

УДК 625.84

**БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫЕ ДОРОГИ В МЕСТАХ  
СИЛЬНОГО ИЗНОСА (НА ПЕРЕКРЕСТКАХ)***С.А. Дергунов<sup>1</sup>, А.Б. Сатюков<sup>2</sup>, А.Ю. Спирина<sup>3</sup>, С.А. Лопонов<sup>4</sup>*

Оренбургский государственный университет, Российская Федерация

e-mail: <sup>1</sup> [dergunow79@mail.ru](mailto:dergunow79@mail.ru), <sup>1</sup> [satyukov777@mail.ru](mailto:satyukov777@mail.ru), <sup>3</sup> [alena0993@mail.ru](mailto:alena0993@mail.ru),<sup>4</sup> [1990-klim@mail.ru](mailto:1990-klim@mail.ru)

*Перекрестки всегда были и остаются наиболее изнашиваемой частью автомобильной дороги из-за истирающего воздействия колес транспортных средств различного направления, в сочетании с негативным влиянием погод-но-климатических факторов. «Безопасные и качественные дороги» - главный национальный проект Российской Федерации до 2024 года по дорожному строительству, поэтому необходимость совершенствования качества автомобильных дорог становится основной целью данного проекта.*

**Ключевые слова:** перекрестки, безопасные и качественные дороги, автомобильная дорога, национальный проект, дорожное строительство.

**PRE-FABRICATED CEMENT CONCRETE ROADS IN HEAVY  
WEAR PLACES (AT INTERSECTIONS)***S. Dergunov<sup>1</sup>, A. Satyukov<sup>2</sup>, A. Spirina<sup>3</sup>, S. Loponov<sup>4</sup>*

Orenburg State University, Russian Federation

e-mail: <sup>1</sup> [dergunow79@mail.ru](mailto:dergunow79@mail.ru), <sup>1</sup> [satyukov777@mail.ru](mailto:satyukov777@mail.ru), <sup>3</sup> [alena0993@mail.ru](mailto:alena0993@mail.ru),<sup>4</sup> [1990-klim@mail.ru](mailto:1990-klim@mail.ru)

*Crossroads have always been the most wearing part of the motor road due to the abrasive effect of the vehicles wheels of different directions, combined with the negative influence of weather and climatic factors. "Safe and High-Quality Roads" is the main national road construction project of the Russian Federation until 2024, so the need to improve the quality of highways becomes the main goal of this project.*

**Keywords:** crossroads, safe and quality roads, motor road, national project, road construction.

Дорожные одежды с монолитными цементобетонными покрытиями относятся к жестким дорожным одеждам и имеют следующие конструктивные слои: покрытие, основание и дополнительные слои основания.

Покрытие непосредственно воспринимает нагрузки и обеспечивает безопасный проезд автомобилей с расчетной скоростью. Покрытие можно строить из неармированного или армированного цементобетона [1]. Типовые конструкции дорожных одежд с монолитным цементобетонным покрытием [5] приведены на рисунке 1.

Выравнивающий слой предназначен:

- устранить неровности на основаниях;
- обеспечить перемещение плит покрытия при изменении температуры;
- равномерно распределить давление от автомобилей;
- уменьшить напряжения в плитах при их короблении;
- повысить стойкость поверхностного слоя основания.

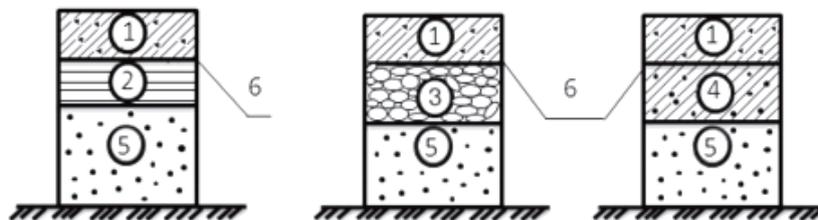


Рисунок 1. – Варианты дорожной одежды

Выравнивающий слой допускается не устраивать на основаниях из низкомарочного бетона или грунтов и каменных материалов I класса прочности, укрепленных цементом. При этом должны быть соблюдены следующие условия:

- цементогрунт приготовлен в смесительной установке;
- обеспечена ровность поверхности основания за счет чистового профилирования в соответствии с СП на строительство автомобильных дорог;
- осуществлен уход за цементогрунтом пленкообразующим материалом, как правило, с применением катиоактивной битумной эмульсии (расход 1-1,5 л/м<sup>2</sup>) или поверхностной обработки толщиной 0,6 см в виде россыпи с прикаткой (на 1 м<sup>2</sup> 10 л, около 17 кг) гранитных высевок, обработанных 3 л катиоактивной битумной эмульсии. Допускается применять пленкообразующий материал, используемый для ухода за бетоном.

Дополнительные слои основания выполняют морозозащитные, дренажные и теплоизолирующие функции.

Минимальная толщина основания из песка, включая дополнительный слой (морозозащитный, дренажный) зависит от вида грунта земляного полотна и дорожно-климатической зоны, но должна быть не менее величин, приведенных в таблице 1. Толщину бетонных покрытий дорог I-III категорий [2] следует назначать по расчету с учетом опыта эксплуатации дорог, но не менее приведенной в таблице 2.

В состав подготовительных работ входят: Проверка соответствия основания под монолитное цементобетонное. Проверка поверхности основания, которая должна быть очищена. Устройство технологического уширения для прохождения бетоноукладочного комплекта при устройстве покрытия, если оно не предусмотрено проектом. Укладка прокладки из полиэтиленовой пленки. На поверхности основания укладывают прокладку из двухслойной полиэтиленовой пленки. Прокладка из полиэтиленовой пленки должна быть уложена и закреплена на всю ширину основания. Прокладка раскладывается внахлест (от 15 до 20 см) в поперечном и продольном направлениях и прикрепляется к слою основания дюбелями и шайбами. Прокладка должна плотно прилегать к поверхности слоя основания. Расстояние между дюбелями уточняется при пробной раскладке прокладки. При укладке цементобетонной смеси комплектом машин, оборудованных следящей системой за вертикальными отметками, на всю длину захватки устанавливают стойки с натянутой копирной струной (рисунок 2).

Таблица 1. – Дорожно-климатические зоны

Дорожно-климатическая зона				
Грунт земляного полотна	II	III	IV	V
	Минимальная толщина основания из крупного или среднего песка (см)			
Песок мелкий (пылеватый)	15	10	10	10
Супесь	25	20	15	10
Тяжелый суглинок или глина	30	25	20	15
Пылеватый суглинок	35	25	20	20

Таблица 2. – Категория дорог в зависимости от расчетной интенсивности движения

Категория дорог в зависимости от расчетной интенсивности движения( авт./сут.)						
Материал основания	I		II		III	
Каменные материалы или грунты, укрепленные цементом и другими неорганическими вяжущими	24	22	22	20	18	18
Грунты, укрепленные органическими вяжущими; щебень, шлак	-	-	22	20	18	18
Песок, гравийно-песчаные смеси	-	-	-	22	20	18



Рисунок 2. – Стойки с натянутой копирной струной

После завершения работ по устройству цементобетонного покрытия копирные струны демонтируют. Допускается использование лазерной системы контроля обеспечения высотного уровня и курса движения бетоноукладчика.

Установка арматуры и штырей в швах сжатия. Арматура должна быть выправлена, очищена от грязи, масел, ржавчины и окалины. Арматуру следует устанавливать после окончательной отделки, планировки и уплотнения основания или выравнивающего слоя. Каркасы изготавливаются на отдельно выделенной площадке и доставляются к месту монтажа бортовым автомобилем.

