

УДК 625.8

**ПЕРСПЕКТИВЫ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПО ТЕХНОЛОГИИ «WHITETTORPING» В
УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

кандидат технических наук, Корольков Р. А.

e-mail: roma210@mail.ru

студент, Демченко Д. А.

e-mail: demo0000000@yandex.ru

Кубанский государственный технологический университет,

Российская Федерация, г. Краснодар

Рассмотрены вопросы ремонта дорог по технологии «whitetopping». Приведены преимущества и недостатки этой технологии при ремонте автомобильных дорог, опыт применения данной технологии ремонта автомобильных дорог в мире. Рассмотрены основные технологические операции технологии «whitetopping», методы обработки поверхности покрытия, машины и механизмы для выполнения ремонтных работ. Выполнен анализ эффективности данной технологии при ремонте дорог в условиях Краснодарского края.

Ключевые слова: whitetopping, цементобетон, асфальтобетон, дорожные одежды, ремонт дорог.

R. Korolkov, PhD of Technical Sciences, D. Demchenko, student, Prospects for repairing road surfaces using "whitetopping" technology in the Krasnodar region / Kuban state technological University, Russian Federation, Krasnodar

The issues of road repair using the "whitetopping" technology are considered. The advantages and disadvantages of this technology in road repair, the experience of using this technology for road repair in the world

are given. The main technological operations of the "whitetopping" technology, methods of surface treatment, machines and mechanisms for performing repair work are considered. An analysis of the effectiveness of this technology in road repairs in the Krasnodar region is performed.

Keywords: whitetopping, cement concrete, asphalt concrete, road clothing, road repairs.

Постановка проблемы. В настоящее время в России строится мало новых дорог. Например, согласно статистике ФДА, за 2018 год было сдано в эксплуатацию 300 км автомобильных дорог общего пользования федерального значения. А текущие асфальтобетонные дороги не соответствуют всем современным требованиям: не могут воспринимать нагрузки от быстро растущей интенсивности движения и растущей нагрузки на ось автотранспорта. Из-за этого дорожное покрытие изнашивается в разы быстрее, чем запланировано. Поэтому важно производить не только ремонт покрытий, но и повышать эксплуатационные и прочностные показатели.

Формулировка цели статьи и задач. Для ремонта дорожных покрытий эффективно использовать технологию «whitetopping». Эта технология позволяет не только устранить дефекты в покрытии, но и повышает прочностные характеристики дорожной одежды. Используя опыт европейских стран и США, возможно повысить эксплуатационные качества дорожных одежд, продлить срок их службы. Особенно это актуально для Краснодарского края, где характерными повреждениями покрытий автомобильных дорог являются колейность, глубокие трещины, выбоины. Применение этой технологии возможно также при ремонте городских улиц, дорог и автостоянок.

Опыт использования технологии «whitetopping».

За рубежом широко применяется ремонт покрытий по технологии «whitetopping». Эта технология является одним из множества методов по устранению поверхностных дефектов на дорогах с асфальтобетонным и цементобетонным покрытием. Термин «whitetopping» в переводе с английского означает «белое покрытие», а в дорожном строительстве – это значит применение слоя усиления из цементобетона в качестве верхнего слоя покрытия дороги, укладываемого на слой асфальтобетонного покрытия, имеющего дефекты. Технология «whitetopping» при капитальном ремонте автомобильных дорог была впервые применена в 1920 году в США. Дальнейшие случаи использования этой технологии носили периодичный характер. В 1990-х после модернизации, уменьшения толщины слоя технология получила новый импульс к дальнейшему широкому применению [1, с.33]. Укладка поверх существующих асфальтобетонных и цементобетонных дорожных покрытий слоев цементобетона в различных вариантах (везде сверху находится слой цементобетона, снизу может быть асфальтобетон, цементобетон, комбинированные слои) сегодня является широко распространенной практикой в США. Такое бетонное покрытие прекрасно служит. По опыту американских дорожников, при наличии надежного асфальтобетонного слоя в 10 – 12,5 см, укладка цементобетонного покрытия обеспечивает дополнительный срок службы дороги 20 лет и более. Важный фактор, который нужно учитывать при применении данной технологии: расстояние между деформационными швами должно быть равно либо в 12-15 раз больше толщины слоя цементобетона. Глубина нарезки шва должна составлять 1/3 толщины покрытия. Не рекомендуется располагать швы там, где будут проходить колеи от колес автомобилей. На сегодняшний день участки автомобильных дорог, отремонтированные по технологии

«whitetopping» находятся в США, Германии, Бельгии, Франции, Австрии, Канаде и других странах.

