

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 625.76, 625.84

**Т. В. Скрыпник, канд. техн. наук¹, В. В. Губа, канд. техн. наук²,
Л. Н. Третьякова²**

**1 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)», г. Москва**

**2 – Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»
в г. Горловка**

ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ДОНБАССА

Рассмотрено влияние материала верхнего слоя дорожного покрытия автомобильной дороги на прочностные свойства дорожной одежды и повышение срока службы автомобильных дорог. Выполнен анализ новых вновь введенных нормативных документов и актуализированных версий действующих нормативных документов. Данные нормативные документы позволяют проводить проектирование и устраивать верхние слои цементобетонного дорожного покрытия, а также выполнять их армирование и поверхностную обработку.

Ключевые слова: прочностные свойства слоя дорожной одежды, армирование цементобетонного слоя, поверхностная обработка цементобетонной поверхности

Введение

Проведенный анализ автомобильных дорог Донбасса, показал, что длительное накопление различных деформаций, а также остаточных деформаций и разрушений, плюс частичное или полное невыполнение ремонтных работ автомобильных дорог, привело к снижению их срока службы. Поэтому повышение срока службы автомобильных дорог и дорожных покрытий является первостепенной, сложной задачей, при решении которой необходимо учесть различные факторы. Решение поставленной задачи позволит повлиять на конечный результат – повысить срок службы дорожного покрытия и всей дороги в целом.

В нормативном документе ГОСТ Р 59120-2021 в пункте 7.12 [1] написано о сроках службы и предельных коэффициентах разрушения, и звучит так: «Дорожные одежды автомобильных дорог должны быть запроектированы так, чтобы обеспечивать безотказную работу в течение расчетного межремонтного и расчетного срока службы дорожной одежды со значениями предельного коэффициента разрушения (таблица), назначаемого на последний год межремонтного срока в зависимости от капитальности дорожной одежды и категории дороги».

Таблица – Предельный коэффициент разрушения в зависимости от капитальности дорожной одежды и категории автомобильной дороги

Тип дорожной одежды	Категория дороги	Предельный коэффициент разрушения
Капитальный	IA, IB, IB	0,10
	II	
	III	
	IV	
Облегченный	III	0,30
	IV	
	V	
Переходный	IV	0,40
	V	

Постановка проблемы

Надежность дорожной одежды характеризуется уровнем надежности, который показывает вероятность ее отказа (возникновение деформаций и разрушений, препятствующих безопасной эксплуатации дороги) ранее расчетного срока службы с учетом предельного коэффициента разрушения.

Для повышения надежности и долговечности работы дорожной одежды необходимо повысить несущую способность ее основания. Традиционные асфальтобетонные основания можно заменить на бетонные основания, за счет чего будет увеличен срок службы дорожного покрытия в целом. Применение жестких бетонных оснований позволит использовать местные минеральные материалы и/или отходы промышленности, а в качестве минерального вяжущего – различные виды цементов. Строительство цементобетонных оснований и покрытий позволит снизить стоимость их строительства на 10–15 %, а выброс углекислого газа (CO₂) в атмосферу на 20 % [2–4].

Анализ публикаций

На протяжении 12 лет (с 2010 г. по 2022 г.) в США и Германии стандарты по строительству цементобетонных покрытий не менялись. Основные документы, а также технические, технологические и эколого-экономические методики работы с бетоном, были сформулированы в период с 1990 г. по 2010 г.

В Российской Федерации, в период с 2021 г. по 2023 г., были разработаны и актуализированы нормативные документы, на основании которых можно производить проектирование и строительство автомобильных дорог с цементобетонным покрытием:

1. ГОСТ Р 59628-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование жестких дорожных одежд. Типовые конструкции;
2. ГОСТ Р 59300-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси бетонные для устройства слоев оснований и покрытий. Технические условия;
3. ГОСТ Р 59301-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси бетонные для устройства слоев оснований и покрытий. Методы испытаний;
4. ГОСТ Р 59302-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси бетонные для устройства слоев оснований и покрытий. Правила подбора состава;
5. ГОСТ Р 59362-2022. Дороги автомобильные общего пользования. Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий;
6. ГОСТ Р 59363-2022. Дороги автомобильные общего пользования. Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий. Методы испытаний;
7. ГОСТ Р 59364-2022. Дороги автомобильные общего пользования. Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий. Правила производства работ;
8. ГОСТ Р 70362-2022. Дороги автомобильные общего пользования. Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий. Технические условия.

