



ЦЕМЕНТУМ

Создаем будущее. Здесь и сейчас

Добавленный слой из сверхпрочного фибробетона для усиления пролетных строений искусственных сооружений

III Международная научно-практическая конференция
«Строительство качественных и безопасных дорог с применением
цементобетона и минеральных вяжущих»



Михаил Забродин
Бизнес-инженер СПФБ
ЦЕМЕНТУМ



05.10.23

ЧТО ТАКОЕ СВЕРХПРОЧНЫЙ ФИБРОБЕТОН (СПФБ)?

1

Первое масштабное
применение
1997 год



Высокое содержание
стальной фибры
150—350 кг/м³



Наибольшая крупность
зерен заполнителя
≤ 0.63 мм



Модуль упругости
50—60 ГПа



Прочность при сжатии
150—250 МПа



Прочность на растяжение
8—15 МПа



Низкое в/ц
соотношение
< 0.2



Высокая стойкость к
абразивному и химическому
воздействию



Низкая
водопроницаемость



Сухая смесь
 $D_{\max} = 0,67 \text{ мм}$



Стальная фибра
 $L_f = 14 \text{ мм}$

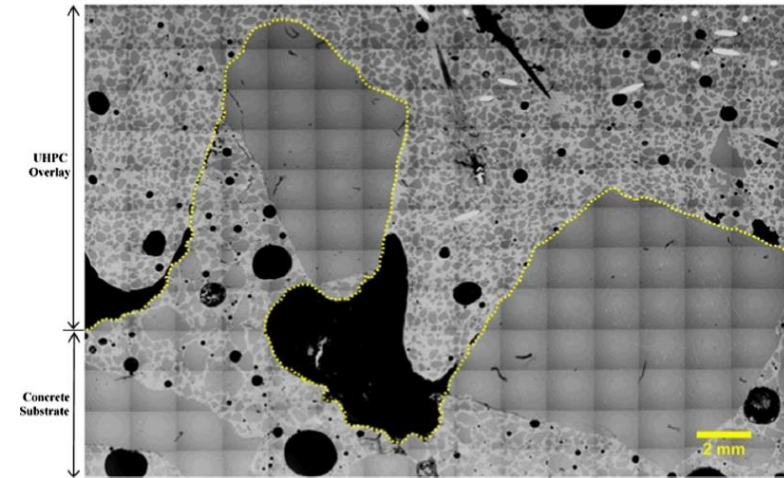
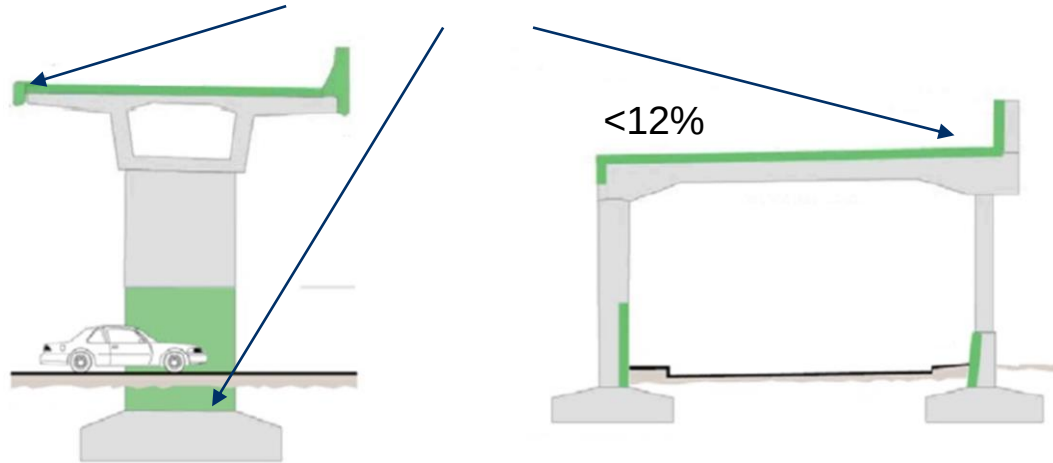


Добавки

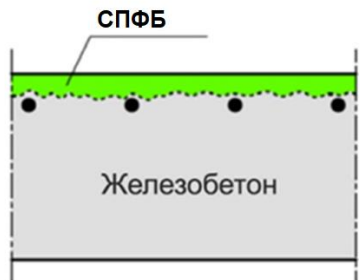


ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ И УСИЛЕНИЕ ПЛИТЫ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

СПФБ

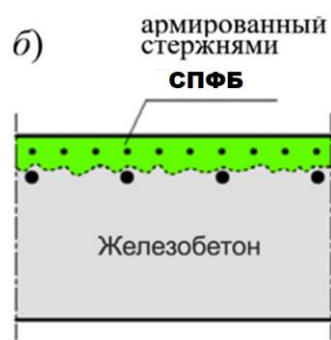


а)



