

Тема: **«Применение цементобетона на проезжей части
мостовых сооружений»**



Докладчик: **ВАЛИЕВ ШЕРАЛИ НАЗАРАЛИЕВИЧ**,
к.т.н., профессор кафедры «Мосты, тоннели и СК» МАДИ,
генеральный директор ООО «МИП «НИЦ Мостов и Сооружений» МАДИ

КОНСТРУКЦИИ МОСТОВОГО ПОЛОТНА АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

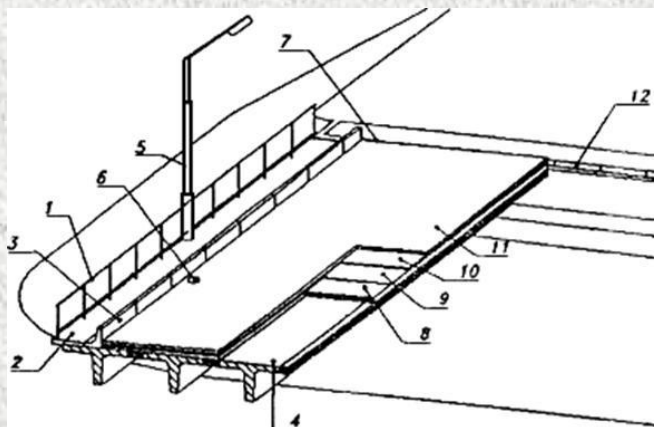
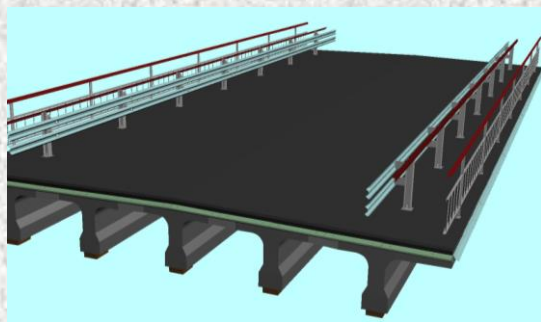
2

Конструкция и геометрические параметры мостового полотна должны:

- отвечать требованиям, установленным для данной дороги или улицы в соответствии с ГОСТ Р 52398, ГОСТ Р 33390, СП 34.13330, СП 42.13330, СП 99.13330.
- обеспечивать **комфортность** и **безопасность** движения пешеходов и транспортных средств со скоростями, соответствующими категории дороги или улицы, на которой расположено мостовое сооружение.

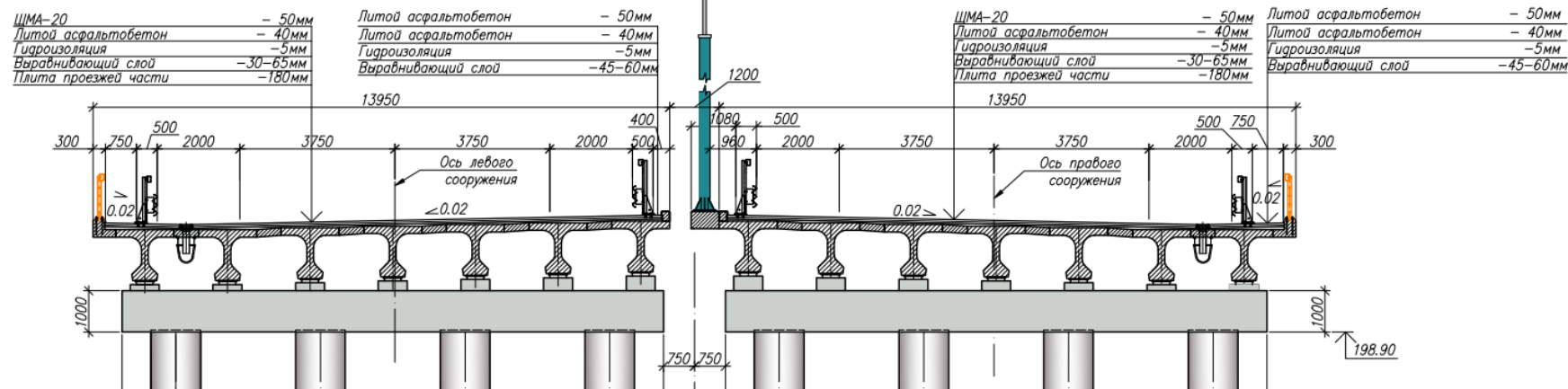
Мостовое полотно должно быть запроектировано в увязке со всеми его элементами между собой и с несущей конструкцией пролетного строения, а также обеспечивать ее защиту от негативного воздействия окружающей среды.

