

УДК 625.841

### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ЦЕМЕНТОБЕТОНОМ

Дмитриев Сергей Михайлович, канд. техн. наук, доц.,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, [dmitrsmist@mail.ru](mailto:dmitrsmist@mail.ru)

Пензов Дмитрий Геннадьевич, магистр,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, [d.penzov9519@gmail.com](mailto:d.penzov9519@gmail.com)

**Аннотация.** Возможность истощения нефтяных ресурсов в ближайшем будущем заставляет усомниться в использовании асфальтобетона как основного материала покрытий автомобильных дорог. В связи с этим встает вопрос не только о перспективах при строительстве новых транспортных магистралей, но и о возможностях ремонта уже существующих нежестких дорожных одежд. Использование цементобетона при этом является наиболее целесообразным методом.

По технологии подобных работ в России существуют методические указания, в теории описывающие основные принципы так называемого метода «whitetopping», но методика строительства и способы контроля качества такого метода ремонта покрытий необходимо развивать далее. Авторами был проведен анализ отечественных нормативных документов и зарубежных источников. Рассматривались способы укладки и технология ремонта асфальтобетона цементобетоном, методы контроля качества, в том числе новых параметров, характерных именно для данной технологии.

В качестве вывода предлагается рациональная толщина слоев усиления, класс прочности применяемого цементобетона, рациональность применения фибры в составе смеси.

**Ключевые слова:** цементобетонные покрытия, слой усиления, ремонт покрытий, технология «whitetopping».

### WORKS QUALITY CONTROL WHEN REPAIRING ASPHALT CONCRETE PAVEMENTS WITH CEMENT CONCRETE

Dmitriev Sergei M., Ph. D., associate professor,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, [dmitrsmist@mail.ru](mailto:dmitrsmist@mail.ru)

Penzov Dmitrij G., master of engineering sciences,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, [d.penzov9519@gmail.com](mailto:d.penzov9519@gmail.com)

**Abstract.** The oil resources depletion possibility in the near future casts doubt on the asphalt concrete using as the main material for road surfaces. Due to this, the question arises not only about the new transport routes construction prospects, but also about the possibilities of repairing already existing flexible road pavements. Cement concrete using is the most expedient method in this case.

Although there are technology guidelines in Russia, which in theory describe the basic principles of the "whitening", quality control of this repairing pavements method need to be developed. The authors analyzed domestic regulatory documents and foreign sources. The methods of laying and the technology of repairing asphalt concrete with cement concrete, quality control methods, including new parameters specific to this technology, were considered.

As a conclusion, the rational thickness of the reinforcement layers, the strength class of the cement concrete used, the rationality of the use of fiber in the mixture are proposed.

**Key words:** cement concrete pavements, reinforcement layer, pavement repair, technology "whitening".

### Введение

Около 90% протяженности общей длины автомобильных дорог с твердым покрытием в России составляют нежесткие дорожные одежды. Асфальтобетон является привычным, удобным и технологичным материалом, однако, по прочности и долговечности он уже не удовлетворяет требованиям для применения на дорогах с высокой интенсивностью движения. Подтверждением этому служит тот факт, что за последние годы значительно возросло количество деформаций и разрушений покрытий. Причем, на данный момент развитие колейности и пластических деформаций имеет существенную динамику и представляет более серьезную проблему, чем наличие точечных разрушений [1].

Применяемые на сегодняшний день технологии и материалы для ремонта верхних слоев дорожных одежд являются недостаточно эффективными по причине малого срока службы обновленных покрытий и использовании того же асфальтобетона в виде ремонтного материала. Необходимо применение новых методов восстановления транспортно-эксплуатационных характеристик и повышения несущей способности

дорожных одежд. В настоящее время разработано новое поколение цементобетонных с использованием в качестве добавок микрокремнезема, суперпластификатора и полипропиленовой фибры, обладающих высокими физико-механическими показателями, что позволяет использовать данные материалы для устройства бетонных слоев усиления поверх существующих жестких дорожных одежд.