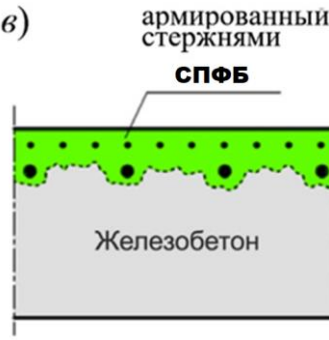
25 - 40 мм

б)



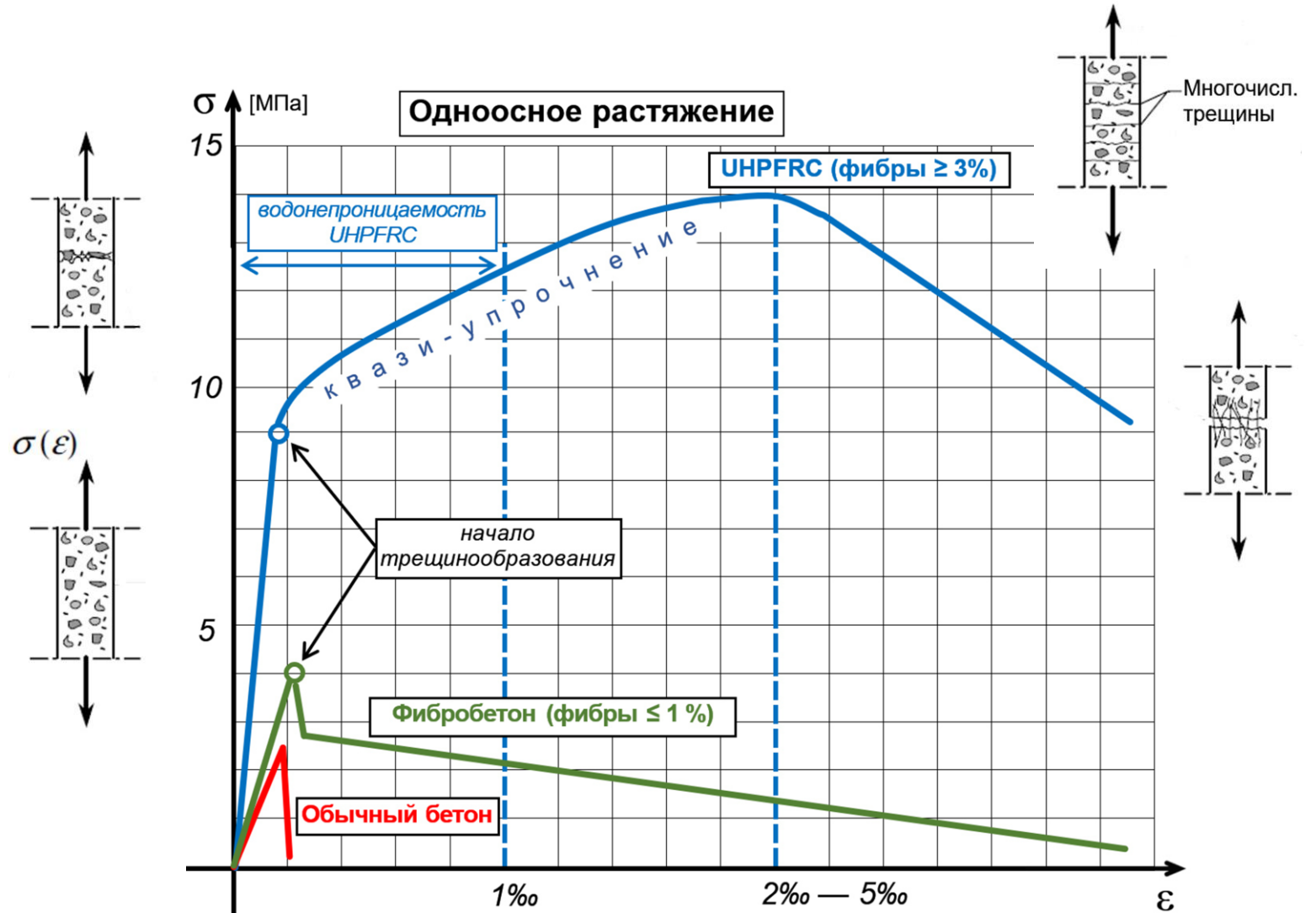
40 - 100 мм

в)



