



ЦЕМРОС

Современный контроль качества строительства цементобетонных покрытий автомобильных дорог

Руководитель проекта
строительства транспортной инфраструктуры
АО «ЦЕМРОС»
Член комитета по дорожному строительству
НО «СОЮЗЦЕМЕНТ»
Соловьёв Леонид

10 июля 2025 г.

Высокая
ответственность:

- Автодороги – объекты повышенной опасности, инфраструктурная основа экономики.

Долговечность
и надежность:

- Цементобетонные покрытия требуют особых навыков при строительстве и ремонте. Ошибки ведут к огромным затратам.

Требования
нормативов:

- ГОСТ, СП, Технические регламенты (ТР ТС 014/2011).

Контроль качества – не формальность, а инструмент обеспечения безопасности, долговечности и экономической эффективности.

Контроль входных материалов

(цемент, заполнители, добавки, вода)

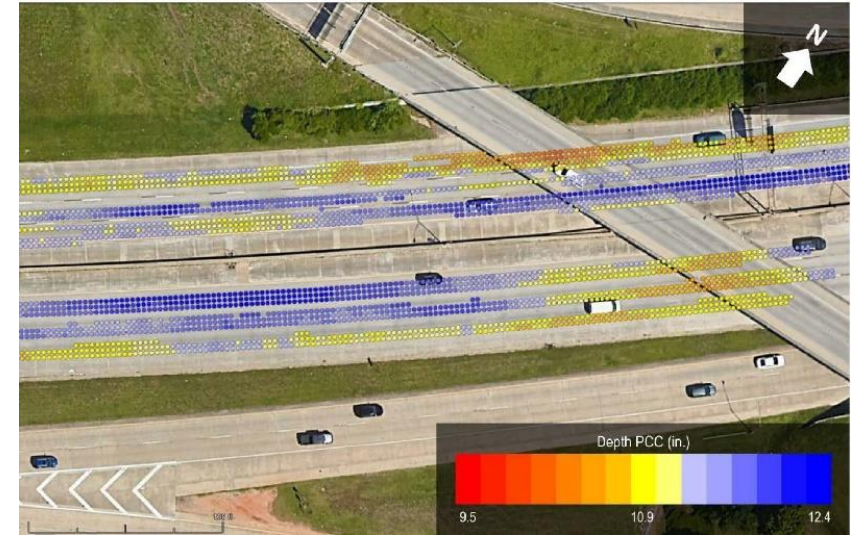
Производственный контроль в процессе строительства

Мониторинг параметров
(температура, влажность)

Использование статистических методов контроля
(цель - предотвратить брак, а не обнаружить его потом)



- » Ультразвук
- » Радиоволны
- » 3D лазерные сканеры
- » Датчики температуры и напряжений



Георадар



Склерометр



Дрон с Lidar



Преимущества BIM моделирования:

- » Визуализация процесса армирования, укладки и уплотнения цементобетона;
- » Автоматизированная проверка на соответствие проектным требованиям (нестыковки в проекте, толщины, уклоны и пр.)

Преимущества внедрения цифровых двойников:

- » Подключение сенсоров к технике;
- » Применение БПЛА для 3D-съёмки и сравнение данных с BIM-моделью;
- » Текущий мониторинг температуры, влажности, прочности покрытия.



Пример

Платная дорога с цементобетонным покрытием в Индонезии: Trans Sumatra Toll Road, внедрила BIM для контроля затрат на строительство, качества и сроков производства работ.

Длина: 31 км

Год открытия: 2024

Технология: BIM

Цементобетонные покрытия широко используются в дорожном строительстве благодаря их прочности и долговечности. Основные этапы технологии включают:

Подготовка основания:

- уплотнение грунта для обеспечения прочности и предотвращения просадки, с применением грунтового катка или виброплиты;
- устройство дренажной системы, для водоотвода (колодцев, канав, лотков, локальных очистных и водосточных сооружений);
- планировка основания автогрейдером для соблюдения ровности и проектных высотных отметок.

Устройство слоев основания. Перевозка и распределение инертных материалов (укрепленный грунт, песок, щебень), послойное уплотнение грунтовым катком, планировка автогрейдером. Функции: дренаж, защита от морозного пучения, распределение нагрузки.