Конструкция мостового полотна должна обеспечивать возможность безопасной механизированной уборки проезжей части и тротуаров для службы эксплуатации мостового сооружения.

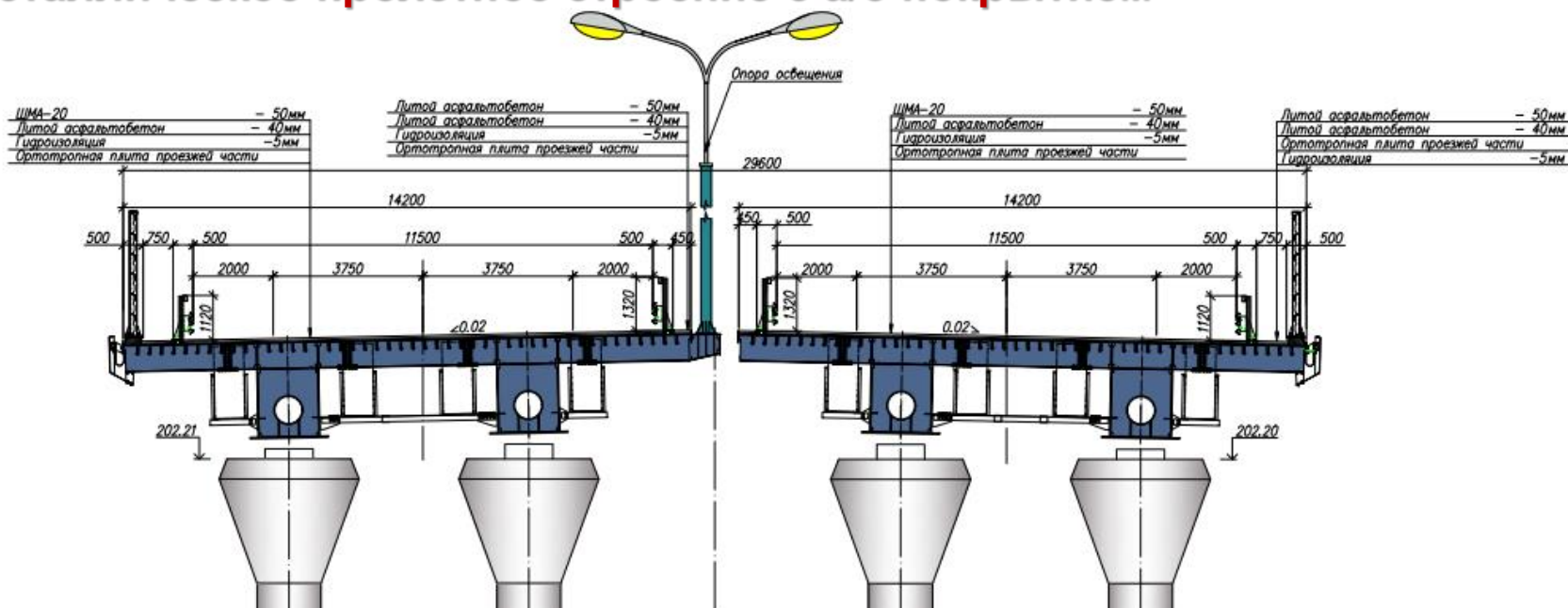


Мостовое полотно и системы водоотведения, стоимость которых в общей стоимости сооружений невелика, но их влияние на функциональное назначение сооружений **велико**.

Железобетонное пролетное строение с а/б покрытием



Металлическое пролетное строение с а/б покрытием



РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРТИЗЫ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ И СИСТЕМЫ ВОДООТВОДА на путепроводе на км 53+800 (в область) автомобильной дороги М-7 «Волга» в Московской области (направление в область)

Обследуемый путепровод представляет собой четырехпролетную балочно – температурно-неразрезную железобетонную систему с ездой поверху. Сооружение в плане и продольном профиле расположено на прямой. Проезжая часть имеет односкатный поперечный уклон (фото 1-3). Апрель 2019 г.