- Влагозащита, стойкость к хлоридам и карбонизации;
- Усиление прочностных и жесткостных характеристик пролетного строения;
- Способность воспринимать большие транспортные нагрузки;
- Выполнение функции слоя износа;
- Ремонт и защита поврежденных поверхностей;
- Высокая экономическая эффективность

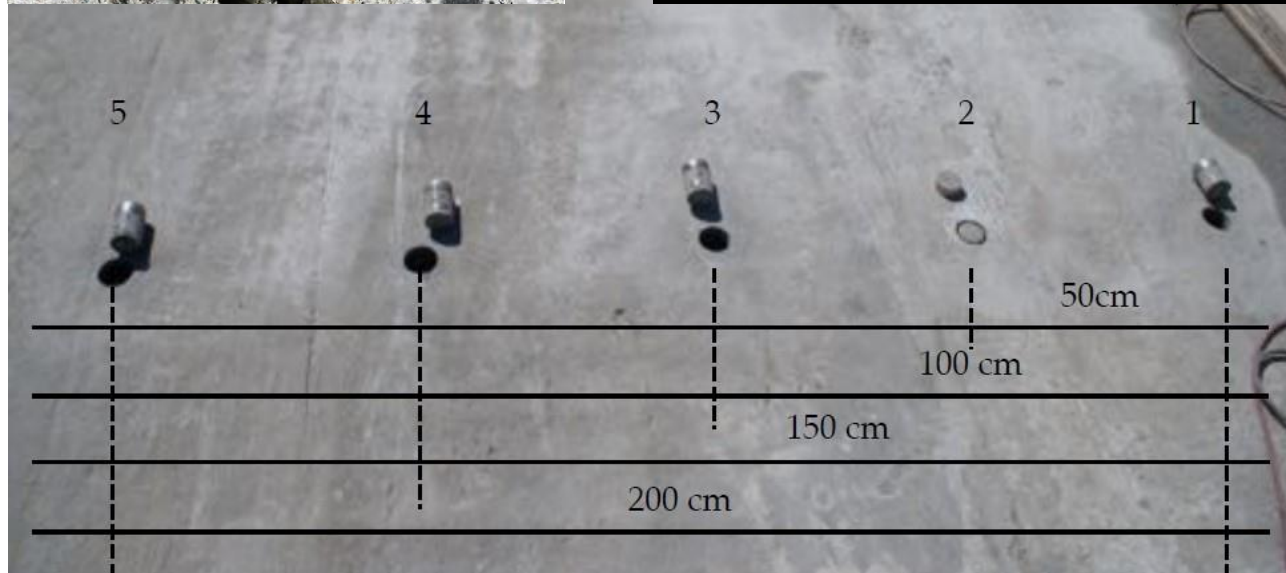
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ



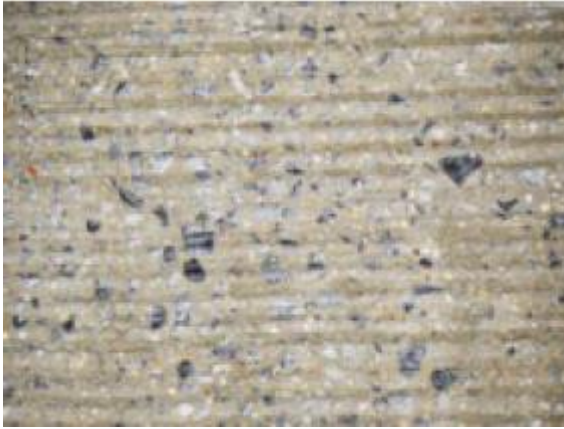
ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ И УСИЛЕНИЕ ПЛИТЫ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

АДГЕЗИЯ

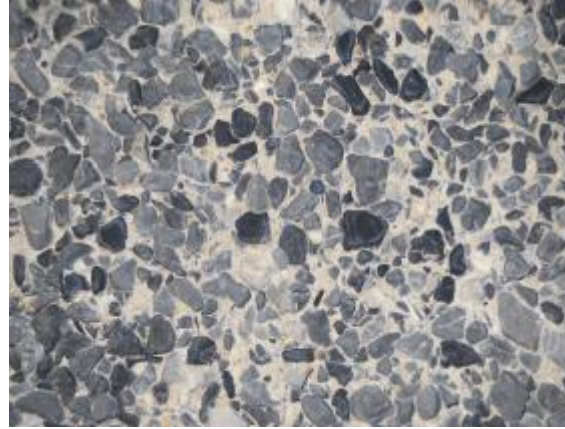
- Разрушение образца всегда носит когезионный характер
- Столь прочное соединение определяет совместность работы