Укладка цементобетонной смеси [10]. Комплект машин со скользящими формами и операции по приготовлению, транспортированию и укладке бетонной смеси должны быть выбраны и увязаны между собой таким образом, чтобы бетонная смесь непрерывно укладывалась в течение всего времени сохранения ее удобоукладываемости. Между заводом по изготовлению бетонной смеси и производителем работ необходимо наладить постоянную связь для оперативной корректировки свойств бетонной смеси. Предварительное распределение бетонной смеси производится распределителем. Бетонную смесь распределяют с учетом припуска на уплотнение. Технологический разрыв между распределителем смеси и бетоно-

укладчиком составляет от 10 до 30 м. Уплотнение бетонной смеси и отделку поверхности покрытия при устройстве его в скользящих формах следует осуществлять бетоноукладчиком на гусеничном ходу, входящим в комплект машин.

Высота основных боковых форм (скользящей опалубки) и опалубки кромкообразователя должна быть приблизительно на 5 мм меньше толщины слоя укладываемого бетона. Расстояние между боковыми формами (опалубки) кромкообразователя должно быть от 2 до 4 см меньше проектной ширины покрытия. Край кромкообразующего узла должен быть приподнят от 1 до 3 см выше поверхности покрытия. Окончательную настройку рабочих органов бетоноукладчика следует производить при пробном бетонировании, используя бетонную смесь рабочего состава.

В процессе укладки бетонной смеси следует тщательно контролировать геометрические параметры, ровность поверхности и качество кромки свежееотформованного бетонного покрытия и в случае необходимости дополнительно регулировать рабочие органы бетоноукладчика. Бетоноукладчик должен перемещаться непрерывно и с постоянной скоростью. Скорость движения бетоноукладчика должна быть увязана с подвижностью бетонной смеси и соответствовать данным таблицы 3.

Таблица 3. – Скорость движения бетоноукладчика

Скорость движения бетоноукладчика, м/мин	Подвижность (осадка конуса), см
≤ 2	1 – 3
2 – 2,5	2 – 4
2,5 – 3	3 – 5

В процессе бетонирования глубинные вибраторы бетоноукладчика должны быть полностью погружены в смесь. Характерным признаком нормального протекания процесса уплотнения служит интенсивное «кипение» бетонной смеси, сопровождающееся выделением пузырьков воздуха. При армировании продольного шва глубинный вибратор в зоне погружения штырей должен быть установлен перпендикулярно оси дороги.

В случае устройства железобетонного или армобетонного покрытия подача смеси в устраиваемый ряд осуществляется по транспортерной ленте через бункер распределителя. Выгрузка бетонной смеси в бункер распределителя должна осуществляться следующим образом:

- распределитель прекращает свое движение (останавливается);
- автосамосвал задним ходом подается к бункеру распределителя;
- приводится в движение транспортерная лента приемного бункера;
- смесь из кузова автомобиля-самосвала равномерным потоком выгружается в бункер;
- смесь из бункера подается транспортерной лентой на основание перед распределителем бетонной смеси.

После того, как распределитель распределит бетонную смесь на первых 10 м или 15 м, необходимо опустить его рабочие органы так, чтобы припуск бетонной смеси составил от 3 до 5 см, обеспечивающий постоянный вал смеси перед бетоноукладчиком. В процессе бетонирования перед бетоноукладчиком постоянно должен быть вал бетонной смеси, глубинные вибраторы должны быть погружены в бетонную смесь. Режимы работы рабочих органов бетоноукладчика в процессе укладки должны быть следующими: количество ударов трамбующего бруса – от 60 ударов в минуту до 80 ударов в минуту; количество оборотов валов глубинных вибраторов в зависимости от подвижности бетонной смеси – от 7000 до 8000 оборотов в минуту. Если в проекте предусмотрены штыревые соединения в швах сжатия, установка их в проектное положение производится методом вибропогружения в бетонную смесь шты-