Классификация слоев усиления по технологии «whitetopping» представлена в таблице 1[2, с.338].

Таблица 1

**Классификация слоев усиления по технологии
«whitetopping»**

Наименование слоя	Толщина слоя, см	Сцепление со слоем асфальтобетона
Традиционный «whitetopping» (WT)	более 20	не предусматривается
Тонкий «whitetopping» (TWT)	10-20	возможно
Ультратонкий «whitetopping» (UTW)	менее 10	необходимо обеспечить

При устройстве слоя цементобетона по изношенному слою асфальтобетона, в полной мере реализуются отличительные качества этих материалов с разными теплотехническими характеристиками. При устройстве слоя усиления по технологии «traditional whitetopping» сцепление между слоями не предусматривается и в таком случае асфальтобетон выполняет роль упругого основания, обладающего демпфирующей способностью. Снижение толщины слоя цементобетона влечет за собой увеличение напряжений от транспортной нагрузки и больших перепадов температуры. При устройстве слоя усиления по технологии «thin whitetopping» сцепление между слоями требуется только в определенных случаях. К особенностям технологии «ultrathin whitetopping» относится необходимость обеспечения прочной связи между слоями. В таком случае цементобетон и асфальтобетон работают как один слой. Швы в таких покрытиях располагаются на расстоянии не более чем 1,8 м, что позволяет снизить изгибающие

напряжения в плитах. Количество анкеров на плиту зависит от параметров транспортного потока.

Для увеличения прочностных характеристик дорожных цементобетонов в странах Европы используют армирование дисперсной фиброй. В США наиболее часто для дисперсного армирования цементобетонов технологии «whitetopping» используется полипропиленовое волокно. Эти волокна характеризуются повышенной деформативностью, модуль упругости таких волокон составляет не более одной четвертой от модуля упругости бетона. Волокна из полипропилена не выполняют роль несущей арматуры, и предотвращают только образование сколов. Для повышения несущей способности бетонов необходимо применять только высокомодульные волокна [3, с.38]. К высокомодульным волокнам относятся стеклянные, углеродные, базальтовые и стальные волокна (таблица 2).

Таблица 2

Свойства дисперсных волокон

Волокно	Плотность, г/см ³	Прочность на растяжение, ГПа	Модуль упругости, ГПа	Диаметр волокна, мкм
Полипропиленовое	0,91	0,4-0,8	3,5-8	20-40
Углеродное	2,0	2-3,5	20-25	5-10
Стеклянное	2,5-2,9	1,05-3,85	70-80	80
Базальтовое	2,7	1,6-3,2	70-110	10-20
Стальное	7,8	2,0-3,0	200	3-25

Преимущества ремонтных работ бетонных дорог по технологии «whitetopping»:

предотвращение образования колейности, структурных трещин и выбоин, что обеспечивает более безопасное и быстрое передвижение;

не колейная поверхность, не задерживающая воду;

капитальные вложения немного больше, чем у асфальтобетонных дорог, но стоимость жизненного цикла намного ниже, чем у дорог с асфальтобетонным покрытием;

улучшается видимость и безопасность движения в ночное время за счет увеличения светоотражения, что позволяет уменьшить искусственное освещение дороги и экономит электроэнергию (20-30%);

уменьшается прогиб дорожного покрытия, что приводит к меньшему расходу топлива автомобилем (10-15%) и, следовательно, к снижению выбросов;

снижается тормозной путь автомобиля, делая дорогу более безопасной как на сухой, так и на мокрой поверхности;

уменьшается эффект городского теплового острова, поглощается меньше тепла, что, в свою очередь, снижает потребление энергии для кондиционирования воздуха в городских зданиях;

бетонное покрытие намного экологичнее асфальтобетонного и меньше загрязняют окружающую среду.