ПОДГОТОВКА БЕТОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

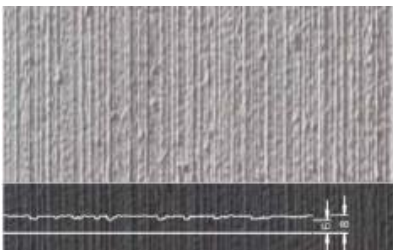


Фрезерование

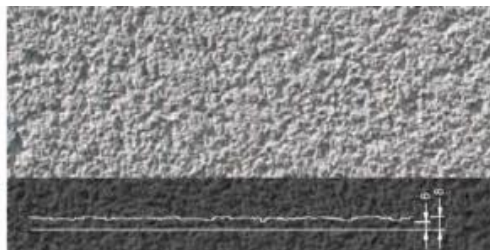


Водоструйный метод

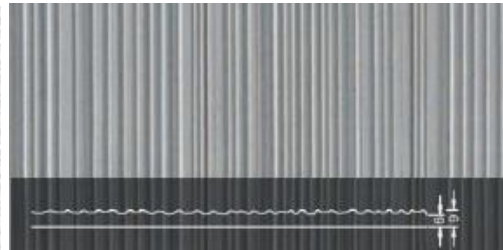
- Бетонная поверхность должна быть подготовлена
- Лучший способ подготовки поверхности — **водоструйная обработка 3-5 мм**
- При должной обработке прочность на отрыв **около 3 Мпа**



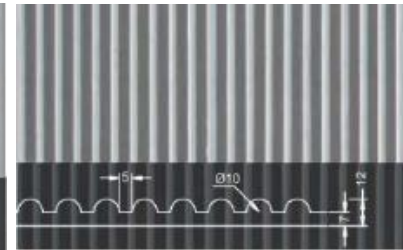
1,26 мм



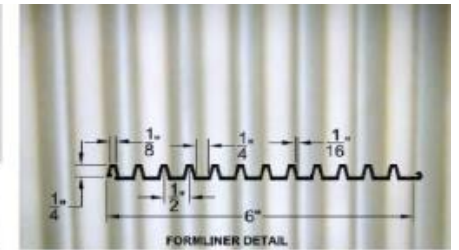
1,59 мм



3 мм



5 мм



6,5 мм

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ



Поверхность готова для нанесения добавленного слоя



Подготовленная поверхность



Один слой сетки над опорами



Приготовление смеси

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ



Укладка смеси с помощью виброрейки



Процесс укладки



СПФБ уложен по всей первой полосе, защита поверхности



Вся площадь закрыта защитной пластиковой пленкой

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ



Работа на левой полосе полностью закончена



Установка виброрейки для работы на правой стороне



Конец укладки смеси на второй стороне



Рабочие готовят пленку для защиты свежего СПФБ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

Подготовка поверхности СПФБ для движения транспорта



ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ



- 30 м (Д) x 8,4 м (Ш) = 252 м² поверхности
- Толщина слоя СПФБ **45 мм**
- Увеличена несущая способность как по положительному моменту, так и по отрицательному на десятки процентов

ПЕРВЫЙ РЕАЛИЗОВАННЫЙ МЕГАПРОЕКТ

ВИАДУК ШИЛЬОН, ШВЕЙЦАРИЯ

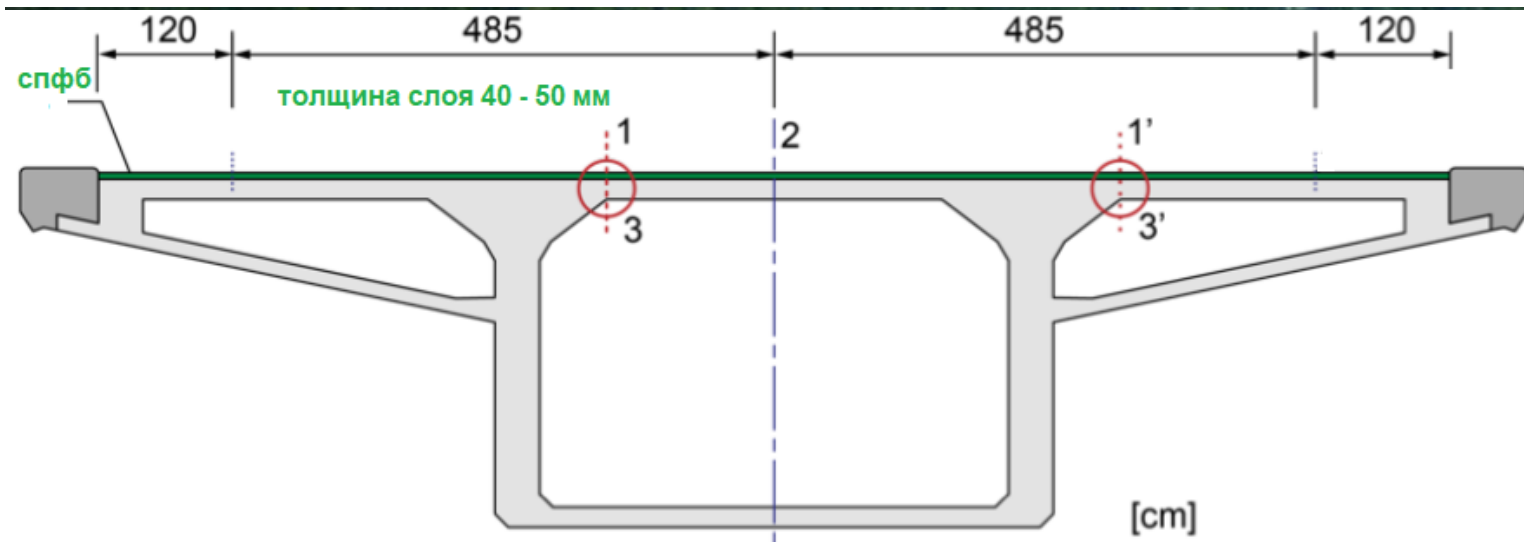
Объект: 2 мостовых сооружения длиной **2120 м каждый**

