



Валерий Михайлович
Самуйлов
Valery M. Samuilov



Александр Геннадьевич
Галкин
Alexander G. Galkin



Владимир Евгеньевич
Кошкарров
Vladimir E. Koshkarov



Сергей Александрович
Киселев
Sergey A. Kiselev

Развитие международного автотранспортного коридора на территории Свердловской области в системе модернизации транспортной инфраструктуры Урала

The development of the international transport corridor in the territory of the Sverdlovsk region in the system of modernization of the transport infrastructure of the Urals

Аннотация

Свердловская область, учитывая ее уникальное географическое положение, обладает большими возможностями по наращиванию транзита. Основная задача международного транспортного коридора (МТК) – это бесперебойное обеспечение транзита в любое время года. Транспортная инфраструктура приносит экономике любого государства доход, так как ускорение движения на 10 км/ч существенно снижает себестоимость товара. Поэтому МТК предъявляет высокие потребительские требования к транспортной инфраструктуре, в частности к автомобильным дорогам. В последнее время наблюдается высокая конкуренция за транспортные потоки как между государствами, так и на уровне субъектов Российской Федерации. Перед транспортной отраслью Свердловской области поставлена цель привлечения транспортных потоков через свою территорию. Для решения этой задачи требуется существенное повышение качества и технического уровня строящихся и реконструируемых автомобильных дорог, что невозможно без внедрения современных научных разработок.

Ключевые слова: международный транспортный коридор, транспортная инфраструктура, потребительские качества автомобильной дороги, резино-асфальтобетонные композиции, щебеночно-мастичный асфальтобетон, «Новачип», мембранная технология, «Сларри Сил», «Чип Сил», кубовидный щебень, холодный ресайклинг, региональный битумный завод.

Abstract

The Sverdlovsk region, given its unique geographical position, has a great potential for building transit. The main task of the international transport corridor (ITC), the uninterrupted supply of transit at any time of the year. Transport infrastructure brings the economy of any state income, so as to accelerate the move to 10 km/h considerably reduces the cost price of the goods. Therefore, the ITC has high consumer demand for transport infrastructure, in particular to the motor roads. Recently there is high competition for traffic flows both between the States, and at the level of subjects of the Russian Federation. Before the transport industry of Sverdlovsk region the aim is to attract transport flows through its territory. For solution of this problem requires a significant improvement in the quality and technical level of construction and reconstruction of motor roads, that is impossible without implementation of modern scientific developments.

Key words: international transport corridor, the transport infrastructure, the consumer qualities of the motor road, technical and operational performance of the road, rubber-coating compositions, the stone-mastic asphalt concrete, Novachip, membrane technology, Slurry Seal, Chip Seal, crushed stone in the form of a cube, cold recycling, regional bitumen plant.

Авторы Authors

Валерий Михайлович Самуйлов, д-р техн. наук, академик РАТ, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика» УрГУПС, Екатеринбург | Александр Геннадьевич Галкин, д-р техн. наук, профессор, академик РАТ, ректор УрГУПС, Екатеринбург | Владимир Евгеньевич Кошкарров, аспирант УрГУПС, специалист по инновациям ГКУ СО «Управление автомобильных дорог», Екатеринбург | Сергей Александрович Киселев, начальник ГКУ СО «Управление автомобильных дорог», Екатеринбург.

Valery M. Samuilov, Doctor of technical Sciences, Academician of the Russian Academy of transport, Professor of the Department of "World economy and logistics" of the Ural state University of railway transport (USURT), Ekaterinburg (Russia) | Alexander G. Galkin, Doctor of technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of transport, the rector of the Ural state University of railway transport (USURT), Ekaterinburg (Russia) | Vladimir E. Koshkarov, Post-graduate student of the Ural state University of railway transport (USURT), expert on innovations of State owned institution Sverdlovsk branch of "Management of highways", Ekaterinburg (Russia) | Sergey A. Kiselev, Chief of the state enterprise the «Management of highways», Ekaterinburg (Russia)

Развитие и модернизация транспортной инфраструктуры, включая международные транзитные транспортные коридоры, осуществляется на основе программно-целевого подхода за счет инвестиций как федерального, так и региональных бюджетов. В настоящее время для эффективного планирования и финансирования программ развития дорожной инфраструктуры созданы (восстановлены по опыту прошлых лет) федеральный и региональные дорожные фонды.

Перспективные для Уральского региона направления и проекты развития транспортной инфраструктуры определены в следующих программных документах [1–3]: Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года, Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года, в федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)», Стратегии социально-экономического развития Уральского федерального округа на период до 2020 года и ряде других документов, являющихся необходимыми и неотъемлемыми инструментами реализации указанных стратегий в области транспорта.

При реализации транспортных стратегий необходимо учитывать инновационную составляющую про-

ектов: внедрение новой техники и технологий, использование современных конструкций, обеспечивающих максимальные транспортные характеристики, а также надежность, долговечность и функциональность транспортных сооружений. Особенно это касается международных транспортных коридоров (МТК), развитие и модернизация которых на основе инновационных технологий – приоритетная государственная задача в области транспорта [2, 4].

Российская Федерация занимает выгодное географическое положение, соединяя два мировых рынка: сложившийся Западноевропейский и бурно растущий Азиатско-Тихоокеанский. Для обеспечения эффективного товарооборота необходимо решить задачу транспортирования с Запада на Восток и обратно до 14 млн контейнеров в год. Каждый миллион контейнеров при перевозке по международным транспортным коридорам дает России примерно 2 млрд долларов чистой прибыли (по данным Совета Министров РФ). Председатель Правительства РФ В. В. Путин в своем выступлении в октябре 2011 г. отметил резкое увеличение количества перевозимых грузов в связи с произошедшими природными и техногенными катастрофами в странах Тихоокеанского региона, вследствие чего значимость МТК-2 резко возрастает.