Схема моста – 12м+18м+21м+12м

Габарит – Г-14,36+1*1,0



Фото 1. Фасад



Фото 2. Поперечное сечение



Фото 3. Поперечное сечение

Дефекты проезжей части



Фото 4. Разрушение покрытия по полосам наката



Фото 5. Вскрытие разрушенного покрытия после ямочного ремонта.



Фото 6. Отбор асфальтобетонных кернов из покрытия.
Толщина верхнего слоя – 6,5 см

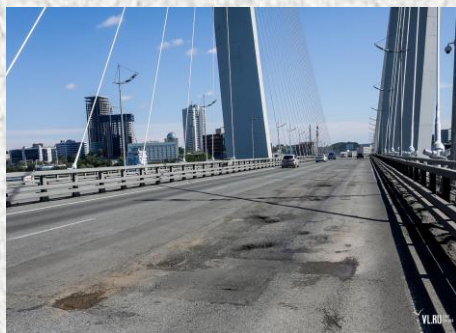
Проблемы, возникшие при устройстве дорожной одежды на мосту через бухту Золотой Рог в г. Владивостоке

- Рулонная оклеечная гидроизоляция Техноэластмост-С (боковые пролеты).
- Напыляемая гидроизоляция «Элиминатор» (центральный пролет).
- Верхний слой покрытия – **щебеночно-мастичный асфальтобетон**

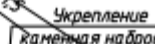


Мост сдан в августе 2012 г.

Текущее состояние дорожной одежды на мосту

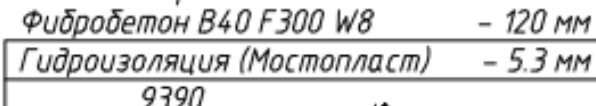
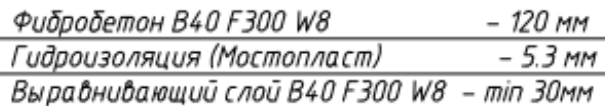


Мост через р. Сегенях на а/д Р-504 «Колыма», Якутск-Магадан, км 579,409



Дорожная одежда представлена из сталефибробетона $h_{min}=120\text{мм}$ (смесь из тяжёлого бетона на щебне фракции до 20 мм класса прочности на сжатие В40, марка по морозостойкости F300 с испытаниями в хлористых солях и марка по водонепроницаемости W12).

Мост через р. Куланда на а/д Р-504 «Колыма», км 480+942



Преимущества цементобетонна на проезжей части:

- отсутствие деформаций при эксплуатации и погодных условий;
- высокая светоотражающая способность- более безопасная езда:
- долговечность – 30 лет и более;
- снижение стоимости (более 35% в течение 30-50 летнего жизненного цикла.

Мост через р. Куланда на а/д Р-504 «Колыма» км 480+942, с проезжей частью из цементобетона

7

(год постройки 2015 г)



Обследование 2021 г.



Мост через р. Ока на а/д Спас-Клепики-Рязань в г. Рязани

(год постройки 1972 г.)

8

По данным диагностики 2017 г.



Вид на проезжую часть из ц/б



Локальные разрушения п/ч из ц/б



Деформационные швы:

На оп.№1- Mayrer D50



На оп. №28 - TENSA FLEX



*Состояние тонкослойного
покрытия на п/ч из ц/б
при ремонте (2018 г.)*

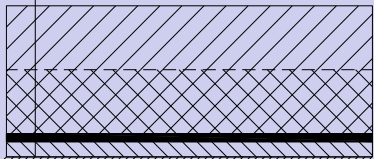
ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОДЕЖДЕ ЕЗДОВОГО ПОЛОТНА АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

9

- иметь достаточное сопротивление износу;
- иметь износостойкость к воздействию нефтепродуктов, воды и минеральных солей;
- иметь слабую восприимчивость к воздействию погодных условий;
- способность деформироваться, сохраняя структуру;
- обеспечить сопротивление скольжению;
- необходимая жесткость, ровность и устойчивость к старению;
- надежно защищать и изолировать нижележащие конструкции;