Приемка основания (ровность, высотные отметки).

Устройство разделительной прослойки (укладка пленки ППА).

Устройство цементобетонных покрытий (подача смеси, виброуплотнение, скорость укладки, нанесение текстуры).

Уход за бетоном (увлажнение, защита от перепадов температур).

Нарезка деформационных швов (производится швонарезчиками с алмазными дисками через 12-24 часа после укладки).

Лабораторное сопровождение строительства (проверка прочности на сжатие, контроль ровности 3-х метровой рейкой).

Цемент:

Паспорт
качества

Экспресс методы
контроля
активности

Соответствие
ГОСТ 31108-
2020

Заполнители:

Гранулометрия,
форма зерен,
прочность,
морозостойкость

Содержание
вредных
примесей
(глина, пыль,
органика)

Автоматические
системы
дозирования и
контроля
влажности

Вода:

Соответствие
ГОСТ 23732-
2011

Отсутствие
химических
соединений и
примесей

Водородный
показатель (pH)
— не менее 4 и
не более 12,5

Добавки:

Паспорт
качества

Испытания на
совместимость с
цементом,
эффективность

Современные
ПАВ,
модификаторы



Основание: смесь гранулята нижнего слоя дорожного основания методом холодной регенерации с применением комплексного минерального вяжущего, была подобрана по ГОСТ Р 70197.1-2022 — «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси органоминеральные холодные с использованием вторичного асфальтобетона. Общие технические условия»

Покрытие: цементобетон

Vtb 4.4 B35 П1-П3 F₂200 W8:

- Портландцемент ЦЕМ I 42,5Н ДП
ГОСТ 33174-2014 производства Оскольского филиала АО «ЦЕМРОС»
- Песок для строительных работ средний, модуль крупности - 2,4 мм
- Щебень из твердых, изверженных горных пород, смесь фракций 5 - 20 мм
- В\Ц водоцементное отношение - 0,35
- Суперпластификатор Реостаб ПКЭ 3220
- ВВ Реостаб ВВ5

Тип грунта: смешанный (грунт нижнего слоя основания, пгс существующего дорожного слоя, асфальтобетонный гранулят)

Прямой метод: прибор Проктора, исполнение А, в соответствии с ГОСТ Р 70456-2022 — «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты. Определение оптимальной влажности и максимальной плотности методом Проктора»

Результат испытания: При заданной влажности 8% максимальная плотность материала $2,45 \text{ г/см}^3$

Косвенный метод: Плотномер динамический ДПГ – 1.2 в соответствии с ГОСТ Р 59866-2022 — «Дороги автомобильные общего пользования. Показатели деформативности конструктивных слоёв дорожной одежды из несвязных материалов и грунтов земляного полотна. Технические требования и методы определения»

Результат испытаний: после финального прохода катка плотность поверхности несущего слоя основания до схватывания вяжущего составила $2,45 \text{ г/см}^3$

Основные испытания:

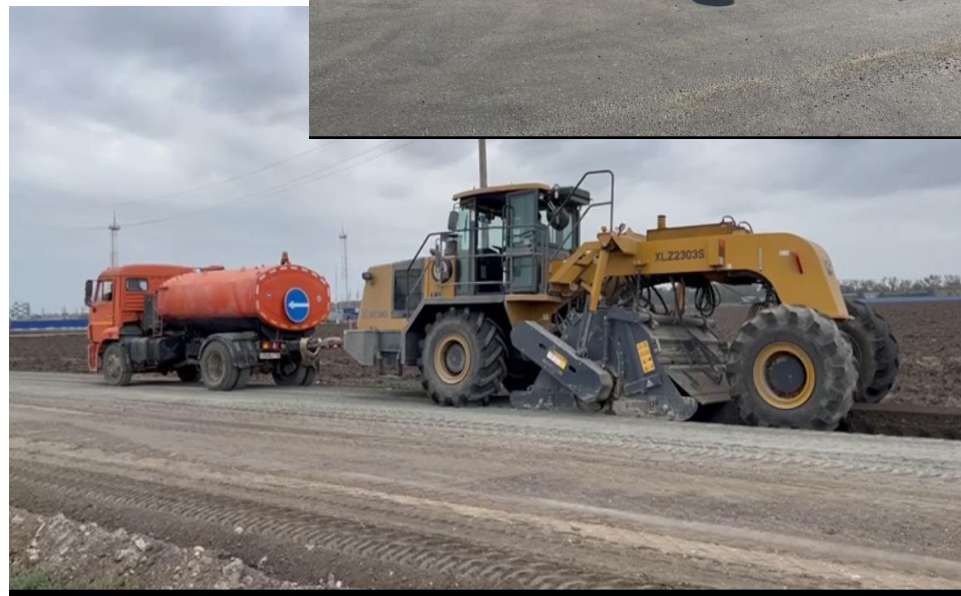
На 1 сутки: Средний динамический модуль упругости (E_{vd})=69,4 МПа, Коэффициент уплотнения (K_u)=1,03