Ученые УрГУПС вносят значительный вклад в интеллектуальный потенциал Российской академии транспорта (РАТ), деятельность которой направлена на успешную реализацию проекта МТК-2. Эффективность реализации проекта для российской экономики оценивается в 28 млрд долларов. Достойным результатом такой работы станет присвоение РАТ статуса государственной академии [5], поэтому в настоящее время важная задача РАТ – построить свои исследования и разработки таким образом, чтобы в результате их внедрения максимально ускорить переброску грузопотока с Запада на Восток. В условиях мировой конкуренции за грузовые потоки в России и Уральском федеральном округе необходимо создать автодорожную транспортную инфраструктуру, соответствующую требованиям международных транспортных коридоров.

МТК – это сочетание не менее трех альтернативных типов транспортного сообщения [6]. Для Уральского федерального округа это, прежде всего, авиация, железнодорожный и автомобильно-дорожный транспорт. Значительная часть транспортно-логистического обслуживания грузопотока сосредоточена на автомобильно-дорожном транспорте.

Свердловская область занимает географическое положение транспортного узла на границе Европы и Азии в транспортно-логистической схеме МТК. По территории области проходят основные трансконтинентальные магистрали, соединяющие Европу и Азию (в том числе формирующийся международный транспортный коридор «Берлин – Варшава – Минск – Нижний Новгород – Екатеринбург», так называемый

Панъевропейский коридор № 2, и 4 федеральных автотодорожных коридора).

Сеть автомобильных дорог, как федеральных, так и региональных, на территории Свердловской области развита неравномерно. Для южных территорий области характерна сформировавшаяся сеть федеральных автомобильных дорог, имеющих усовершенствованные типы покрытий. Но к настоящему моменту многие автомобильные дороги исчерпали резервы пропускной способности, в неудовлетворительном состоянии находятся искусственные сооружения и дорожная одежда, на значительном протяжении дороги проложены по территории населенных пунктов.

По сравнению с федеральными дорогами, проходящими по территории Свердловской области, ряд ре-

гиональных автомобильных дорог находится в худшем состоянии, они характеризуются наличием сезонных перепадов через реки, значительной долей грунтовых покрытий. Геометрические параметры и категории автодорог не соответствуют возрастающим автомобильным потокам. Большое количество дорог проложено по территории населенных пунктов. По состоянию на 1 января 2011 года из числа автомобильных дорог регионального значения (общей протяженностью 11 092 км) твердый тип покрытия, преимущественно асфальтобетонного, имеют 94,2 % дорог.

В настоящее время остро стоит проблема несоответствия дорожной сети Свердловской области требованиям МТК-2 к качеству транспортной инфраструктуры (в частности – к автомобильно-дорожному транспорту). Очевидно, что данную задачу не решить привычным экстенсивным путем. Необходим новый инновационный подход для эффективных транспортно-технологических решений возникающих дорожных проблем. Международные перевозки требуют высоких технических и эксплуатационных показателей для автомобильных дорог, которые должны соответствовать современному интенсивному развитию автотранспортных средств. Технико-эксплуатационные показатели современной автомобильной дороги должны обеспечивать пропуск автомобилей со скоростью свыше 110 км/ч (в Германии на автомагистралях нет ограничений в максимальной скорости движения автомобилей) и сверхнормативными нагрузками более 14 тонн на ось. На сегодняшний день на дорогах Свердловской области уже присутствуют транспортные средства с нагрузками более 20 тонн на ось (грузовики китайского производства, американские тягачи с автомобильными прицепами «ТОНАР»).

Анализ дорожной сети автомобильных дорог РФ показывает отставание более чем в 3 раза от международных требований, предъявляемых к дороге. Это объясняется недостаточностью финансирования дорожной отрасли, нормативно-техническим отставанием отрасли по сравнению с передовыми развитыми странами, отсутствием переработанных дорожных нормативов (ГОСТов, ОДН, СТО) и фрагментарностью работы над вопросами региональной научной дорожной тематики.

В дорожной отрасли необходимо осуществить переработку и функциональное соответствие нормативно-технической базы проектирования, приблизив типовое проектирование конструкций дорожных одежд и искусственных сооружений к уровню европейских и международных стандартов, используемых на автомагистралях МТК. Принципы методологии функционального соответствия и типологии проектных решений заложены в разработанной с участием ученых УрО РАО теории функционального соответствия объектов транспортной инфраструктуры уровню техники и технологий [7–8].

Один из аспектов, позволяющий радикально улучшить технико-эксплуатационные характеристики дорожной сети Свердловской области и приблизить ее показатели к требованиям МТК, – это широкое применение новых конструкций дорожных одежд с использованием накопленного передового опыта инновационных технологий, материалов, современной техники [9].