Опыт США, как передовой страны в вопросе применения цементобетона в дорожном строительстве, не подвергается сомнению. В последние три десятилетия в 46 штатах страны из 50 цементобетон все чаще применяется для усиления именно асфальтобетонных покрытий, в первую очередь – на участках с высокой интенсивностью движения, повышенными нагрузками и движением тяжелых грузовых автомобилей. Данная технология получила наименование «whitetopping».

### **Основная часть исследований:**

В ряде нормативных и методических документов США предлагается следующий способ классификации методов ремонта асфальтобетонных покрытий слоями цементобетона: не только в зависимости от толщины бетонного слоя, но и от степени связи между этими слоями.

- Обычная (традиционная) технология whitetopping – толщина устраиваемого слоя от 200 мм и более без учета связи между бетоном и нижележащим асфальтобетоном («наращивание»);
- TWT («тонкий whitetopping») – толщина слоя от 100 до 200 мм. В большинстве случаев, но не всегда, усиление проектируют и реализуют, пытаясь обеспечить связи между слоями;
- UTW («ультратонкий whitetopping») – толщина цементобетонного слоя на асфальтобетонном покрытии не превышает 100 мм. Такое усиление требует надежного сцепления с нижележащим асфальтобетоном, чтобы обеспечить совместную работу слоев («сращивание»).

Таким образом, появилась возможность использовать новые эффективные технологии ремонта автомобильных дорог, но для их

применения требуется внесение изменений и дополнений в нормативные документы, касающиеся как производства работ, так и обеспечения качества во время и после их проведения [2].

В качестве первоначального этапа реализации данного вида работ на территории России был принят ОДМ 218.3.077-2016, в котором описаны основные требования к цементобетону, способы определения толщин и размеров плит слоя усиления, а также изложены технология работ и методы контроля качества. Однако данный документ не лишен ряда недостатков и недоработок. Согласно п. 6.12 ОДМ 218.3.077-2016 минимальная толщина укладываемого слоя усиления из цементобетона составляет 5 см. Однако тяжёлые гусеничные бетоноукладчики, которые составляют основу парка данного вида техники в России, не могут устроить слой столь маленькой толщины, а средства малой механизации не обеспечат надлежащего качества выполнения работ. Кроме того, применение дорогих в обслуживании бетоноукладочных комплексов может быть нерационально из-за относительно небольших объемов по ремонту покрытий.



*Рис. 1. Общий вид бетоноукладчика TRTP (Triple Roller Tube Pavers)*

Интересным решением для устройства тонких и ультратонких слоев усиления может стать применение мини-бетоноукладчиков фирмы Allen

Engineering, линейки моделей TRTP (Triple Roller Tube Pavers) (рис. 1). Для применения в отечественной практике, название машины можно перевести как «трехроликовый бетоноукладчик» или «бетоноукладчик с вращающимися трубами».

Данный вид дорожно-строительной техники подойдет для устройства слоев усиления малой толщины, а также для работы в стесненных условиях. Металлические вращающиеся трубы для разравнивания и распределения цементобетона являются основными рабочими органами машины. Также, на укладчике установлены вибраторы для уплотнения уложенной смеси. Ширина устраиваемого слоя может достигать 10,5 м. Машина передвигается по набираемым на необходимую толщину рельс-формам, которые одновременно являются опалубкой для слоя усиления.

Однако при ремонте асфальтобетонных покрытий цементобетоном и использовании данных средств механизации, можно предложить технологический прием устройства слоев усиления без использования рельс-форм: оставлять по краям отфрезерованной проезжей части бортики из старого асфальтобетона для движения по ним роликов бетоноукладчика (рис. 2).