На 2 сутки: Средний E_{vd} =92,2 МПа, K_u =1,03

На 3 сутки: Средний E_{vd} =120,1 МПа, K_u =1,03

Среднее проседание штампа под ударным импульсом: $S/V=2,23 \text{ мм}$

Заключение: динамика возрастания упругости с сопротивлением деформации в течение 3х суток, после схватывания вяжущего составила 50,4 МПа, средний E_{vd} =120,1 МПа соответствует требованиям п.4 таб.1 ГОСТ Р 59866-2022



Требования к цементобетонному покрытию:

- Высокие механические нагрузки (интенсивность, грузонапряженность);
- Воздействие агрессивных сред (топливо, перепады температур, противогололедные реагенты);

Ключевые параметры бетона:

- Прочность на растяжение при изгибе (Btb 4.0, Btb 4.4, Btb 4.8);
- Прочность на сжатие (B30, B40);
- Высокие требования по морозо-солестойкости (F2 200, F2 300) и износостойкости;
- Низкая проницаемость (защита от хлоридов, сульфатов, карбонизации).

Материалы для производства инфраструктурных бетонов:

- Цемент для бетона дорожных покрытий ЦЕМ I 42,5Н ДП
- Цемент для бетона аэродромных покрытий ЦЕМ I 42,5Н АП
- Инертные (песок, щебень), ГОСТ 26633-2012
- Химические модификаторы бетона
- Воздухововлекающие модификаторы
- Вода по ГОСТ 23732-2011

Лабораторный контроль качества бетона:

- Испытания на внутреннюю коррозию (ГОСТ 8269.0-97)
- Определение водонепроницаемости
- Определение марки по морозостойкости (циклы замораживания-оттаивания).

Правильно подобранная бетонная смесь позволяет:

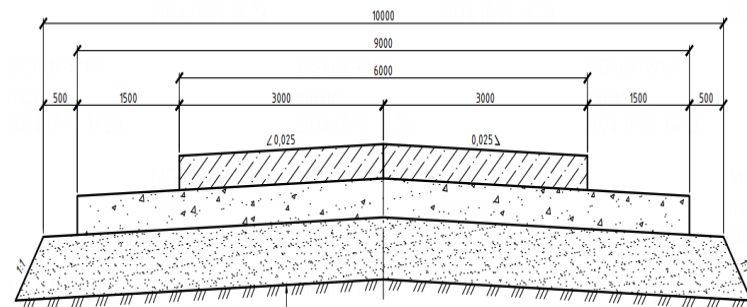
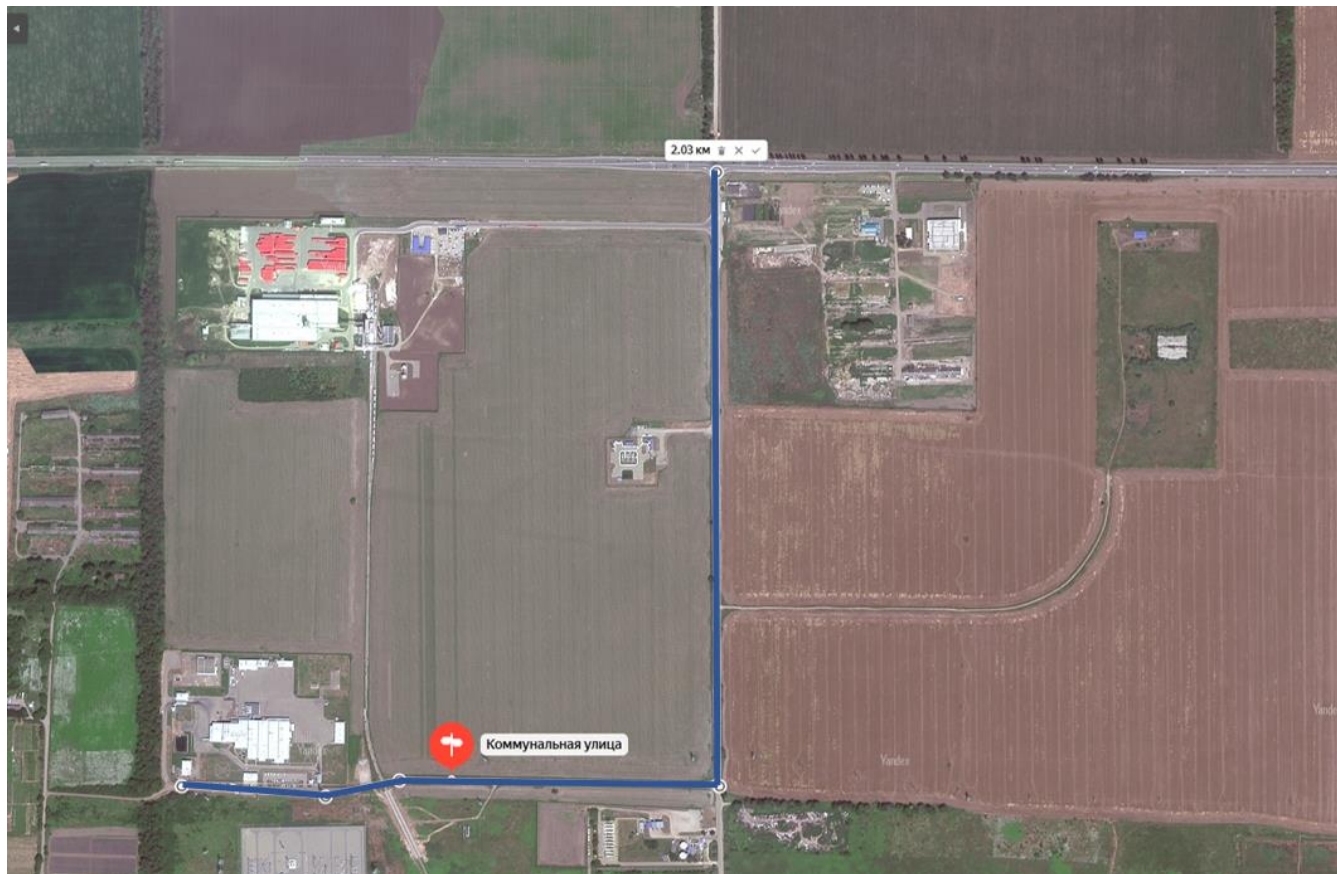
- Увеличить срок службы цементобетонных покрытий (до 30–50 лет)
- Снизить затраты на содержание и ремонт с учетом жизненного цикла



Первая на Кубани цементобетонная дорога

ЦЕМРОС

В Усть-Лабинске построена первая цементобетонная дорога в Краснодарском крае. Проект был реализован специалистами ЦЕМРОСа. Дорога длиной 2 км построена в срок с использованием цементобетонных технологий, обеспечивающих повышенную прочность и долговечность покрытия. **Первый год интенсивной эксплуатации показал отличные результаты – отсутствие деформаций на покрытии.**



Длина: 2 029 м

Площадь: 12 217,3 м²

Категория: IV

Интенсивность: 1 000 авто\сут.

Было



Стало



Начало работ:

сентябрь 2024 г.

Завершение работ:

ноябрь 2024 г.