На выбор конструкции дорожной одежды и технологии ее устройства влияет ряд существенных факторов: климатические условия региона, модуль упругости существующей дорожной конструкции, ровность покрытия, коэффициенты надежности, применение местных строительных материалов. С учетом вышеперечисленных факторов можно рекомендовать следующие типы конструкции дорожных одежд с привязкой к интенсивности движения транспортного потока (по совместному опыту разработки и внедрения инноваций ГП «БелдорНИИ» и ГКУ СО «Управление автомобильных дорог»):

- горячий щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) в дорожных покрытиях с использованием высококачественных битумов европейского типа (отечественные аналоги – БДУ), производимых на региональных битумных предприятиях из специально подготовленного нефтяного сырья;
- резиноасфальтобетонные композиции покрытий (аналоги технологий США и Канады) на основе гранулированного резинобитумного вяжущего (отечественный аналог КМА «КОЛТЕК»);
- полимерно-битумные вяжущие и асфальтобетонные смеси на их основе (с полимерными модификаторами СБС, «Элвалой»), модификатор асфальтобетонной смеси PR PLAST;
- холодная регенерация и восстановление дорожной одежды при ремонте асфальтобетонного покрытия с применением ресайклеров и катионной битумной эмульсии типа «Эмульдор»;
- мембранная технология устройства дополнительных слоев дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием;
- технология «Новачип» по устройству тонкослойных асфальтобетонных покрытий на автодорогах с высокой интенсивностью движения транспорта;
- технологии ремонта и содержания асфальтобетонных покрытий с применением битумно-эмульсионных смесей методами «Сларри Сил» и «Чип Сил»;
- развитие битумно-эмульсионных баз и энергосберегающих дорожных технологий на основе битумных эмульсий и местных материалов (грав-эмульсия, холодная регенерация);
- цементасфальтобетон для высоконагруженных участков автодорог.

Ниже приведена краткая характеристика некоторых инновационных технологий для развития МТК с привязкой к рекомендуемой интенсивности движения.

Технология горячих асфальтобетонов из щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей, изготавливаемых на полимерно-битумном или резинобитумном вяжущем

На участках наиболее нагруженных трасс с высокой интенсивностью и разрешенными скоростями движения необходимо применять высококачественные покрытия по типу ЩМА и на основе асфальтовых бетонов, модифицированных полимерами. В качестве полимеров могут использоваться термоэластопласты типа СБС (стирол-бутадиен-стирол) и терморезактивные сополимеры (типа «Элвалой», производимого компанией «Дюпон»). Данные покрытия выдерживают высокие транспортные нагрузки и являются стойкими к образованию колеи. Кольцевая автодорога вокруг Екатеринбурга (рис. 1) проектируется Уральским филиалом ОАО «ГИПРОДОРНИИ» с покрытием из ЩМА на всей ее протяженности.

наличие в смеси ЩМА волокнистых добавок. В качестве стабилизирующих используются минеральная добавка на основе хризотил-асбеста «Хризотоп», целлюлозная добавка «Виатоп», «ГБЦ» и резинированные добавки на основе переработанных шин по типу гранулированного резинобитумного вяжущего КМА «Колтек».

Другая отличительная особенность ЩМА – это ужесточение требований к размеру и форме применяемого щебня. В настоящее время для приготовления щебеночно-мастичного асфальтобетона используется кубовидный щебень фракций 5–10, 10–15 и 15–20 мм и марки по дробимости не ниже 1200.

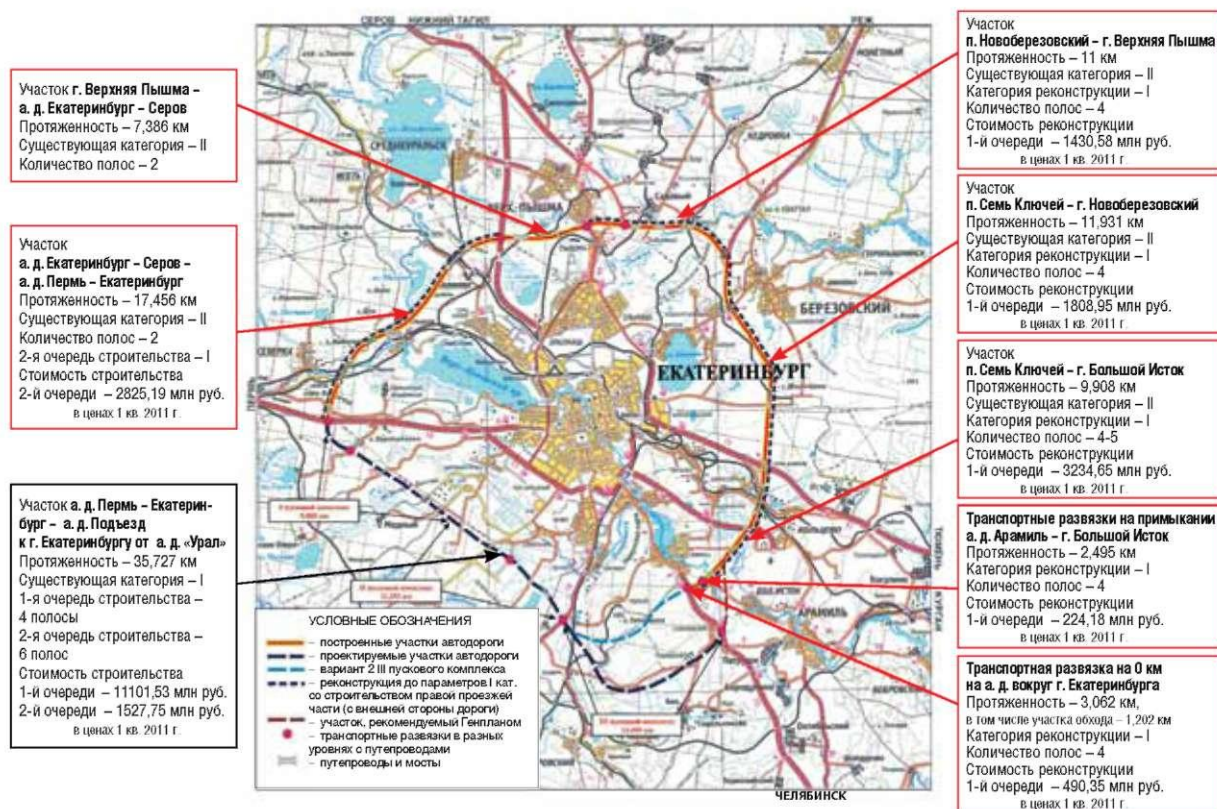


Рис. 1. Участки строящейся автомобильной дороги вокруг Екатеринбурга (ЕКАД), проект УралГИПРОДОРНИИ