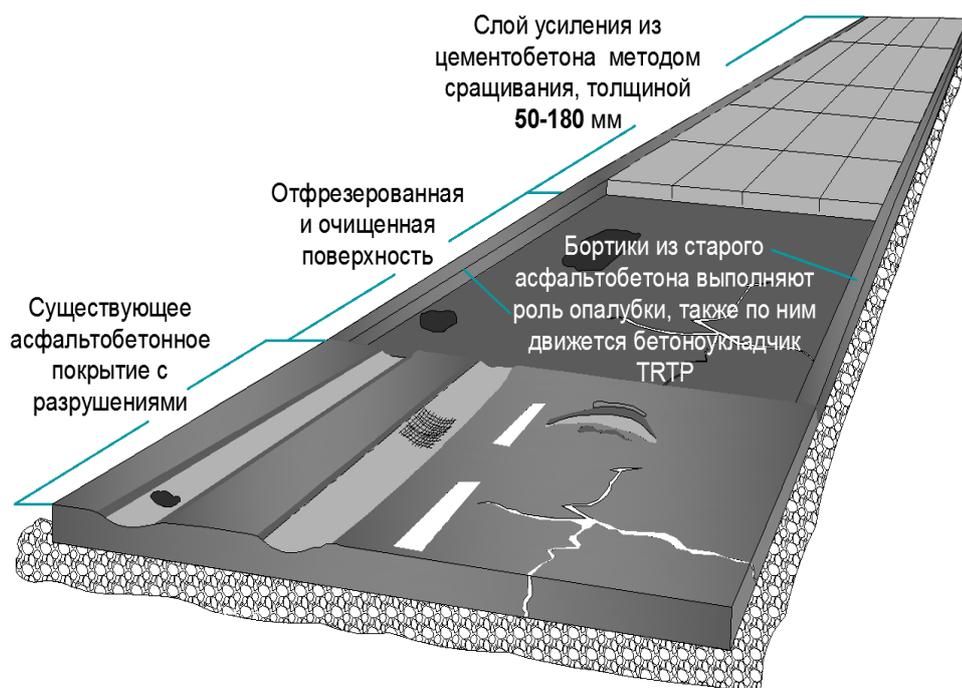


Рис. 2. Схема усиления изношенного слоя покрытия цементобетоном

Также, в отечественном нормативном документе не рассмотрены способы оценки совместной работы цементобетона и асфальтобетона при устройстве слоя усиления по технологии «сращивание», а также сдвигоустойчивости между данными материалами при реализации технологии «наращивание».

В ОДМ вообще не делается различий в контроле качества слоев при «сращивании» и «наращивании», хотя принципы работы и взаимодействия материалов будут при этом разными, а большинство требований приведено из СП 78.13330.2012 [4].

В связи с этим, необходимо разработать схему контроля качества цементобетонных слоев усиления, где представлены параметры, не отраженные в отечественном ОДМ, но которые необходимо учитывать, исходя из особенностей взаимодействия слоев усиления и существующих покрытий (рис.3).

В то же время, в [5] описываются исследования совместной работы асфальтобетона и цементобетона, создание новых приборов и установок по определению физико-механических свойств совокупно работающих слоев усиления, измерение прочности сцепления между слоями асфальтобетона и цементобетона. В том числе, исследователей интересовало влияние несоответствия в коэффициентах теплового расширения двух материалов на ухудшение прочности связи между ними при методе «сращивание».

В связи с этим, представляют интерес для анализа и применения в отечественных разработках исследования, проведенные Институтом транспорта штата Индиана. Определение предела прочности при изгибе объединенных слоев асфальтобетона и цементобетона проводилось на образцах, изготовленных из отобранных из покрытия вырубков асфальтобетона размером 75x75x375 мм, поверх которых в лаборатории наносился слой цементобетона толщиной 60 мм.



*Рис. 3. Схема контроля качества дополнительных параметров при ремонте асфальтобетонных поверхностей цементбетоном*

Размер готового образца составил 75x135x375мм. После чего данные образцы были поделены на две группы. Первая группа твердела в камере влажного хранения при температуре 20-22°C и относительной влажности 98%. Вторая группа была помещена в климатическую камеру, температура в которой менялась в диапазоне от -6°C до +6°C. Испытания образцов по определению прочности при изгибе проводились на 7,14,28 и 90 сутки (рис. 4). Среднее значение разрушающей нагрузки составило 6,7 МПа, что превышает минимальные показатели, установленные в ОДН. Тест на определение прочности сцепления между асфальтобетоном и цементбетоном путем сдвига был предложен для контроля качества

выполнения работ в штате Айова. Для проведения испытания была создана специальная установка, которая состоит из двух отдельных пластин с круглыми отверстиями, в которые закрепляется образец совмещенного слоя.