Вид работ: СПФБ Ductal®, производства компании Холсим, служит гидроизоляцией, защищающей плиту основания от проникновения воды, и ограничивает дальнейшие щелочные реакции цемента с заполнителями.

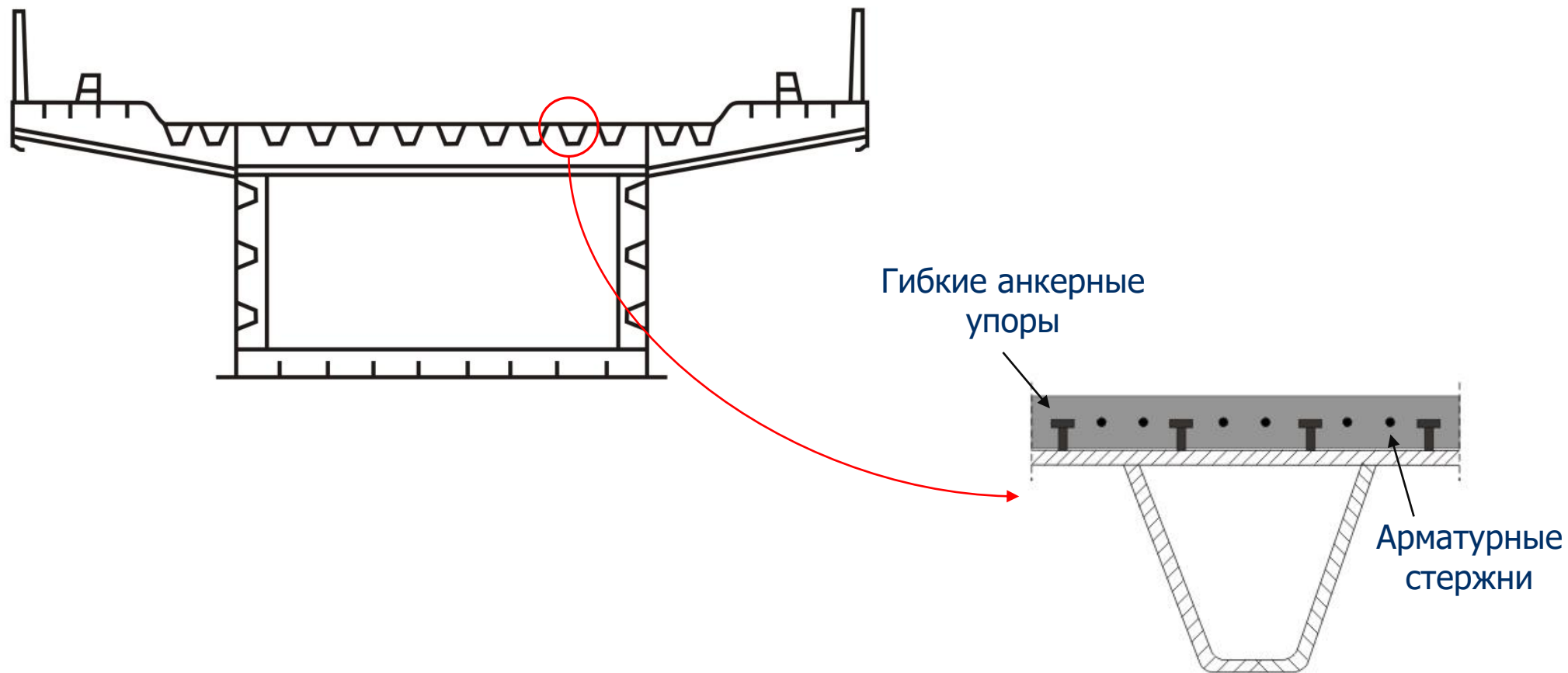
Количество Ductal: толщина слоя **45 мм**, общий объем для укладки 2400 м³. Ежедневно 60-100 м³