Щебеночно-мастичный асфальтобетон со стабилизирующими добавками находит все более широкое применение для увеличения срока службы верхнего слоя покрытия дорожной одежды в условиях тяжелого и интенсивного движения автомобилей. Для удержания на поверхности свободного битума, особенно на стадии производства работ, необходимо

Наличие в составе ЩМА кубовидного щебня, битума и стабилизирующих добавок оптимального состава обеспечивает необходимую плотность, повышенную шероховатость, низкую водонепроницаемость и достаточную жесткость слоя покрытия. Сравнение текстуры традиционного типа асфальтобетона и ЩМА представлено на рис. 2, 3.

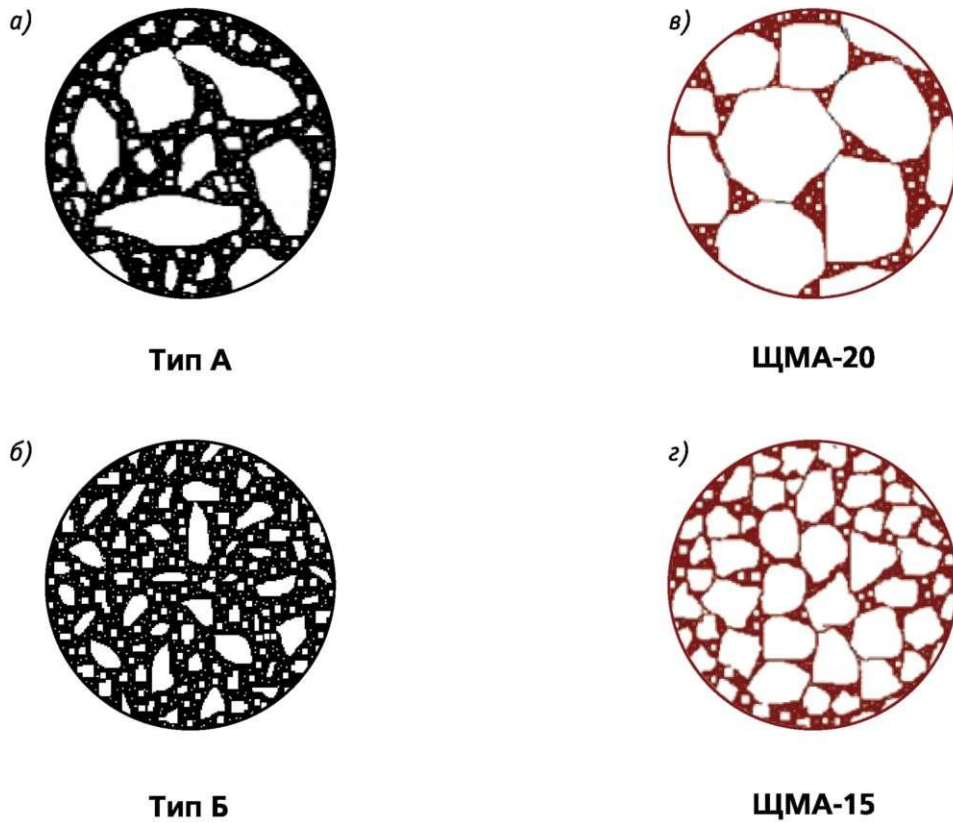


Рис. 2. Текстура асфальтовых бетонов:
 а, б – типовой асфальтобетон (ГОСТ 9128-97): тип А, тип Б;
 в, г – щебеночно-мастичный асфальтобетон (ГОСТ 31015-2002): ЩМА-20, ЩМА-15

Условные обозначения

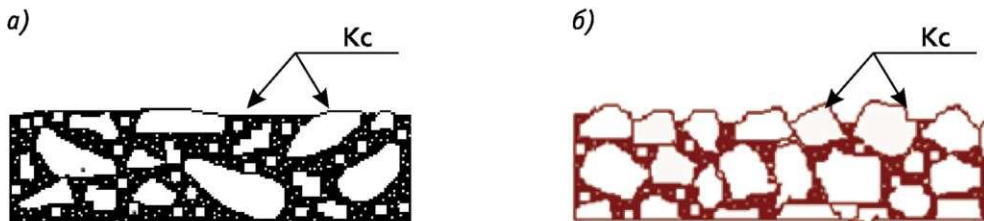


Рис. 3. Структура поверхности асфальтовых бетонов:
 а – тип Б: гладкая, Кс – менее 0,30 (требует поверхностной обработки);
 б – ЩМА: макрошероховатая, Кс – более 0,45 (не требует поверхностной обработки);
 Кс – коэффициент сцепления дорожного покрытия (нормативный Кс = 0,45)

Стоимость 1 тонны смеси ЩМА больше на 20 %, чем стоимость асфальтобетона типа А, но в условиях высоких транспортных нагрузок межремонтные сроки и время появления колеи увеличиваются. Данная технология нашла широкое применение в Свердловской области и УрФО при строительстве автомобильной дороги вокруг Екатеринбурга, трассы Екатеринбург – Тюмень (подъезд к Екатеринбургу), а также на автодороге Екатеринбург – аэропорт Кольцово, где уложено более 300 000 м² ЩМА. Экономический эффект от использования ЩМА составляет 200–220 тыс. рублей на 1 км в год в течение жизненного цикла дороги (30 лет) в ценах 2008 г. (согласно технико-экономическим расчетам, выполненным при внедрении ЩМА [9]). Рекомендуется на автодорогах I–II категорий (с интенсивностью движения 600 000–2 500 000 накопленных осей), а также при строительстве и эксплуатации МТК (МТК-2).