Из-за различных требований к конструкциям дорожной одежды на плите проезжей части моста, эти требования на сегодняшний день не могут быть выполнены с использованием одного слоя и из одного материала, поэтому эффективным считается разделение выполняемых функций между слоями дорожной одежды, т.е. использование целой системы, состоящей из нескольких слоев.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон
Литой полимерасфальтобетон + посыпка ошеренным
щебнем фракции 15-20 мм
Гидроизоляционный слой
Сетка выравнивания давления
Выравнивающий слой бетона
Сборные (монолитные) железобетонные плиты
проезжей части



Конструкция дорожных одежд с применением тонкослойных покрытий



Эстакада на Ленинском пр.
в г. Москве (июль 2021 г.)

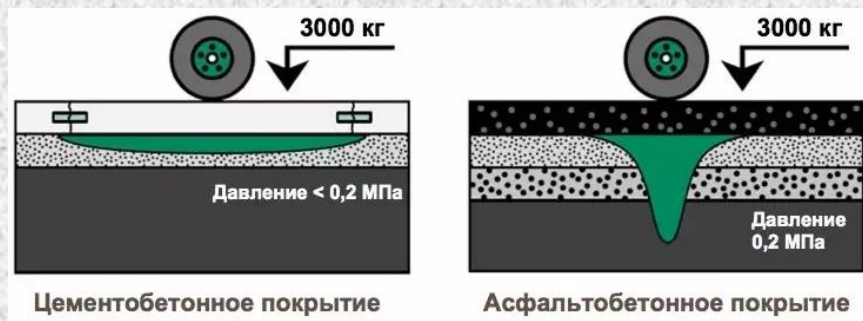
ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ПОКРЫТИЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Для устройства дорожной одежды на мостовых сооружениях применяют:

- литой асфальтобетон;
- плотный уплотняемый асфальтобетон;
- фиброцементобетон бетон;
- тонкослойные полимерные покрытия;
- цементобетон;
- щебеночно-мастичный асфальтобетон.



Цементобетонное покрытие распределяет нагрузку на большую площадь по сравнению с асфальтобетонным покрытием.



ПОКРЫТИЕ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ НА МОСТОВОМ ПОЛОТНЕ согласно СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы

11

П. 5.66

При применении цементобетона для покрытия проезжей части его толщину принимают **не менее 120 мм**. Покрытие выполняют из бетона с водоцементным отношением **не выше 0,42**, класса по прочности на сжатие **не ниже В30**, маркой по водонепроницаемости **не ниже W8** и маркой по морозостойкости **F300** при испытаниях в хлористых солях.

На пролетных строениях мостовых сооружений дорог IV-V, I-с - III-с категорий допускается в качестве дорожной одежды применять сборные железобетонные плиты толщиной **не менее 120 мм** поверх цементно-песчаной смеси (1:1) толщиной **не менее 50 мм**, уложенной непосредственно на гидроизоляцию. Стыки между плитами должны быть загерметизированы битумно-полимерной мастикой (Изм. №1).



Герметизация определяет надежность и долговечность элементов мостовых сооружений.

12

Герметизация - важное условие работоспособности конструкций мостовых сооружений, особенно проезжей части и других элементов мостового полотна, а также условие для их нормальной эксплуатации.

