием в виде автоматических вибропогружателей – дюбелей DBI в поперечных швах и вибропогружателей анкеров TBI и STB в продольных швах, – установленных непосредственно на бетоноукладчике.

При строительстве автомобильных дорог особая роль отводится технологии двухслойной бетоноукладки («свежий-по-свежему»). Технология предполагает устройство единого слоя покрытия, состоящего из верхнего слоя из высокомарочного бетона с мелким заполнителем и высоким содержанием цемента поверх свежееуложенного слоя из бетона более низкой марки с крупным заполнителем. Укладка может производиться как комплексом из двух отдельных однопольных машин, так и одной машиной.

Данная технология широко применяется в таких странах, как Германия и Австрия. Прочие европейские страны (Бельгия, Нидерланды, Великобритания и т.д.) следуют за ними.

Средний расчетный срок службы таких дорожных одежд составляет 30 лет, но на практике они служат значительно дольше – около 40–50 лет. Общая толщина таких покрытий составляет 20–32 см. Особые требования к верхнему высококачественному слою: толщина – не менее 5 см, содержание цемента, в том числе со специальными свойствами, не менее 420 кг/куб. м., использование только дробленого щебня фракций 2/8 и 5/8 мм с высокими показателями сопротивления истираемости, полированию и прочности.

Для создания поверхностной текстуры в ЕС и других странах применяется «бетон с открытым заполнителем» («мытый бетон», *waschbeton* или *exposed aggregate concrete*), когда после необходимого набора прочности мелкий заполнитель ме-

ханизированно выметается жесткой щеткой, открывая более крупный. Прежде всего, такая поверхность обеспечивает наилучшую шероховатость для безопасной езды, снижение шума, в отличие от поперечной шероховатости, и высокую долговечность за счет прекрасной морозостойкости. В качестве контраргумента по поводу низкой стойкости цементобетонных покрытий к шипованной резине и соевым реагентам можно ответить, что только двухслойные цементобетонные покрытия «с открытым заполнителем» могут обеспечить высокую долговечность при адекватной себестоимости. Впоследствии цементобетонные покрытия также могут быть перекрыты тонкослойным асфальтобетонным покрытием, фактически выполняющим слой износа, что значительно увеличит жизненный срок службы дорожной одежды, увеличит межремонтный срок, простоту эксплуатации и ремонтов.

В заключение следует отметить, что дорожная сеть нашей страны состоит преимущественно из сети региональных и муниципальных дорог, большинство которых были построены более 30 лет назад. Активное применение технологий укрепления грунтов, холодной регенерации и строительство бетонных дорог позволило бы остановить процесс разрушения дорожной сети, быстрее привести ее в нормативное состояние и обеспечить выполнение транспортной части «Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры (КПМИ)», нацпроектов «Безопасные и качественные автомобильные дороги» и «Комфортная городская среда», федеральных проектов, госпрограмм и поручений Президента РФ и Правительства РФ. А снижение себестоимости строительства и ремонта дорожных одежд, а также повышение их долговечности снизит периодичность и стоимость последующих ремонтов, что позволит высвободившиеся денежные средства направить на дальнейшее расширение дорожной сети.

Жуков Юрий Георгиевич

ООО «Виртген-Интернациональ-Сервис»