Технология устройства тонкослойных защитных покрытий из специальных горячих асфальтобетонных смесей («Новачип»)

Описание технологии и область применения [11]

Рекомендуется к использованию на дорожных покрытиях, обладающих достаточной несущей способностью, но при этом характеризующихся:

- наличием прогрессирующей сетки трещин, отдельных редких и частых трещин;
- шелушением поверхности покрытия;
- снижением сцепных качеств покрытия;
- незначительной относительно стабилизированной колеиности;
- наличием ранее отремонтированных выбоин, ухудшающих ровность дороги и комфортность проезда.

Принцип технологии устройства тонкого фрикционного слоя износа состоит в обеспечении высокоскоростной (10 м/мин.) укладки слоя горячей ас-

фальтобетонной смеси выбранного гранулометрического состава поверх тонкого связующего слоя из модифицированной эмульсии (или битума), распределенного непосредственно перед укладкой. Обе операции производятся за один проход специальным асфальтоукладчиком германского производства марки VogeLe (модель Super SF1800).

Высокая износостойкость получаемого слоя покрытия обусловлена использованием в составе смеси модифицированного битума, а также повышенным содержанием крупного наполнителя (до 70 % щебня).

Кроме того, в технологии используется эффект поднятия на 2/3 толщины слоя распределяемого непосредственно перед укладкой смеси полимербитумного вяжущего (с дальнейшей его работой как составляющего в образуемом слое износа). При этом обеспечивается высокая когезия и прочная связь вновь укладываемого слоя с существующим основанием.

Фрагменты технологии «Новачип» приведены на фото (рис. 4, а, б, в):

В результате образованное покрытие однородно и, благодаря отличительной текстуре, а также достигаемой ровности, обладает необходимыми эксплуатационными свойствами для использования в условиях МТК:

- при повышенных значениях сцепления снижается уровень шума, образующегося при движении автомобиля;
- в сырую погоду уменьшается разбрызгивание колесами автомобиля воды и грязи, что значительно улучшает видимость для водителей, движущихся позади;
- влияние обледенения и гололедицы на сцепные качества проявляется со значительным запаздыванием в сравнении с другими типами покрытий.

Таким образом, несравнимо повышается комфортность проезда пользователей автодороги. При этом в силу высокого содержания щебня данная технология с успехом может применяться на грузонапряженных магистралях, а расчетный срок службы покрытия «Новачип» для магистралей составляет до 8 лет.



Рис. 4. Устройство тонкослойного асфальтобетонного покрытия «Новачип»:

а – загрузка асфальтоукладчика VogeLe Super; б – укладка слоя «Новачип»; в – распределение и уплотнение катками слоя износа «Новачип»

Движение можно открывать непосредственно после окончания уплотнения (при температуре вновь уложенного слоя не выше 85 °С).

Расчет эффективности применения технологии «Новачип», по данным ГП «БелдорНИИ», в долларах США: $\mathcal{E} = (C1 - C2)$ – экономический эффект, где $C1$ – стоимость 1000 м² асфальтобетонного покрытия по базовой технике; $C2$ – стоимость 1000 м² асфальтобетонного покрытия по новой технике.

Стоимость 1000 м² покрытия по расчету в ценах 2008 года составляет:

- 1) по базовой технике ($C1$) покрытие из щебеночно-мастичного асфальтобетона – 5 597 \$;
- 2) по новой технике ($C2$) покрытие из тонкослойного специального асфальтобетона по технологии (аналог «Новачип») – 4 608 \$.

Экономический эффект составит:

$$\mathcal{E} = 5\,597\ \$ - 4\,608\ \$ = 989\ \$ / 1000\ \text{м}^2.$$

Рекомендуется на автодорогах I–II категорий (с интенсивностью движения 600 000–2 500 000 накопленных осей), подходит для организации ремонтных работ на МТК.

Гранулированное резинобитумное вяжущее

Описание материала и область применения

Представляет собой специально подобранную смесь битума, резины дробленой, пластификатора и минерального наполнителя (доломитового порошка, извести строительной) (рис. 5). В качестве резины дробленой может использоваться мелкодисперсная резиновая крошка, полученная при переработке автомобильных шин, а также резина дробленая, полученная дроблением других резиновых изделий. Гранулированное резинобитумное вяжущее получают в специальных установках, оборудованных дозаторами всех компонентов, масляным обогревом, а также мешалкой с количеством оборотов 80–250 в минуту. Вводится в мешалку асфальтобетонного завода аналогично вводу целлюлозного волокна.



Рис. 5. Гранулированное резинобитумное вяжущее

Ориентировочный расход гранулированного резинобитумного вяжущего составляет 0,3–0,9 % от веса минеральной части асфальтобетонной смеси. Может поставляться в фасованных пакетах массой от 5 до 10 кг либо в «биг-бэгах» весом до 1000 кг.

Преимущество перед аналогами

Гранулированное резинобитумное вяжущее повышает деформативность асфальтобетона. Его применение является наиболее эффективным и перспективным способом модификации асфальтобетонной смеси, позволяет экономить энергоресурсы и решает проблему утилизации автомобильных шин. Рекомендуется на автодорогах I–II категорий (600 000–2 500 000 накопленных осей).