Виды работ:

Основание:

холодная регенерация с применением КМВ

h-250 мм

Покрытие:

Цементобетон

h-220 мм

Устройство: обочин,
примыкания, нанесение
разметки

Результаты минералого-петрографического анализа плотной горной породы: Щебень фракции **5 – 10 мм**

№	Минерал	Содержание (Масс. %)	Классификация по происхождению	Потенциальная реакционная способность	Ограничения по содержанию (ГОСТ 8269.0-97)	Риск развития внутренней коррозии
1	Диабаз	28,98	магматическая интрузивного типа	нет	-	-
2	Габбро	21,73	магматическая интрузивного типа	нет	-	-
3	Плагиоклаз (альбит)	17,63	магматическая интрузивного типа	нет	-	-
4	Кварц	8,93	в ассоциации с магматическими и метаморфическими горными породами	нет	-	-
5	Амфиболит	6,92	метаморфическая	нет	-	-
6	Двуслюдяной сланец	5,93	метаморфическая	нет	-	-
7	Полевой шпат (микроклин)	4,70	в ассоциации с магматическими и метаморфическими горными породами	нет	-	-
8	Кремень	4,38	осадочная	да	не более 5,0	нет
9	Песчаник	0,64	осадочная	да	не более 3,0	нет

Риск развития внутренней коррозии заполнителя, вызываемой его взаимодействием со щелочами цемента и добавок **отсутствует**

Результаты минералого-петрографического анализа плотной горной породы: Щебень фракции **10 – 20 мм**

№	Минерал	Содержание (Масс. %)	Классификация по происхождению	Потенциальная реакционная способность	Ограничения по содержанию (ГОСТ 8269.0-97)	Риск развития внутренней коррозии
1	Диабаз	38,94	магматическая интрузивного типа	нет	-	-
2	Габбро	18,50	магматическая интрузивного типа	нет	-	-
3	Плагиоклаз (альбит)	9,46	магматическая интрузивного типа	нет	-	-
4	Амфиболит	8,70	метаморфическая	нет	-	-
5	Кварц	8,40	в ассоциации с магматическими и метаморфическими горными породами	нет	-	-
6	Кремень	7,00	осадочная	да	не более 5,0	да
7	Двуслюдяной сланец	5,40	метаморфическая	нет	-	-
8	Песчаник	3,60	осадочная	да	не более 3,0	да
9	Диабаз	38,94	магматическая интрузивного типа	нет	-	-

Риск развития внутренней коррозии заполнителя, вызываемой его взаимодействием со щелочами цемента и добавок **существует**.

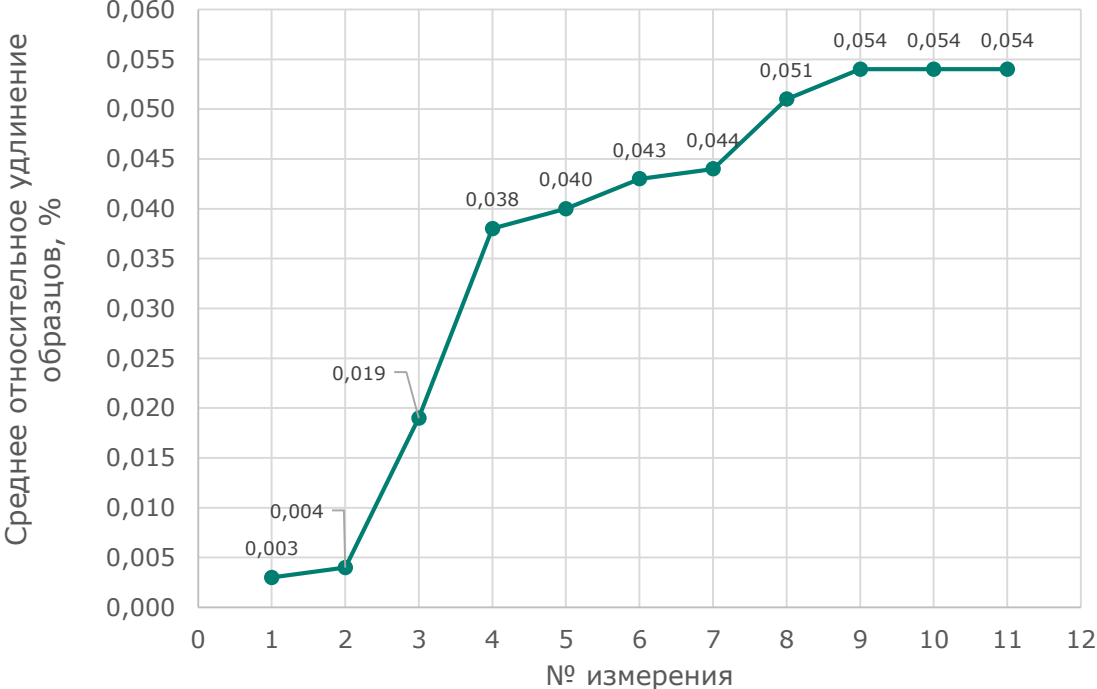
Требуется определить реакционную способность щебня ускоренным методом с измерением деформаций бетонов.