Стыки в зоне деформационных швов



Стыки на служебном проходе



Стыки в зоне парапетов



Стыки в зоне водоотводных устройств



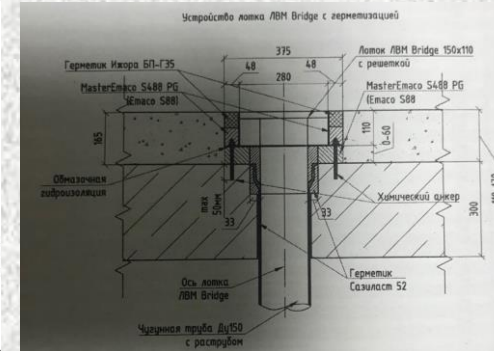
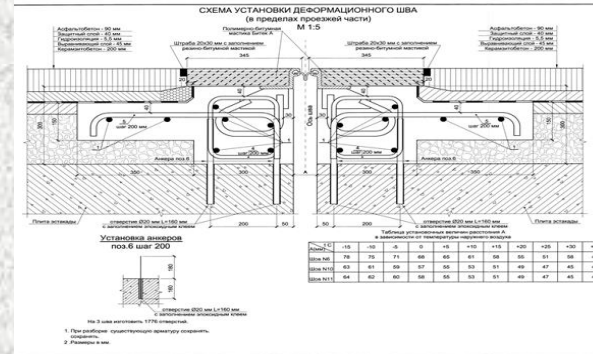
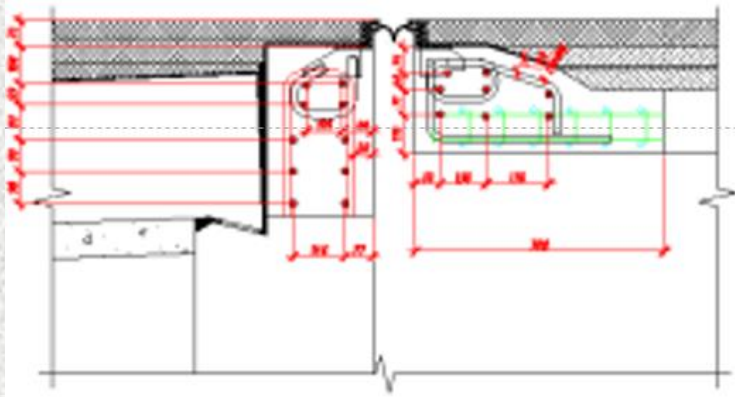
Основные причины разрушения а/б покрытия в зоне деформационных швов

13

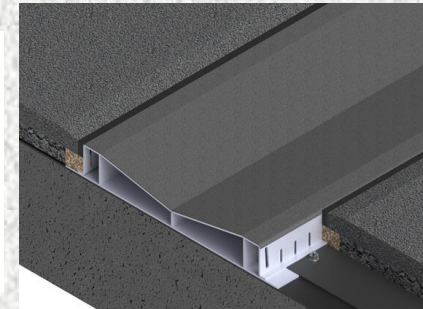
1. Проектные

Отсутствие герметика

С устройством штраб 20х30мм с заполнением резино-битумной мастикой



2. Технологические



3. Недостаточная адаптация к конкретным условиям эксплуатации

Следует отметить, что отсутствуют четкие требования к герметизации стыков конструкции проезжей части и конструктивных элементов мостового полотна, качеству стыков.