Короткий период выполнения работ: 2 x 30 дней

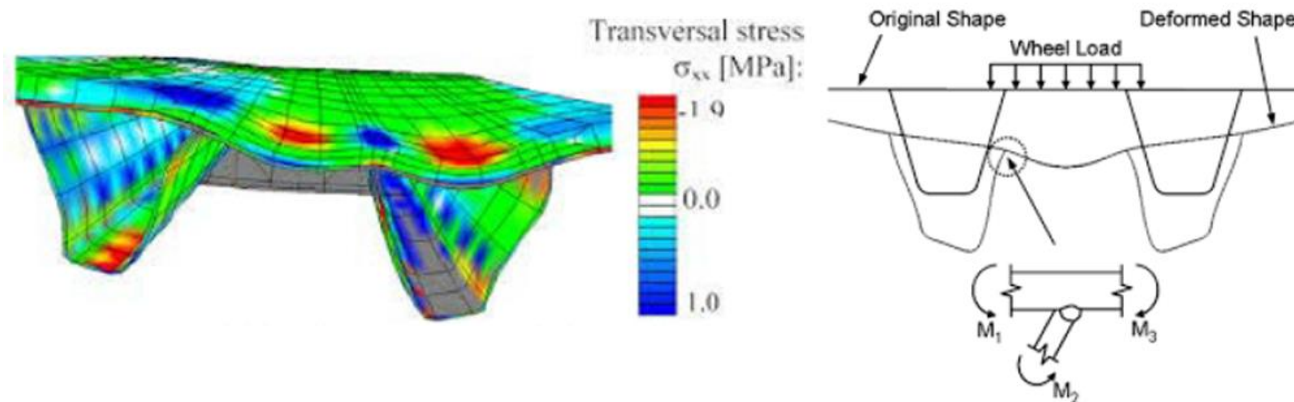
Год постройки: 2014 - 2015 года



ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ И УСИЛЕНИЕ ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЫ



ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ И УСИЛЕНИЕ ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЫ



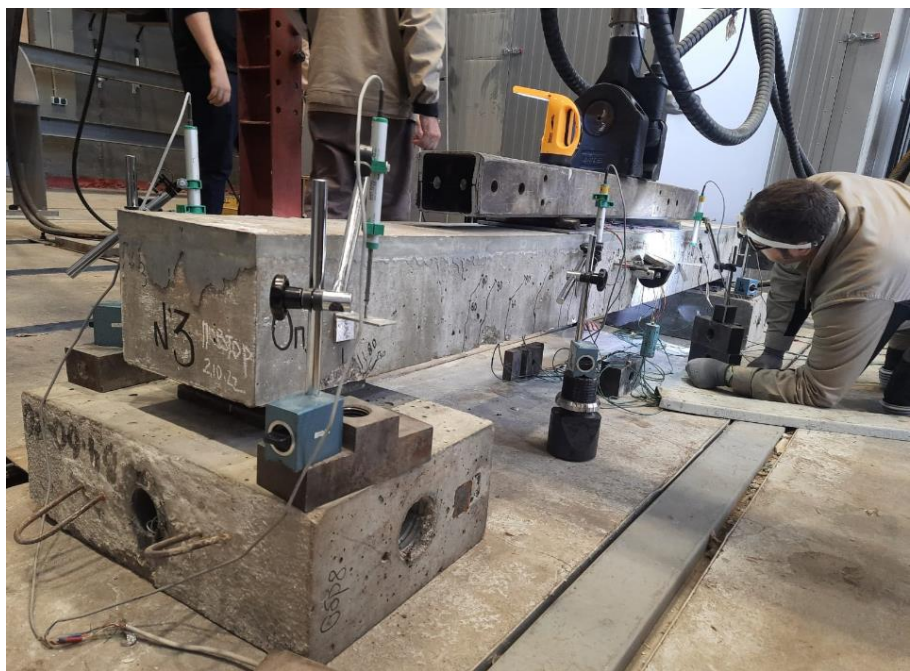
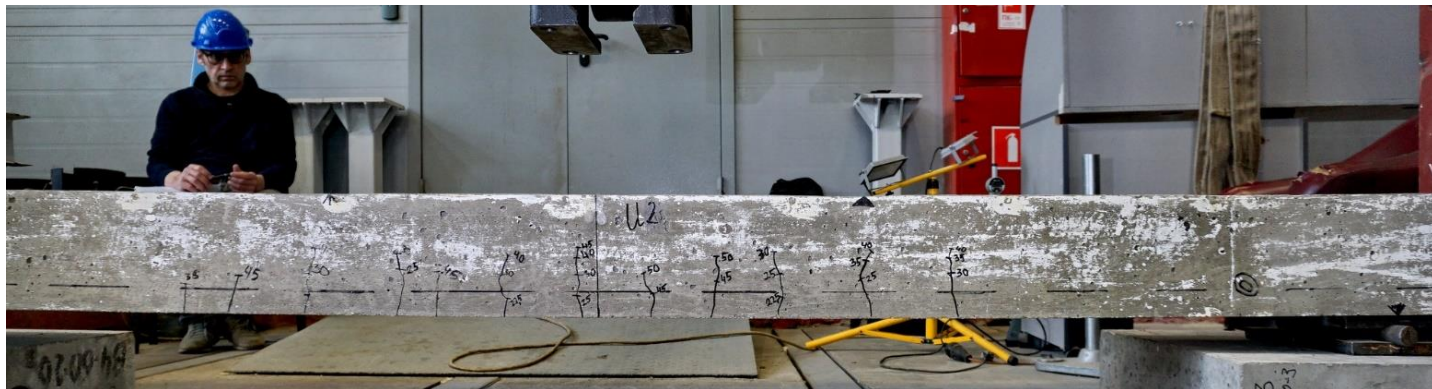
ПРОГРАММА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ С ДОБАВЛЕННЫМ СЛОЕМ (ДВ)