Особенности проектирования составов бетона дорожных покрытий



Определение реакционной способности заполнителя ускоренным методом с измерением деформаций бетона в соответствии с ГОСТ8269.0-97 — «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний». Цемент, применяемый в испытании: Портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н ДП ГОСТ 33174-2014 (Оскольский филиал АО «ЦЕМПОС»). Содержание щелочных оксидов в пересчете на Na₂O – не более 0,7%.

№ измерения	Среднее относительное удлинение образцов, %	Отличие 11-ого результата от 3-х предыдущих, %		
		требование	факт	соответствие
8	0,051	не более 15%	5,6%	да
9	0,054		0,0%	да
10	0,054		0,0%	да
11	0,054		0,0%	да



Величина деформации расширения образцов бетона в растворе гидроксида натрия составила менее 0,1%, последний (одиннадцатый) результат испытания отличается от трех предшествующих результатов измерений не более, чем на 15%.

Щебень смеси фракций **5 – 20 мм** считается потенциально нереакционноспособным по отношению к щелочам.

В качестве мер защиты от внутренней коррозии заполнителя, вызываемой взаимодействием его со щелочами цемента и добавок, были предусмотрены следующие мероприятия:

- Применение цемента с содержанием щелочей до 0,6%;
- Подбор составов бетона с минимально допустимым расходом цемента;
- Контроль за В/Ц отношением.
- Объем вовлеченного воздуха – 6 -7%.
- Подбор соотношения крупного и мелкого заполнителей (г-отношение) для создания максимально плотной упаковки
- Создание вторичной защиты: обработка поверхностного слоя бетона проникающей гидрофобизирующей пропиткой «БРИТ»ПП СТО 77310225.005-2015:

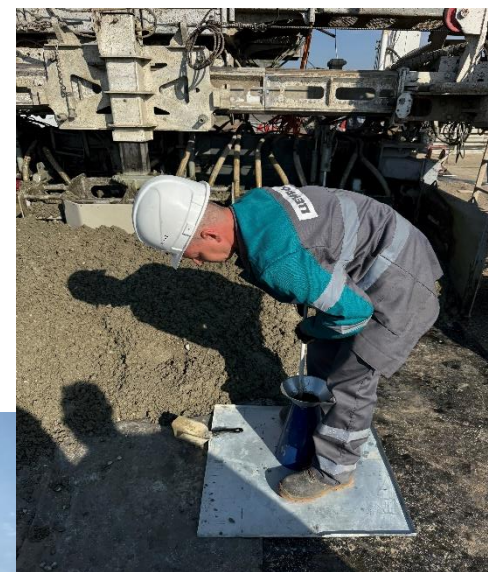


Основные требования к производителю смеси



Контроль качества бетонной смеси на всех стадиях производства и укладки

ЦЕМРОС



A 3D architectural rendering of a city skyline, where the buildings are represented by the letters of the word 'СЕМПРОС' (SEMROS). The letters are stylized as modern skyscrapers with various architectural details like windows and balconies. The background is a solid teal color.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

Соловьёв Леонид Геннадьевич
Руководитель проекта строительства
Транспортной инфраструктуры
Тел.: +7 (495) 795-25-80 доб.82518
e-mail: solovyov@cemros.ru