Изменения, которые предлагаются в нормативах и стандартах, направлены на:

- изменения в области проектирования цементобетонных оснований и покрытий;
- новые решения при устройстве цементобетонных оснований и покрытий;
- особенности обработки цементобетонных слоев оснований и покрытий после укладки.

Цель исследования

Целью исследования является обоснование целесообразности широкого применения цементобетонных слоев в покрытии автомобильных дорог Донбасса.

Основной материал

Анализ и исследование нормативной литературы показывает, что разрабатываемые нормативные документы по использованию бетонов при устройстве слоев оснований и покрытий автомобильных дорог являются необходимыми и актуальными, особенно при восстановлении дорог Донбасса. Необходимо отметить, что в странах дальнего зарубежья стали больше внимания уделять строительству слоев оснований и покрытий автомобильных дорог из цементобетонной смеси с использованием в их составе местных строительных материалов [5, 6]. Также необходимо отметить некоторые преимущества цементобетона (рисунок).

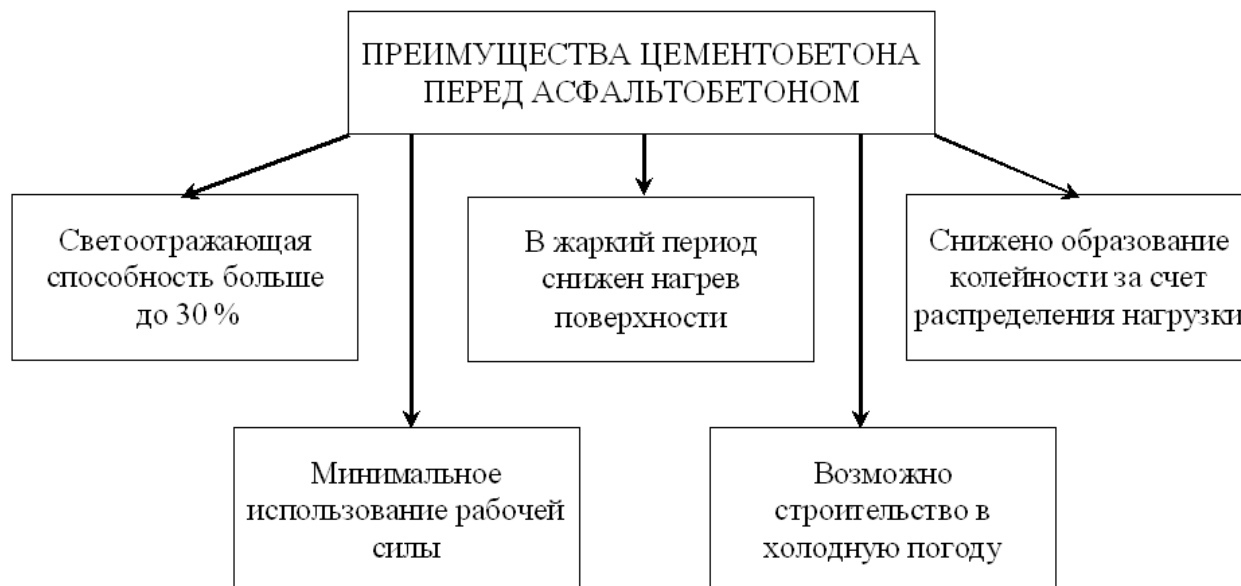


Рисунок – Схема с указанием преимуществ цементобетона над асфальтобетоном

Взяв во внимание современные технологии по учету информации об автомобильных дорогах как в целом, так и отдельные пункты по видам и типам дорожных оснований и покрытий автомобильных дорог, можно выполнить достаточно объемный анализ службы того или иного вида оснований и покрытий с учетом различных факторов. Растущие возможности использования информационных баз данных, для анализа повышения надежности дорожных покрытий, поможет расширить возможности строительства таких покрытий.