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Стандарт организации

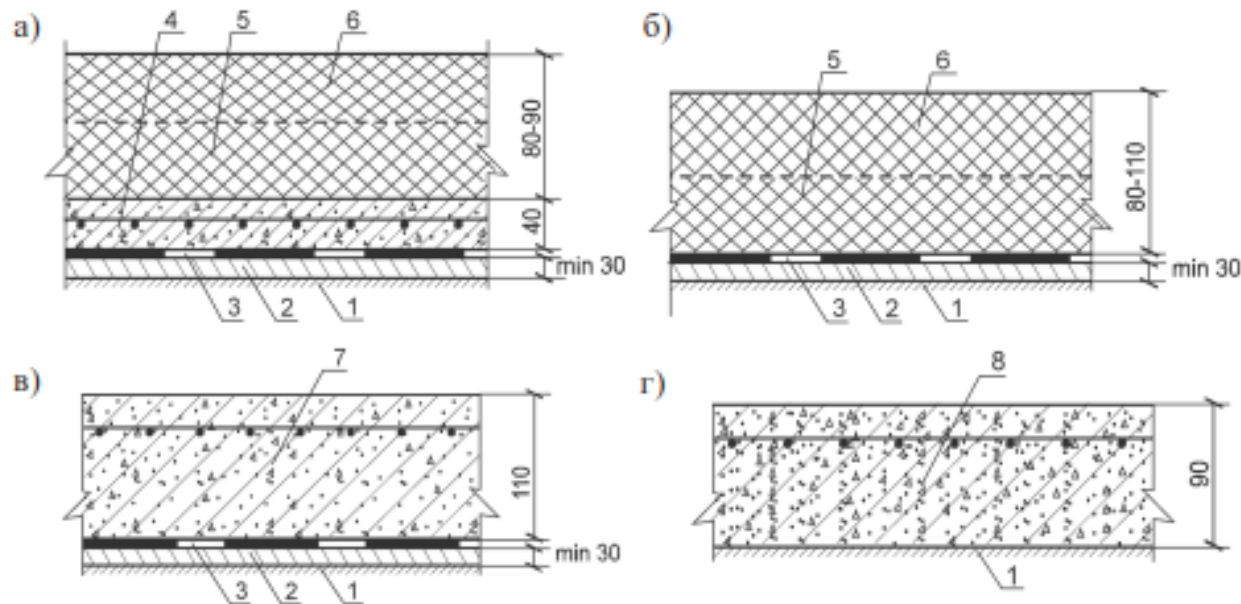
Мостовые сооружения

УСТРОЙСТВО ПОКРЫТИЙ
НА МОСТАХ И ИСКУССТВЕННЫХ
СООРУЖЕНИЯХ

СТО НОСТРОЙ 2.29.113-2013

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Москва 2014



а) с асфальтобетонным покрытием, уложенным на бетонный защитный слой;

б) с укладкой асфальтобетонного покрытия на гидроизоляцию;

в) с применением цементобетонного покрытия;

г) с применением цементобетонного покрытия из особо плотного бетона, выполняющего гидроизолирующие функции, или из фиброцементобетона

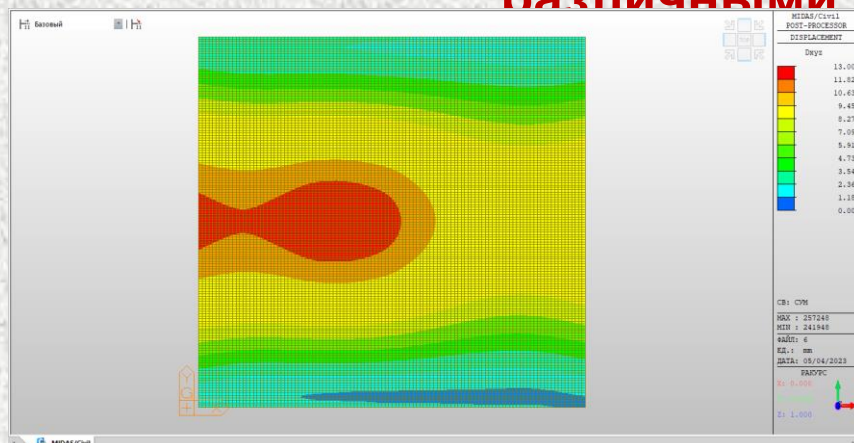
10 Технология устройства цементобетонных и фиброцементобетонных покрытий на мостах и искусственных сооружениях

10.1 Общие требования при устройстве покрытий на мостах и искусственных сооружениях из цементобетона и фиброцементобетона

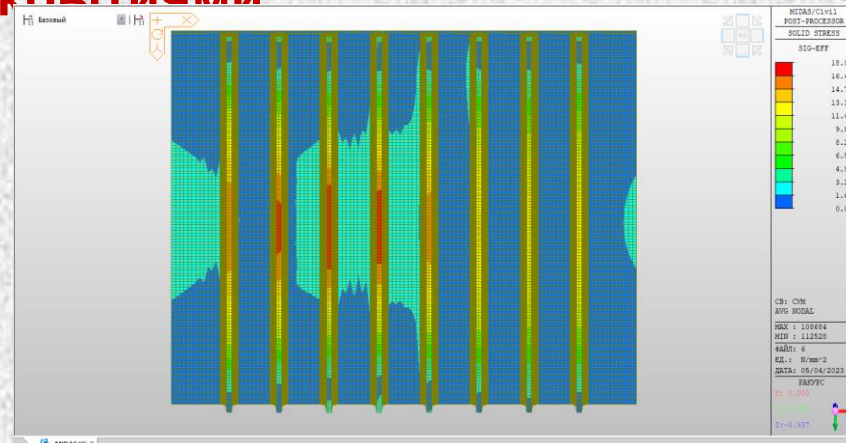
10.1.1 Устройство цементобетонных и фиброцементобетонных покрытий следует производить в соответствии с проектом и ППР.