Технологические операции для капитального ремонта по технологии «whitetopping» аналогичны операциям при строительстве дороги с бетонным покрытием. Они включают следующие этапы: подготовительные работы, укладка бетона, отделка поверхности, уход за твердеющим бетоном, устройство швов.

Подготовительные работы включают работы по устранению дефектов, таких как трещин в верхней части, колейности, и

регулировки поперечных уклонов, существующего слоя покрытия. Методом холодного или горячего фрезерования удаляют эти повреждения. Толщина фрезерования обычно находится в диапазоне от 25 до 50 мм. Далее производят очищение поверхности и заделывание оставшихся ям цементным раствором. При наличии колеи глубиной более 5 см производится устройство выравнивающего слоя из асфальтобетона или сухим тощим бетоном. В подготовительный период также могут быть установлены в проектное положение анкеры деформационных швов, если существует в этом необходимость.

Далее при необходимости («UTW whitetopping») устраивается слой проклеивания для обеспечения совместной работы асфальто- и цементобетона. Для укладки бетонной смеси применяют магистральные бетоноукладчики компаний GOMACO, WIRTGEN, TEREX.

После укладки бетонной смеси приступают к текстурированию поверхности. Текстурирование выполняется различными методами: текстурирование «waschbeton»; текстурирование поверхности джутовой тканью (мешковина); с помощью резинового ковра («искусственный газон»); с помощью специальных стальных щеток. Создание шероховатости цементобетонных покрытий, по технологии «waschbeton» создаётся за счет обнажения инертного заполнителя, имеющего значительно лучшую сопротивляемость к истиранию и полированию. После завершения укладки верхнего слоя бетона, на поверхность равномерно наносится тонкий слой замедлителя (ингибитора) и кюринга. Кюринг – это специальные составы, лаки, защищающие бетон от испарения, образующие, в результате полимеризации, на поверхности прочную сплошную пленку, не дающую испаряться воде из бетона. Как только бетон набрал

прочность и стал пригодным для движения, производится обнажение крупнозернистого наполнителя, с помощью металлических щеток, до той поры пока поверхность не обнажит видимую крупную зернистость камня на равноудаленных расстояниях. Согласно нормативов, глубина текстуры должна составлять от 0,5 до 1,2 мм. Это сможет обеспечить требуемые характеристики покрытия против скольжения и уменьшить уровень шума от движения покрышек автомобиля. Сразу же после обнажения заполнителя наносится второй слой кюринга, после чего бетон выдерживается в зависимости от погодных условий и динамики нарастания прочности.

Преимущества цементобетонного покрытия с обнаженным заполнителем «waschbeton»:

- долговечный хороший коэффициент сцепления;
- снижение уровня шума до 2 дБ;
- технология, зарекомендовавшая себя в мире (так в Германии принята в качестве стандарта с 2006 г.)[4, с.39].

Последняя стадия – это уход за твердеющим бетоном. Она включает распределение пленкообразующих материалов, предотвращающих преждевременное испарение влаги с поверхности бетона и устройство деформационных швов. Швы устраивают двух типов: сквозные швы, устраиваемые в первую очередь в местах, размеченных на стадии подготовительных работ. Швы устраивают как в продольном, так и в поперечном направлении. При расстоянии между поперечными швами от 1,0 до 3,0 м продольные швы нарезают с образованием квадратных плит. После нарезки и очистки швов производят их герметизацию в соответствии с требованиями. В качестве материала для герметизации швов применяют мастики [5, с.12].

По состоянию на 01.01.2020 г. в Краснодарском крае протяженность автомобильных дорог общего пользования федерального и регионального значения составляет 10535,399 км. Из них дорог с усовершенствованным покрытием: с цементобетонным покрытием – 81,925 км, с асфальтобетонным покрытием – 9605,569 км, с покрытием из щебня, обработанным вяжущим – 354,956 км, с покрытием переходного типа – 492,949 км. Площадь дорог с цементобетонным покрытием составляет 649,756 тыс. м², что составляет 0,7% от общей площади твердых типов покрытия.

В соответствии с распоряжением Правительства РФ от 10 мая 2016 года № 868-р, доля ввода в эксплуатацию автомобильных дорог с цементобетонным покрытием в общем объеме строительства автомобильных дорог в России должно составить 50% к 2030 году [6, с.90].