Технология горячих асфальтобетонов из щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей с применением стабилизирующих добавок на базе волокна (целлюлозы, хризотил-асбеста, торфа)

Рекомендуется на автодорогах II–III категорий (375 000–600 000 накопленных осей).

Технология горячих плотных мелкозернистых асфальтобетонов, тип А, на битуме БНД 90/130, рекомендуется использовать БДУ 90/130

(Технология горячих плотных мелкозернистых асфальтобетонов, тип Б, на битуме БНД 90/130 или БДУ 90/130).

Рекомендуется для II–IV категорий автодорог (110 000–375 000 накопленных осей).

Технология Chip Seal («Чип Сил») – синхронное распределение вяжущего и щебня при поверхностной обработке покрытий автодорог

Рекомендуется на автодорогах:

- I–II категорий (600 000–2 500 000 накопленных осей).
Двойная поверхностная обработка на модифицированной битумной эмульсии.
- II–III категорий (375 000–600 000 накопленных осей).
Двойная или одиночная поверхностная обработка на битумной эмульсии.
- III–IV категорий (110 000–375 000 накопленных осей).
Одиночная поверхностная обработка на битумной эмульсии.

Технология Slurry Seal («Сларри Сил», «Микросюрфейсинг»)

Описание технологии

«Сларри Сил» («Микросюрфейсинг») – разновидность технологии «Сларри Сил» – экономичная технология восстановления дорожного покрытия, благодаря которой продлевается работоспособность скоростных и тяжелонагруженных магистралей, устанавливается необходимый профиль дорожного полотна, закрывается колеиность (рис. 6). Микропокрытие служит от 5 до 7 лет, является стойким к образованию колеи летом, не растрескивается зимой, не нуждается в дополнительном дренаже. В последнее время особенно широко микропокрытие (толщиной около 1 см) используется в мире в качестве настилов мостов.



Рис. 6. Технология «Сларри Сил», «Микросюрфейсинг»

Микропокрытие представляет собой смесь, состоящую из модифицированной полимера битумной эмульсии, измельченного минерального наполнителя (гранит, шлак, известняк, базальт, кремний и другие минералы высокого качества), минерального разрыхлителя (портландцемент или раствор извести), воды (от 4 до 12 % от веса сухого наполнителя) и при необходимости – добавок, регулирующих время распада. Микропокрытие укладывают при рабочей температуре эмульсии. Температура окружающей среды должна быть не ниже +10 °С. При толщине слоя 13 мм, температуре воздуха 24 °С и относительной влажности воздуха 50 % время выдержки уложенного микропокрытия до открытия движения составляет 1 час. По размеру наполнителя смеси для микропокрытия делятся на три типа:

1) 0–3 мм – для заполнения трещин и на дорогах со слабой интенсивностью движения, а также для покрытия взлетно-посадочных полос в аэропортах;

2) 0–5 мм – на умеренно нагруженных трассах для коррекции профиля полотна, защиты асфальта от окисления и улучшения фрикционных свойств;

3) 0–10 мм – на высокоскоростных и нагруженных трассах для коррекции поверхности дорожного покрытия с целью предупреждения аквапланирования и улучшения фрикционных свойств.

Такая технология, как микропокрытие, производится специальными машинами. Рекомендуется на автодорогах I–II категорий (600 000–1 500 000 накопленных осей) с обязательным использованием модифицированной битумной эмульсии. При использовании обычной битумной эмульсии применяется на дорогах II–III категорий (375 000–600 000 накопленных осей).

Технология холодного ресайклинга при усилении нежестких дорожных одежд

Описание технологии и область применения

Холодные регенерированные асфальтобетонные смеси представляют собой смесь асфальтового гранулята (фрезерованного асфальтобетонного покрытия), специальной катионной битумной эмульсии, цемента, воды, взятых в определенных соотношениях. Холодные регенерированные асфальтобетонные смеси приготавливаются в стационарных или мобильных установках, специальных смесителях-укладчиках и укладываются в конструктивные слои дорожной одежды в холодном состоянии (рис. 7).

В зависимости от категории автомобильной дороги вышеуказанные смеси могут укладываться в верхние слои основания (I–III категории), в нижний (III категория) или верхний слои покрытия (IV–V категории).

В зависимости от состава холодные регенерированные смеси могут приготавливаться либо складированными, либо немедленной укладкой.



Рис. 7. Холодная регенерация дорожной одежды ресайклером RACO-550

Эффективность применения

Экономическая эффективность использования такой смеси достигается за счет повторного использования минерального материала (до 40 %), а также снижения энергозатрат на 25–30 % по сравнению с традиционным асфальтобетоном при приготовлении смеси.

- I–II категории автодорог (600 000–2 500 000 накопленных осей).

Нижний слой: технология холодного ресайклинга с добавлением битумной эмульсии и цемента. Верхний слой: горячий асфальтобетон типа ЩМС на модифицированном битуме.

- II–III категории автодорог (500 000–750 000 накопленных осей).

Нижний слой: технология холодного ресайклинга с добавлением битумной эмульсии и цемента. Верхний слой: горячий асфальтобетон типа ЩМС на битуме БНД 90/130 с целлюлозой.

- III–IV категории автодорог (200 000–500 000 накопленных осей).

Нижний слой: технология холодного ресайклинга с добавлением битумной эмульсии. Верхний слой: устройство поверхностной обработки (Chip Seal) на обычной битумной эмульсии.