Дорожные хозяйства США, Германии, Бельгии, Голландии и других государств, основываясь на информационных базах, в период с 2010 г. по 2022 г. увеличили применение цементобетонных покрытий на автомобильных дорогах. В КНР за период с 2009 г. по 2020 г. протяженность автомагистралей с цементобетонными покрытиями увеличилась с 1 231 000 км до 3 098 170 км, а протяженность автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием составила 1 217 450 км [2–4, 6].

Поэтому использование опыта других стран для территорий Донбасса позволит улучшить техническое и эксплуатационное состояние автомобильных дорог. На территории Донбасса есть все условия для широкого применения цементобетонных слоев дорожной одежды и покрытий:

- наличие карьеров по добыче щебня и отвалов техногенных отходов;
- крупный цементобетонный завод в г. Амвросиевка;
- климатическая возможность использования передвижных цементобетонных заводов в течение восьми месяцев в году;
- повышенная потребность в восстановлении автомобильных дорог.

Цементобетонные покрытия могут устраиваться в один или два слоя. Широко распространена технология устройства цементобетонных покрытий из жесткого укатываемого бетона с использованием асфальтоукладчиков. Однослойные бетонные покрытия нашли широ-

кое применение на сельскохозяйственных дорогах, парковках, тротуарах. Преимущества однослойной укладки заключаются в упрощении технологии работ, вследствие чего происходит увеличение скорости строительства, упрощается логистика по доставке материалов на цементобетонный завод, а также доставка готовой цементобетонной смеси на строительный участок. Однако для получения качественного однослойного цементобетонного покрытия необходимо использовать высококачественный щебень и цемент, что приводит к удорожанию конечного продукта. Выйти из этой ситуации можно, если при устройстве слоя бетонного основания снизить стоимость исходных материалов, а в дальнейшем перекрыть его слоем покрытия или износа [3, 6–9].

Устройство на дорогах двухслойных бетонных покрытий связано с повышенной интенсивностью движения, а также для пропуска транспорта со сверхнормативными нагрузками. В этом случае чаще всего используют технологию укладки верхнего слоя на нижний незатвердевший армированный цементобетонный слой. Используемая для верхнего слоя бетонная смесь может быть дополнительно армирована микрофиброй (фибробетон). При этом в материале нижнего слоя могут содержаться продукты вторичной переработки или техногенные отходы [3, 6–9].

Рекомендовано особое внимание уделять жесткости цементобетонной смеси. При устройстве однослойного покрытия цементобетонную смесь можно уложить за один проход бетоно- или асфальтоукладчика, без дополнительного нарезания швов. При двухслойной укладке необходимо использовать тяжелые бетоноукладчики, т. к. при недостаточной собственной массе, машину вытолкнет на поверхность бетона. Кроме этого, необходимо осуществлять качественное армирование за счет автоматической установки поперечной арматуры; применения электрических вибраторов, которые позволяют погрузить армирующие элементы в смесь или использовать дополнительные конструктивы-держатели, которые перед бетонированием закрепят пространственное положение арматуры в смеси.

При устройстве двухслойных цементобетонных покрытий возможно устройство слоя износа из щебеночномастичных асфальтобетонных смесей толщиной 5–6 см с предварительной подгрунтовкой основания полимерно-битумной (латексной) эмульсией с расходом 0,8–1,2 л/м³.

Следующий важный аспект при устройстве цементобетонного покрытия – это поверхностная обработка покрытия после его укладки, т. е. придание поверхности покрытия шероховатости или его шлифование. Поверхность бетона текстурируется стальными или полимерными щетками, которые выметают «цементное молочко» на глубину 0,9–1,2 мм. Придание продольной шероховатости производится по свежееуложенному слою, таким образом обеспечивается высокая степень сцепления колеса автомобиля с поверхностью слоя покрытия. Вследствие чего происходит меньшее образование брызг от движущегося автомобиля по мокрому покрытию, а также происходит снижение уровня шума на дороге.