рей с помощью дополнительного оборудования установленного на бетоноотделочной машине. После прохождения бетоноукладчика на поверхности свежеложенного покрытия не должно быть дефектов в виде раковин и неровностей, устранение которых осуществляется вручную. Чистовую отделку свежеложенного бетонного покрытия следует осуществлять с помощью инвентарных гладилок. Для удаления излишков влаги с поверхности свежеложенного покрытия необходимо использовать многослойное «джутовое» полотно или мешковину, закрепленные на специальном передвижном мостике или непосредственно на бетоноукладчик. Необходимо промывать «джутовое» полотно или мешковину по мере накопления влаги и цементного раствора на них. Шероховатость на поверхность свежеложенного бетона наносится штатной металлической или капроновой щеткой поперечными проходами. При возможных остановках запрещается выключать двигатели бетоноукладчика. При возобновлении движения бетоноукладчика после длительной остановки возможно появление дефектов поверхности покрытия, которые только после проработки глубинным вибратором с передвижным мостиком отделяются ручными гладилками. В случае оплывания вертикальных граней бетонизируемых маячных полос следует предусмотреть применение облегченной приставной инвентарной опалубки (см. рисунок 4). Для защиты свежеложенного цементобетонного покрытия от атмосферных осадков и солнечной радиации при температуре воздуха более плюс 25 °С необходимо устанавливать в процессе укладки специальные средства защиты (передвижные тенты), общая длина которых должна составлять не менее 100 погонных метров. При снижении температуры воздуха ниже плюс 25 °С и прекращении атмосферных осадков специальные средства защиты (передвижные тенты) снимают.

Уход за свежеложенным бетоном. Уход за свежеложенным бетоном, нанесение шероховатости и пленкообразующего материала производится машиной комплекта, которая должна быть установлена по оси обрабатываемой полосы (ряда) и двигаться по копирным струнам, в автоматическом режиме. Уход за свежеложенным бетоном должен производиться сразу после появления матовой поверхности (исчезновения с покрытия влаги). Для ухода следует применять пленкообразующий материал на основе водной дисперсии, который должен наноситься на поверхность в два слоя с нормой расхода от 200 до 250 г/м<sup>2</sup> для каждого слоя.

Устройство швов в цементобетонном покрытии. Устройство рабочих швов. В конце каждой захватки устраивается поперечный рабочий шов. Рабочие швы должны образовывать одну прямую линию перпендикулярную продольной оси и совпадать со швом расширения или сжатия цементобетонного покрытия. По окончании строительства покрытия или при вынужденных длительных перерывах в укладке бетона устраивают рабочие швы, которые обеспечивают сопряжение смежных участков покрытия (см. рисунок 3).

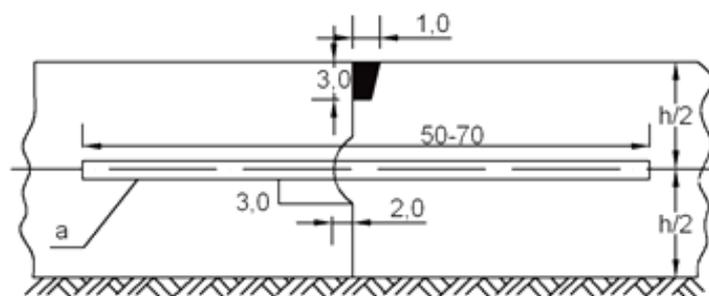


Рисунок 3. – Рабочий шов

Устройство деформационных швов в затвердевшем бетоне. Пазы деформационных швов следует нарезать нарезчиком с применением алмазных дисков при достижении бетоном прочно-

сти при сжатии в пределах от 8 до 10 МПа. Поперечные швы должны быть нарезаны перпендикулярно продольной оси покрытия. Продольный шов должен представлять непрерывную линию, расположенную по середине покрытия. Время начала нарезки швов в пределах до 24 часов от начала бетонирования следует определять на основании лабораторных данных о твердении бетона или уточнять путем пробной нарезки. При нарезке не должно быть выкрашивания кромок швов более 3 мм. Швы сжатия необходимо нарезать подряд (последовательно по полосе бетонирования). При суточных перепадах температуры воздуха менее 12 °С пазы для поперечных швов сжатия в покрытии, устраиваемом в первой половине дня, следует нарезать в те же сутки.