Выводы. Нельзя игнорировать преимущества бетонных дорог, поэтому целесообразно устроить опытный участок дороги на трассах А-290, А-146, М-4 на подходах к городу Новороссийск. Эти места выбраны, потому что это очень грузонапряженные дороги, которые ведут к самому большому морскому порту в России по товарообороту. Так же в Новороссийске расположены месторождения мергеля – горной породы, из которой производят цемент. ОАО «Новоросцемент» ОАО «Верхнебаканский цементный завод» производят 5,7 (8% объема продукции отрасли) и 2,3 (3,2% объема продукции отрасли) млн. тонн цемента в год. Новороссийск имеет хорошую материальную и производственную базу, позволяющую использовать технологию «whitetopping» при ремонте дорог общего пользования.

Литература:

1. Александров Д. Ю. (2016). Оптимальные сочетания в конструкциях дорожных одежд асфальто- и цементобетона. *Вести автомобильно-дорожного института. Донецкий национальный технический университет (Донецк)*, 2(19), 32-39.
2. Петухов П. А., Карпов Б. Н. (2014). Новая технология реконструкции дорожных одежд. *Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Пермь)*, 1, 337-344.
3. Ключев С. В., Авилова Е. Н. (2013). Мелкозернистый фибробетон с использованием полипропиленового волокна для покрытия автомобильных дорог. *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*, 1, 37-40.
4. Балабанов В. Б., Николаенко В. Л. (2011). Применение зольных отходов в дорожном строительстве. *Вестник Иркутского государственного технического университета, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»*, 6 (53), 37-41.
5. ОДМ 218.3.077-2016 *Методические рекомендации по обоснованию параметров конструкции и технологии при ремонте асфальтобетонных покрытий слоями цементобетона*, 2016 (Федеральное дорожное агентство (Росавтодор)).
6. Корольков Р.А., Шилин И.В., Демченко Д.А. (2020). Анализ перспектив массового строительства дорожных одежд с покрытием из цементобетона. *Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2020. Материалы VI международной научно-практической конференции "Инновационные перспективы Донбасса: Инфраструктурное и*

социально-экономическое развитие" (27 мая 2020 г., г. Горловка), 86-91.

References:

1. Aleksandrov D. Ju. (2016). *Optimal'nye sochetaniya v konstrukcijah dorozhnyh odezhd asfal'to- i cementobetona*. Vesti avtomobil'no-dorozhnogo instituta. Doneckij nacional'nyj tehničeskij universitet (Doneck), 2(19), 32-39. [in Russian]
2. Petuhov P. A., Karpov B. N. (2014). *Novaja tehnologija rekonstrukcii dorozhnyh odezhd*. Jekologija i nauchno-tehničeskij progress. Urbanistika. Permskij nacional'nyj issledovatel'skij politehničeskij universitet (Perm') , 1, 337-344. [in Russian]
3. Kljuev S. V., Avilova E. N. (2013). *Melkozernistyj fibrobeton s ispol'zovaniem polipropilenovogo volokna dlja pokrytija avtomobil'nyh dorog*. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologičeskogo universiteta im. V.G. Shuhova, 1, 37-40. [in Russian]
4. Balabanov V. B., Nikolaenko V. L. (2011). *Primenenie zol'nyh othodov v dorozhnom stroitel'stve*. Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta, FGBOU VO «Irkutskij nacional'nyj issledovatel'skij tehničeskij universitet», 6 (53), 37-41. [in Russian]
5. ODM 218.3.077-2016 *Metodičeskie rekomendacii po obosnovaniju parametrov konstrukcii i tehnologii pri remonte asfal'tobetonnyh pokrytij slojami cementobetona, 2016* (Federal'noe dorozhnoe agentstvo (Rosavtodor)). [in Russian]
6. Korol'kov R.A., Shilin I.V., Demchenko D.A. (2020). *Analiz perspektiv massovogo stroitel'stva dorozhnyh odezhd s pokrytiem iz cementobetona*. Nauchno-tehničeskije aspekty razvitija avtotransportnogo kompleksa 2020. Materialy VI mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii "Innovacionnye perspektivy Donbassa: Infrastrukturnoe i social'no-

jeconomicheskoe razvitie" (27 maja 2020 g., g. Gorlovka), 86-91. [in Russian]