*Рис. 4. Испытания на изгиб объединенного образца*

Эти пластины устанавливаются с небольшим зазором. Одна из них прикрепляется к гидроприводу и датчику нагрузки, вторая к статичной раме (рис. 5).



*Рис.5. Установка для испытания сцепления слоев асфальтобетона и цементбетона*

Вырубленный керн или подготовленный образец загружается в отверстие зажимов так, чтобы зона контакта между слоями находилась в поле зазора, после чего происходит приложение нагрузки на один из зажимов. Испытание проводится до момента разрыва связи между асфальтобетонным и цементобетоном. Обычно отрыв образцов происходит при развитии напряжения в 1-1,5 МПа.

### Выводы

Резюмируя зарубежный опыт ремонта автомобильных дорог при усилении асфальтобетонных покрытий цементобетоном, сделаны следующие выводы:

- рациональная толщина цементобетонных слоев усиления а/б покрытия составляет 8-23 см в зависимости от интенсивности и состава движения, толщины нижележащих асфальтобетонных слоев, физико-механических свойств цементобетона;
- для ремонтных работ целесообразно применять цементобетон класса прочности на растяжение при изгибе не ниже  $B_{tb}5,4$ , класса прочности на сжатие не менее В 50;
- для снижения напряжений и увеличения прочности на растяжение при изгибе в состав цементобетонных смесей целесообразно вводить фибру.

При внедрении технологии «whitetopping» в России, и при расширении объемов работ по ее применению, следует дополнять рекомендации по контролю качества, изложенные в ОДМ 218.3.077–2016. Требуется уточнить параметры, которые необходимо контролировать при способах «сращивание» и «наращивание», а также создать дополнительную инструментальную базу и провести лабораторные и натурные испытания для способа «сращивание», так как технология устройства цементобетонного слоя усиления с обеспечением связи с нижележащим существующим асфальтобетоном, достаточно широко в России не применялась.

## Список литературы

1. Зубихин, А.В. Разработка и обоснование технологии ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог модифицированным цементобетоном: дис. ... канд. техн. наук / А.В. Зубихин. – М., 2006. – 185 с.
2. ОДМ 218.3.077–2016. Методические рекомендации по обоснованию параметров конструкции и технологии при ремонте асфальтобетонных покрытий слоями цементобетона. – М.: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2016. – 35 с.
3. ВСН 139-80. Инструкция по строительству цементобетонных покрытий автомобильных дорог. – Взамен ВСН 139-68. – М.: Минтрансстрой, 1981. – 110 с.
4. СП 78.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85. – Введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2012. – IV, 114 с.
5. Evaluation of performance and design of ultra-thin whitetoppeng (Bonded concrete resurfacing) using large – scale accelerated pavement testing. October 2008 – URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-42797-3\\_47](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-42797-3_47) (дата обращения 06.12.2021).

## References

1. Zubihin A.V. *Razrabotka i obosnovanie tekhnologii remonta asfal'tobetonnyh pokrytij avtomobil'nyh dorog modifitsirovannym cementobetonom* (Development and substantiation asphalt concrete highways pavements repairing technology with modified cement concrete), PhD thesis, Moscow, MADI, 2006, 185 p.
2. Metodicheskie rekomendacii po obosnovaniyu parametrov konstrukcii i tekhnologii pri remonte asfal'tobetonnyh pokrytij slojami cementobetona, ODM 218.3.077–2016 (Methodical recommendations for design parameters and technology substantiation during the repair of asphalt concrete pavements by cement concrete layers, Industry Road Norms 218.3.077–2016), Moscow, Rosavtodor, 2016, 35 p.
3. Instrukciya po stroitel'stvu cementobetonnyh pokrytij avtomobil'nyh dorog, VSN 139-80 (Instructions for the cement concrete pavements construction for highways, Departmental Building Norms 139-80), Moscow, Mintransstroj, 1981, 110 p.
4. Svod pravil. Avtomobil'nye dorogi, SP 78.13330.2012 (Set of rules. Car roads, Updated edition of SNiP 3.06.03-85), Moscow, Minregion Rossii, 2012, 114 p.
5. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-42797-3\\_47](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-42797-3_47) (application date 06.12.2021).

Рецензент: В.В. Ушаков, д-р техн.наук, проф., МАДИ