Мембранная технология ремонта цементобетонных покрытий автомобильных дорог и искусственных сооружений

Описание технологии и область применения

Разработана мембранная технология устройства защитных и защитно-гидроизоляционных слоев покрытий при ремонте дорог и ездового полотна искусственных сооружений (рис. 8, 9). Для устройства таких слоев применяется специальный состав асфальтобетонной смеси с использованием модифицированного битума, укладываемой на предварительно распределенный модифицированный битум или битумополимерную эмульсию (мембрану). Это обеспечивает насыщение нижней части защитного покрытия вяжущим в момент уплотнения укладываемой смеси на 2/3 его толщины, позволяет материалу защитного слоя приобретать повышенные деформативные свойства, обеспечивать ему высокую трещиностойкость, а также воспринимать температурные и динамические нагрузки без преждевременного разрушения покрытия.

Эффективность применения

Применение мембранной технологии придает высокую водонепроницаемость покрытию, что способствует дополнительной гидроизоляции, обеспечивающей защиту несущих конструкций искусственных сооружений от коррозионного разрушения. Срок служ-

бы таких покрытий в 2–2,5 раза выше срока службы покрытий, устроенных на основе традиционных асфальтобетонов. Экономический эффект от внедрения данной технологии составляет 0,15–0,2 USD на 1 м² покрытия. Рекомендуется к использованию на особо загруженных автомагистралях, а также является единственной эффективной технологией против образования отраженных трещин.

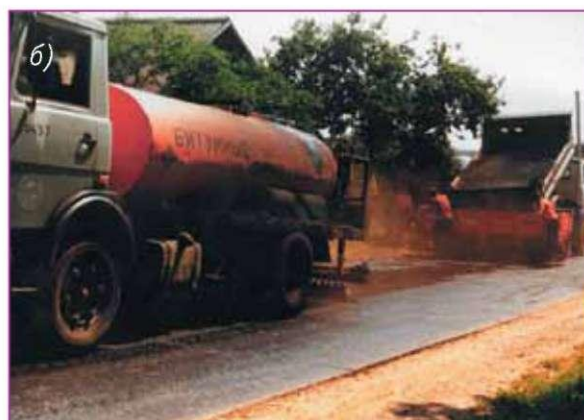


Рис. 8. Мембранная технология устройства дорожных покрытий. Стадии работ:

а – подгрунтовка покрытия автомобильной дороги полимерно-битумным (ПБВ) или резинобитумным вяжущим (РБВ);

б – розлив мембранного слоя из модифицированного битума и распределение технологического слоя щебня;

в – укладка защитного слоя на мембрану из ПБВ (РБВ)



Рис. 9. Характеристика готового покрытия:
 а – отсутствие отраженных и температурных трещин на асфальтобетонном покрытии;
 б – высокое качество дорожного покрытия

Полужесткие покрытия для участков дорог с особо тяжелыми условиями эксплуатации

Описание технологии и область применения

Для обеспечения нормативных сроков службы асфальтобетонных покрытий на участках дорог с особо

тяжелыми условиями эксплуатации (места стоянки автотранспорта, остановки общественного транспорта, регулируемые перекрестки и т. д.) необходимо значительно повысить прочностные свойства асфальтобетона. Одним из способов повышения, наряду с применением модифицированных битумов или битумов с высокой вязкостью, является использование технологии пропитки асфальтобетона специальными гидравлическими вяжущими (табл. 1).

Таблица 1

Основные физико-механические свойства асфальтобетона, пропитанного специальными гидравлическими вяжущими

Наименование показателя	Композитный асфальтобетон (приготовленный по способу пропитки)	Традиционный асфальтобетон типа Б
Водонасыщение, % по объему	1–4	1–3
Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, не менее	2,4–3,5	1,0–1,5
Предел прочности при сдвиге при температуре 50 °С, не менее	4,5–6,5	2,5–3,7
Коэффициент температурного расширения*	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$
Предполагаемый срок службы на участках дорог с особо тяжелыми условиями эксплуатации, лет	Более 7 лет	1–2
* Коэффициент температурного расширения цемента $5 \cdot 10^{-6}$		

Технико-экономический эффект

Для устройства полужесткого покрытия по технологии пропитки не требуется специальное дорогостоящее оборудование. Применение асфальтобетона, пропитан-

ного специальным гидравлическим вяжущим, позволяет увеличить срок службы дорожных покрытий в местах концентрации транспортной нагрузки с 1–2 лет до 5–7 лет за счет повышения прочностных свойств в 2–3 раза. Предложена авторская методика технико-экономиче-

ского обоснования применения современных технологий, конструкций и материалов, основанная на продлении жизненного цикла автомобильной дороги [12].

Технология пропитки асфальтобетона гидравлическим вяжущим рекомендована к применению на высокозагруженных участках автомобильных дорог и в условиях городской транспортной улично-дорожной сети (перекрестки, пересечения автодорог и рельсового транспорта, контейнерные площадки логистических центров).

Актуальным является применение данной технологии на внутренних площадках логистических центров: на стоянках автомобильных тягачей, в центрах погрузки и выгрузки, складирования контейнеров (рис. 10).

На данных участках наблюдается высокая концентрация напряжений и неблагоприятное сочетание динамических и статических нагрузок. Выдержать данные эксплуатационные характеристики может только конструкция с использованием в покрытии цементоасфальтобетонного композита.

При описании новых дорожных технологий и системы внедрения инновационных решений в дорожном хозяйстве Свердловской области при реализации проекта МТК-2 использовались данные публикаций [9–12].