Сравнительное исследование напряженно-деформированного состояния ж.б. пролетного строения с различными покрытиями

15



Контур перемещений от временной нагрузки Н14 с включением д/о



Изополя напряжений от временной нагрузки Н14 с включением д/о из ц/б

Результаты сравнительных расчетов

а) Перемещений

	Вид расчета	A14	H14
1	Без учета д/о из а/б	22,04 мм	18,40 мм
2	С учетом д/о из а/б	15,81 мм	14,67 мм
3	С учетом д/о из ц/б	11,92 мм	10,00 мм

б) Напряжений

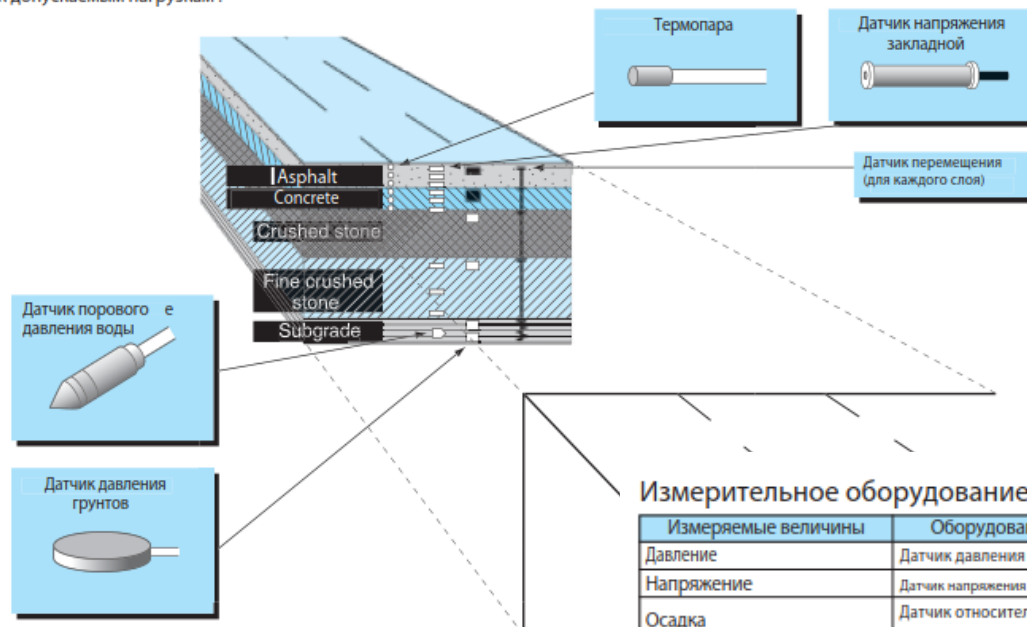
	Вид расчета	A14	H14
1	Без учета д/о из а/б	26,46 МПа	20,70 МПа
2	С учетом д/о из а/б	22,01 МПа	18,68 МПа
3	С учетом д/о из ц/б	14,01 МПа	8,68 МПа

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ И ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ НА УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ (полигон МАДИ)

16



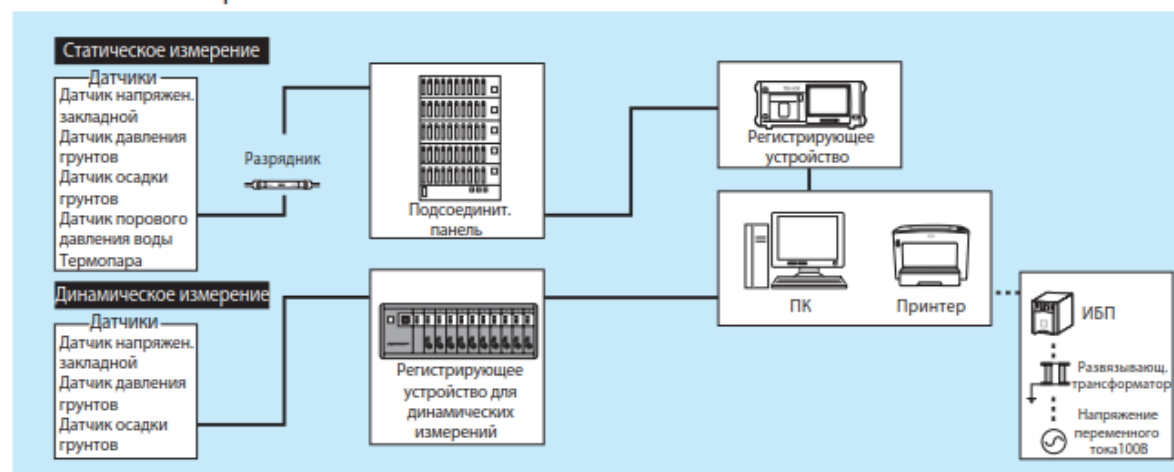
В процессе укладки дорожных покрытий, проведении дорожных испытаний, испытаний на нагружение, долговременного износа осуществляется мониторинг напряженно-деформированного состояния и контроль степени усталости по отношению к допускаемым нагрузкам.