Перед заливкой нового слоя бетона опалубка демонтируется.

В некоторых случаях возникает необходимость нарезать температурные швы в готовом бетоне. Нарезаются они согласно предварительно разработанной схеме, для производства работ используется специальный нарезчик с водяным охлаждением. Поперечные швы нарезаются строго перпендикулярно к продольной оси дороги, продольный шов должен быть непрерывным. Нарезание швов нужно начинать через 24 часа после заливки. Сразу после нарезки швы промываются водой под большим давлением и просушиваются сжатым воздухом. Для заполнения применяются специальные наполнители.

При строительстве дорожных одежд с цементобетонными покрытиями следует контролировать производство работ в соответствии с действующими нормативными документами ГОСТ 28570-2019[4]. До начала поставки бетонной смеси заданного качества потребитель получает информацию от производителя о характеристиках используемых материалов и составе бетонной смеси, а также результаты предварительных испытаний бетонных смесей и бетонов данного состава. Результаты приемо-сдаточных и периодических испытаний всех нормируемых показателей бетонной смеси должны сообщаться потребителю в документе по приложению Г ГОСТ 7473[10].

Цементобетон применим для большего температурного диапазона, но по технологии укладки это более сложное и «капризное» полотно. Если цементобетон уложить неправильно, нарушив технологию, то после дождя на таком покрытии останется лужа, которая в другом случае могла бы уйти в минеральное основание через асфальтобетон. Поэтому цементобетон помимо серьезных лабораторных испытаний требует также профессионализма и высокой культуры производства работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. СТО НОСТРОЙ 2.25.41-2011. Устройство цементобетонных покрытий автомобильных дорог СТО НОСТРОЙ 2.25.41-2011.
2. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02.85\* (с изменениями № 1,2);
3. СТО 02069024.101–2015 Работы Студенческие. Общие требования и правила оформления.
4. ГОСТ 28570-2019 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций.
5. ВСН 197-91 по проектированию жестких дорожных одежд.
6. Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд 2009.
7. Содержание и ремонт автомобильных дорог: моногр. / С.И. Булдаков, Ю.Д. Силуков, М.Д. Малиновских. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 200 с.
8. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. I, II. - М.: Транспорт, 1979. - 367 с.
9. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника/ Васильев А.П., Боловнев В.И., Корсунский М.Б. и др. Под ред. А.П. Васильева. - М.: Транспорт, 1989. - 287 с.
10. ГОСТ 7473 Смеси бетонные. Технические условия (с Поправкой).

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:  
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ  
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

*Текстовое электронное издание*

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2021

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Одобрено и рекомендовано в качестве электронного издания  
Советом инженерно-строительного факультета (протокол № 8 от 27.10.2021 г.)

**Редакционная коллегия:**

Д. Н. Лазовский (председатель), А. А. Бакатович, Е. Д. Лазовский,  
Л. М. Парфенова, Ю. В. Вишнякова, Р. М. Платонова, Е. Г. Кремнева, А. М. Хаткевич

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

[Электронный ресурс] : электрон. сб. ст. III междунар. науч. конф., Новополоцк, 29–30 апр. 2021 г. / Полоц. гос. ун-т ; Редкол.: Д. Н. Лазовский (председ.) [и др.]. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-779-2.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.  
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018 г.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь  
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

**№ госрегистрации 3671815379**

**ISBN 978-985-531-779-2**

©Полоцкий государственный университет, 2021

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:  
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ  
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Технический редактор *И. Н. Чапкевич.*

Компьютерная верстка *А. А. Прадидовой, С. Е. Рясовой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

---

Подписано к использованию 16.11.2021.

Объем издания: 13 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 736.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,  
г. Новополоцк,  
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44  
<http://www.psu.by>