Создание производственной базы дорожных вяжущих материалов (проект регионального битумного завода)

Так как долговечность асфальтобетонных покрытий в большей степени определяется свойствами битума, чем другими компонентами, входящими

в состав смеси, следовательно, и время предельного состояния работы битума в процессе эксплуатации покрытия определяет необходимость проведения ремонтов.

Отсутствие же битумов высокого качества является главной причиной, из-за которой срок службы асфальтобетонных покрытий в России не достигает 5 лет (а на практике это 2–3 года, при аналогичном показателе за рубежом 10–12 лет).

Поэтому вторым актуальным на сегодняшний день направлением улучшения долговечности и качества автомобильных дорог является создание регионального комплекса малотоннажных предприятий (50–80 тыс. тонн) по выпуску современных вяжущих материалов для дорожного хозяйства в Свердловской области с заданными физико-химическими (реологическими), адгезионными и деформационными свойствами с попутной утилизацией автомобильных шин.

На рис. 11 представлен комплекс предприятий и производств, входящих в региональный битумный завод Свердловской области, по получению улучшенных битумов (БДУ), катионных битумных эмульсий (ЭБК), полимерно-битумного вяжущего (ПБВ), резинобитумных композиций и модифицирующих добавок в асфальтобетон на основе резиновой крошки от переработки изношенных автомобильных шин (проект ООО «Колтек Интернешнл»).

Выводы

Развитие МТК-2 и транспортно-логистической сети Уральского региона необходимо осуществлять на основе передовых дорожно-строительных технологий

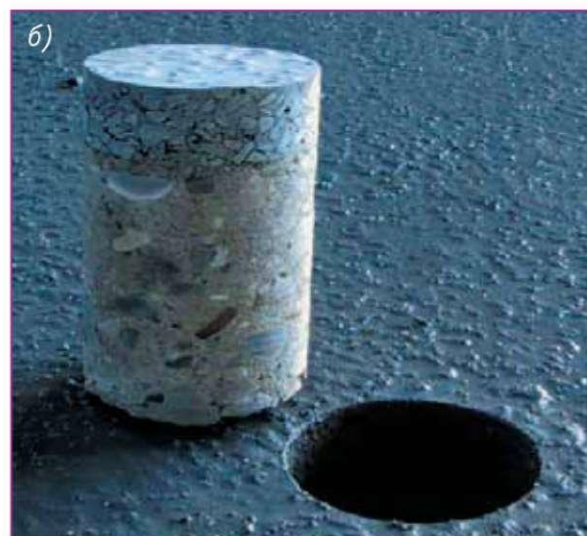


Рис. 10. Полу жесткие покрытия дорог на участках с особо тяжелыми условиями эксплуатации:
 а – устройство цементоасфальтобетонного покрытия логистического центра;
 б – керн, взятый из цементоасфальтобетонного покрытия площадки логистического центра



Рис. 11. Комплекс предприятий и производств регионального битумного завода, проект ООО «Колтек Интернешнл» для Свердловской области

и материалов, особенно в части устройства современных асфальтобетонных покрытий, стойких к образованию пластических деформаций (основная причина ко-

лейности), с учетом дорожно-климатических условий, воздействия все возрастающих нагрузок на ось и высокой интенсивности транспортного потока. **ИТ**

Список литературы

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.11.2008 г., № 1734-р. – URL: <http://www.rosavtodor.ru>
2. Концепция программы инновационного развития транспортного комплекса Свердловской области на 2011–2016 годы / Правительство Свердловской области. – Екатеринбург, 2010. – 54 с.
3. Стратегия социально-экономического развития Уральского федерального округа на период до 2020 года : утв. распоряжением Правительства РФ от 6.10.11, № 1757-р. – Екатеринбург, 2011. – 194 с.
4. О повышении роли регионов в модернизации экономики России : доклад на Государственном Совете Российской Федерации от 11.11.2011 г. – URL: <http://www.amisharin.ru>
5. Галкин А. Г. Чтобы дойти до цели, нужно только одно. Идти (интервью ректора УрГУПС в канун юбилея университета) // Инновационный транспорт. – 2011. – № 1. – С. 5.
6. Самуйлов В. М. Транспортно-логистические коридоры – основа региональной логистики / В. М. Самуйлов, А. В. Петров, В. А. Голубева // Логистика производственных и товаропроизводящих процессов : сб. науч. трудов УрГУПС. – 2011. – Вып. 91 (174). – С. 6–11.
7. Самуйлов В. М., Петров А. В., Якушев Д. С. Региональная логистика : монография. – М., 2010. – 144 с.
8. Самуйлов В. М. Методология и технология формирования модулей функционального соответствия для повышения эффективности организации производства на железнодорожном транспорте : монография. – Екатеринбург, 1999. – 228 с.
9. Дмитриев В. Н., Кошкарлов Е. В., Гриневич Н. А. Новые дорожные технологии и материалы : монография. – Екатеринбург, 2008. – 145 с.
10. Эффективные технологии, материалы и оборудование, применяемые в дорожном хозяйстве : сборник-каталог ГП «БелдорНИИ». – Минск, 2011. – 60 с.
11. Игошкин Д. Г. и др. Новая технология устройства тонкослойных дорожных покрытий из модифицированных горячих асфальтобетонных // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог : сб. науч. трудов ГИПРОДОРОНИИ. – 2011. – Вып. 2 (61). – С. 156–162.
12. Проблемы логистического управления технологическими инновациями на современном этапе / В. Е. Кошкарлов, В. М. Самуйлов, Е. В. Кошкарлов // Организация производства. Региональная транспортная логистика : сб. науч. трудов УрГУПС. – 2010. – Вып. 81 (164). – С. 112–124.