Измерительное оборудование

Измеряемые величины	Оборудование	Тип	Описание
Давление	Датчик давления грунтов	KDA-PA, KDC-PA, KDL-PA	Измерение давления в каждом слое дорожного покрытия.
Напряжение	Датчик напряжения закладной	KM-B/-BS1/-HBS2	Измерение напряжения во время и после выдержки и отверждения.
Осадка	Датчик относительного перемещения	На заказ	Установка в верхней части каждого слоя дорожного покрытия и измерение относительного перемещения слоев.
Поровое давление	Датчик порового давления	KPB-PA, KPD-PA	Измерение порового давления каждого слоя дорожного покрытия.
Температура дорожного покрытия	Термопара Датчик температуры	T KT-A	Измерение внутренней и внешней температуры дорожного покрытия.
Поверхностное напряжение	Тензорезисторы	SSM-360	Измерение распределения напряжений по поверхности.

Блок-схема измерительной системы



1. Существующие системы дорожной одежды на мостовых сооружениях являются недостаточно эффективными по следующим причинам:

- имеющиеся конструктивные и технологические несовершенства;
- недостаточно адаптированы к влиянию агрессивной эксплуатационной среды, а также внешних и внутренних факторов случайной природы;
- изменение напряженно-деформированного состояния конструкций мостовых сооружений в связи с возрастанием как общей массы транспортных средств, так и осевых нагрузок.

2. Наиболее жизнеспособные варианты покрытия проезжей части на мостовых сооружениях в настоящее время можно считать:

- два слоя из литого асфальтобетона на ПБВ или нижний слой из литого асфальтобетона и верхний слой из уплотняемого асфальтобетона на ПБВ;
- цементобетонные и фиброцементобетонные покрытия.

3. На сегодняшний день толщина конструкции дорожной одежды на мостовых сооружениях назначается конструктивно, а не по расчетам из-за отсутствия надежных экспериментальных данных о жесткости, выносливости и предельных растягивающих напряжениях, которые могут воспринимать различные типы асфальтобетона.

4. Наиболее перспективным представляется решение по увеличению поперечного уклона проезжей части, отказ от гидроизоляции и дренажных систем при устройстве покрытия из высокомарочного бетона и фиброцементобетона, на железобетонных и металлических ортотропных плит пролетного строения с комплексным решением обеспечения транспортно-эксплуатационных качеств покрытия.

5. Необходимость проведения комплексных исследований, с разработкой отдельной нормативной базы, описывающей особенности самих материалов, правил проектирования, производства и контроля качества работ дорожной одежды из цементобетонных и фиброцементобетонных покрытий с учетом реальных условий эксплуатации мостовых сооружений.

6. Для постановки задач комплексного решения проблем, связанных с долговечностью конструкций дорожной одежды на мостовых сооружениях и путей их решения, необходима организация рабочей комиссии из представителей подрядных, проектных и научных специализированных организаций, а также производителей материалов.

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)
Кафедра «Мостов, тоннелей и СК»



ВАЛИЕВ
Шерали Назаралиевич

*Генеральный директор
ООО «МИП «НИЦ Мостов и Сооружений»
профессор МАДИ
академик российской академии транспорта*

125319, Москва
Ленинградский проспект, д.64, офис 133А

<http://www.bridgelab.ru>

E-mail: mosti.madi@mail.ru

vshn2014@gmail.com

Тел.: (499) 155 0356, 155 0369

Тел./Факс: (499) 155 0876

Тел.Моб.: 8 (985) 233 9919

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