Шлифование слоя покрытия производится в процессе эксплуатационного обслуживания и позволяет повысить ровность участка, снизить шум от движущегося автотранспорта. Выполнить шлифование можно несколькими технологиями:

- стандартной холодной фрезой со специальным шлифовальным барабаном LA 4/3 шириной 2 м (1400 резцов);
- специальной шлифовальной машиной.

Применение цементобетонного покрытия на остановочных пунктах общественного транспорта позволит увеличить срок службы дорожного покрытия, а также даст возможность устраивать такие зоны различной по сложности конфигурации.

Срок службы жестких дорожных одежд составляет не менее 30 лет при отсутствии крупных ремонтных работ. Цементные светлые покрытия повышают безопасность движения автотранспорта, особенно в темное время суток, и отличаются минимальным воздействием на окружающую среду. Они имеют высокий коэффициент сцепления, обеспечивают устойчивость автомобиля при повышенных скоростях движения и способствуют снижению расхода топлива.

Заключение

Анализ имеющейся информации о влиянии современных транспортных нагрузок на верхние слои дорожной одежды автомобильных дорог, позволил сделать вывод о целесообразности применения в условиях Донбасса цементобетонных оснований и покрытий, которые обладают повышенной прочностью и долговечностью. Эксплуатационные свойства дорожных покрытий, выполненных из цементобетонных смесей, гарантируют высокую устойчивость к пластическим деформациям в условиях повышения интенсивности движения транспортных средств и нагрузок на их оси.

Список литературы

1. ГОСТ Р 59120-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда. Общие требования : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 марта 2021 г. № 121-ст : введен впервые : дата введения 2021-05-01/ разработан Федеральным автономным учреждением «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ») Министерства транспорта Российской Федерации. – Москва : Стандартинформ, 2021. – 23 с.
2. Маренков, П. А. Реализация международных проектов по строительству автодорог с цементобетонным покрытием / П. А. Маренков. – Текст : электронный // Автомобильные и железные дороги Содружества Независимых Государств. – 2023. – № 03(106). – С. 63–65. – URL: http://cmcd.ru/wp-content/uploads/2016/07/3_2023.pdf .
3. Ушаков, В. В. О расширении применения и эффективных технологиях строительства цементобетонных покрытий автомобильных покрытий / В. В. Ушаков // Автомобильные и железные дороги содружества независимых государств. Информационно-аналитический, научно-технический журнал Межправительственного совета дорожников. – 2023. – № 04(107). – С. 50–54.
4. Смирнов, Н. Н. Передовой опыт качественного строительства автомобильных дорог / Н. Н. Смирнов. – Текст : электронный // NovaInfo : [сайт]. – 2018. – № 89. – С. 54–69. – URL: <https://novainfo.ru/article/15655> .
5. Брахрах, Г. С. Полужесткие покрытия и перспективы их применения / Г. С. Брахрах, Т. П. Лещицкая. – Текст : электронный // Автомобильные дороги. – 1975. – № 6. – С. 12–13. – URL: https://www.booksite.ru/dorogi/1975/1975_6.pdf .
6. Маргайлик, Е. И. Укатываемый цементобетон – эффективный строительный материал / Е. И. Маргайлик. – Текст : электронный // Строительство и недвижимость. – 1999. – № 47. – URL: www.nestor.minsk.by/sn/1999/47/sn94712.html .
7. Янковский, Л. В. Долговечный цементобетон / Л. В. Янковский, П. Б. Рапорт, А. В. Кочетков // Автомобильные дороги. – 2013. – № 3. – С. 74–77.
8. Коршунов, В. И. Асфальтобетон или цементобетон? / В. И. Коршунов, Ю. Г. Ланге. – Текст : электронный // Автомобильные дороги. – 1995. – № 3–4/95. – С. 9–11. – URL: https://www.booksite.ru/dorogi/1995/1995_3_4.pdf .
9. Носов, В. П. Увеличение сроков службы дорожных одежд – стратегическая задача дорожной науки / В. П. Носов. – Текст : электронный // Автомобильные дороги. – 2006. – № 12. – С. 81–85. – URL: https://www.booksite.ru/dorogi/2006/2006_12.pdf .