- 8 железобетонных образцов балок;
- Подготовка поверхности водоструйным методом;
- Толщина добавленного слоя СПФБ 35 мм без стержневого армирования;
- Испытания на статические и повторные (циклические) нагрузки



ПРОГРАММА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ С ДОБАВЛЕННЫМ СЛОЕМ (ДВ)



Основные результаты

- **Подтверждена эффективность усиления изгибаемых железобетонных элементов** добавленным слоем из СПФБ, в том числе работающих на выносливость, даже при отсутствии стержневого армирования;
- **Подтверждена достаточность совместной работы** добавленного слоя с бетоном, т.к. отслоения не выявлено ни при одном нагружении до разрушения;
- **Статика.** Добавление слоя:
 - в сжатой зоне увеличило несущую способность **до 64%**;
 - в растянутой зоне увеличило **до 10 – 20%**;
- **Циклика.** Пройдено **3 млн циклов**;
- Адгезионная прочность добавленного слоя к железобетону превышает **2,7 МПа** при когезионном характере отрыва.



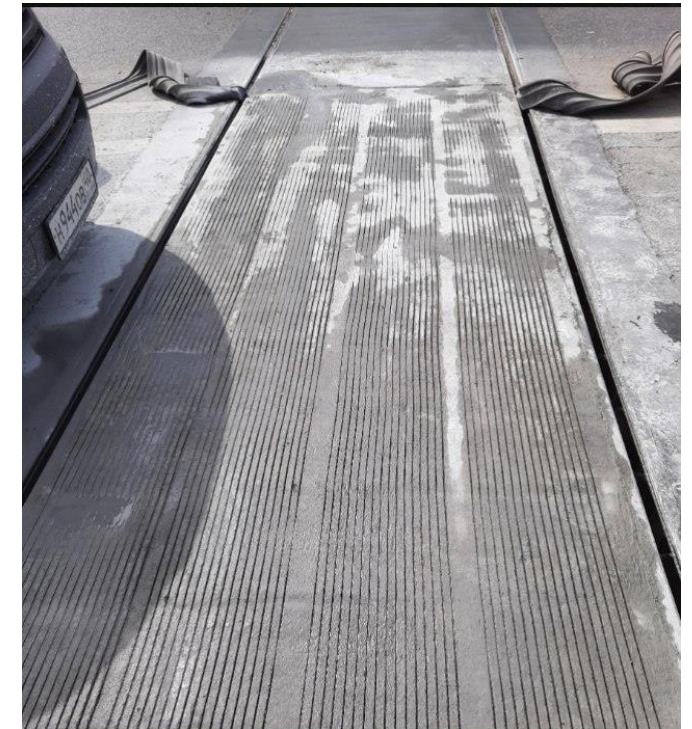
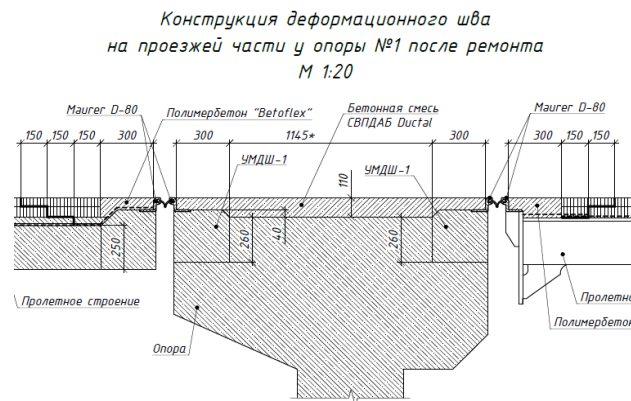
МОБИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Парк форм уникальной специализированной мобильной техники



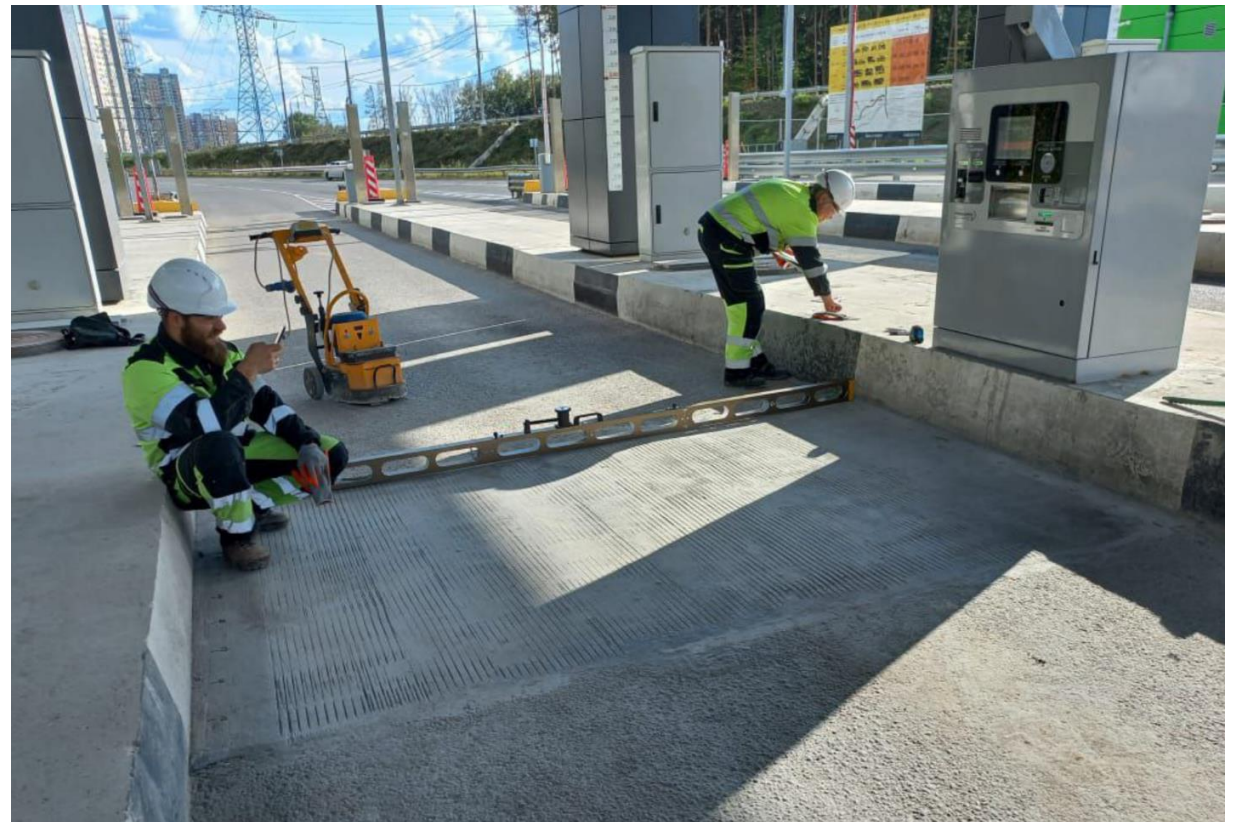


- **Вид работ:** ремонт с заменой конструкций деформационных швов на объекте: мост автодорожный Москва-Сити ТТК
- **Количество СПФБ: 1,65 мЗ**
- **Период выполнения работ:** август 2022





- **Вид работ:** ремонт с заменой цементно-бетонного участка над индукционными кабелями на объекте: ПВП 4,6 км трасса М-1, Трехгорка
- **Количество СПФБ:** 0,35 м3
- **Период выполнения работ:** август 2023



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Михаил Забродин
Бизнес-инженер СПФБ

+7 (985) 550 2896
mikhail.zabrodin@lafargeholcim.com





ЦЕМЕНТУМ

Создаем будущее. Здесь и сейчас