Т. В. Скряпник¹, В. В. Губа², Л. Н. Третьякова²

1 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», г. Москва

**2 – Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Перспективы строительства цементобетонных покрытий на автомобильных дорогах Донбасса**

В рамках национального проекта «Безопасные качественные автомобильные дороги» на дорогах Донбасса обусловлена необходимость строительства автомобильных дорог с цементобетонным покрытием, которое увеличит сроки проведения капитального ремонта с одновременным повышением качества дорожных одежд и покрытий, а также их доступность.

Развитие широкомасштабного строительства автомобильных дорог с цементобетонными основаниями и покрытиями в Донбассе позволит увеличить социальную ответственность, внедрить цифровизацию производственного процесса, улучшить экологический фон региона, а также поможет выстроить общие логистические цепочки, которые будут направлены на его развитие.

Приведенные в статье нормативные документы, как актуализированные, так и вновь введенные, направлены на облегчение проектирования цементобетонных оснований и покрытий автомобильных дорог; рассматривают требования к исходным материалам, входящим в состав цементобетонной смеси; рассматривают влияние цементобетонного материала покрытия автомобильных дорог на повышение срока службы и прочностные свойства; рассматривают особенности строительства цементобетонных покрытий (армирование и нанесение поверхностной обработки), а также требования к укладочным комплексам.

ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА СЛОЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ, АРМИРОВАНИЕ ЦЕМЕНТОБЕТОННОГО СЛОЯ, ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА ЦЕМЕНТОБЕТОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

T. V. Skrypnik¹, V. V. Guba², L. N. Tretiakova²

1 – Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI), Moscow

2 – Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka

Prospects for the Construction of the Cement Concrete Revetment on the Donbass Roads

Within the national project «Safe High-Quality Highways» on the roads of Donbass, there is a need to build roads with the cement concrete pavement, which will increase the time of major repairs while simultaneously improving the quality of road pavements and coatings, as well as their accessibility.

The development of the large-scale construction of roads with cement concrete bases and pavements in the Donbass will increase the social responsibility, introduce digitalization of the production process, improve the environmental background of the region, and help build common supply chains that will be aimed at its development.

The regulatory documents presented in the article, both updated and newly introduced, are aimed at facilitating the design of cement concrete foundations and road surfaces. They consider the requirements for the starting materials included in the cement concrete mixture; the influence of cement concrete material for road surfaces on increasing service life and strength properties; the features of the construction of cement concrete pavements (reinforcement and application of surface treatment), as well as the requirements for laying complexes.

STRENGTH PROPERTIES OF ROAD PAVEMENT LAYER, REINFORCEMENT OF CEMENT-CONCRETE LAYER, SURFACE TREATMENT OF CEMENT CONCRETE SURFACE

Сведения об авторах:

Т. В. Скрыпник

SPIN-код РИНЦ: 2966-5060
 Author ID: 866532
 Телефон: +7 (906) 188-07-52
 Эл. почта: skrypnik_tv@rambler.ru

В. В. Губа

SPIN-код РИНЦ: 7398-9000
 Телефон: +7 (949) 367-31-88
 Эл. почта: guba.viktoriya@mail.ru

Л. Н. Третьякова

SPIN-код РИНЦ: 9623-0647
 Телефон: +7 (949) 372-17-82
 Эл. почта: luda-tret@mail.ru

Статья поступила 13.10.2023

© Т. В. Скрыпник, В. В. Губа, Л. Н. Третьякова, 2023

Рецензент: Л. Н. Морозова, канд. техн. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка