



Применение инновационных технологий и материалов при
строительстве скоростных дорог и автомагистралей

Сергей Владимирович Ильин, 2023

Заседания НТС Государственной компании «Автодор» в 2022 году

1) Заседание 18.05.2022

Рассмотрение конструкций дорожных одежд на участках автомобильной дороги «Казань - Екатеринбург на участке Дюртили - Ачит».
Применение геооболочки при устройстве земляного полотна на слабых основаниях. Укрепление откосов цементирующей оболочкой БЕТОБОКС.
Предложения по технологии устройства многоанкерных подпорных стен.

2) Заседание 24.08.2022

Рассмотрение ТЭО проекта строительства автомобильной дороги от г. Горячий Ключ до г. Сочи, включая обход мкр. Адлер:

- Варианты трассы перспективной автомобильной дороги.
- Актуализация транспортной модели.
- Основные технические показатели перспективной а/д. Основные технические решения и их оптимизация с целью снижения стоимости Проекта.
- Основные технико-экономические показатели вариантов трассы автомобильной дороги. Рекомендуемые варианты трассы автомобильной дороги.
- Этапность и планируемые сроки реализации Проекта.
- Технические вопросы, требующие обсуждения и принятия решений.

3) Заседание 15.09.2022

Рассмотрение технологии производства работ по противокарстовым мероприятиям на М-12, 5 этап км 347 - км 454, Нижегородская область.
Рассмотрение предложений по оптимизации противокарстовых мероприятий.

4) Заседание 16.09.2022

Обоснование проектных решений в рабочей документации в части уточнения конструкции земляного полотна выемок на участках объекта М-12, 8 этап км 663 - км 729, Республика Татарстан.

5) Расширенное заседание секции «Мосты и искусственные сооружения» 26.12.2022

Промежуточные итоги деятельности рабочей группы по импортозамещению вантовых систем искусственных сооружений.
О рассмотрении проекта СТО АВТОДОР «Универсальный блок-мост из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ» (разработчик АО «ЦНИИТС»).
Проект концепции программы использования вантовых конструкций для объектов инфраструктуры в паводкоопасных и селеопасных районах.
О возможностях вибродиагностики мостовых сооружений для применения на объектах Государственной компании.

6) Заседание 27.12.2022

Организация работы по набору статистических показателей эксплуатационных характеристик асфальтобетонов. Выводы и предложения по результатам работы.

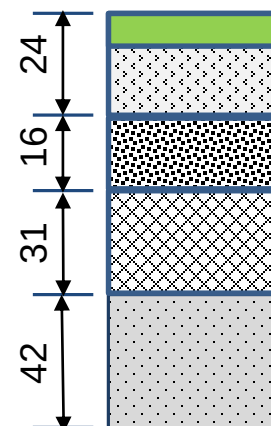
Лаборатория иммерсивных технологий. Путь к совершенствованию объектов транспортной инфраструктуры.
Внедрение и развитие ускоренных методов испытания дорожных одежд в России.
Комплексные решения для управления стоимостью жизненного цикла сети дорог.



ЩПС, укрепленная 10 % цемента (М75, F25)

Щебень

Песок



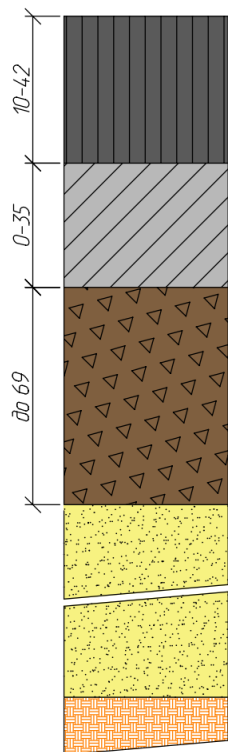
* Размеры даны в сантиметрах

*В 2017-2018 гг. фрезерование цементобетона и устройство
верхнего слоя покрытия из ЦМА-12 по методологии Superpave
толщиной 3.5 см*

7 лет										4-5 лет					4-5 лет					4-5 лет					4-5 лет					25 лет		4-5 ремонтов с заменой слоя износа
Устройство цементобетонного покрытия Правая полоса из цементобетона в эксплуатации 12 лет																																
										Устройство слоя износа																						
															Устройство слоя износа					Устройство слоя износа					Устройство слоя износа							

Капитальный ремонт км 71+350-км 121+000 М-4 Дон

ЩЦПС М75 в нижнем слое основания



Номер слоя	Наименование конструктивных слоев	Средняя толщина, см
1	Асфальтобетон	22
2	ЩЦПС	18
3	Щебеночно-песчаная смесь	28
4	Песок	
5	Рабочий слой из песчаных и глинистых грунтов	

Отмечена значительная неоднородность существующей дорожной одежды по набору и слоев и их толщинам.

Так, к примеру, в 15% точек определения слой из щебеночно-песчаной смеси, укрепленной цементом **разрушен**, в 18% случаев - его толщина составляла от 5 до- 15 см, в 41% - толщина его была от 20 см до 35см;

Результаты испытания кернов ЩЦПС

№ п/п	Диаметр, см	Высота, см	Объем образца, см ³	Масса образца, г	Средняя плотность, г/см ³	Разрушающая нагрузка F, кН	Предел прочности образца R _{сж} , МПа	Фактический класс бетона	Фактическая марка ЩЦПС
1	11.2	9.05	891.61	2003.40	2.25	128.93	12.56	B10	M100
2	11.2	9.35	921.17	2103.40	2.28	85.13	8.30	B5	M80
3	11	8.8	836.29	1778.90	2.13	46.57	4.70	B3.5	M40
4	11.1	11.4	1103.17	2674.10	2.42	100.23	10.36	B7.5	M100
5	11.1	11.06	1070.26	2529.90	2.36	158.16	16.34	B15	M150

История ремонтов М-4 Дон км 71+350-км 121+000



- Реконструкция участка завершена в 2000-2001 г. – расчетный срок 25 лет, покрытие ЩМА-15 – Срок службы покрытия - 11 ЛЕТ!!! Один из первых (всего 3) участков ЩМА в России на основании которых разработан ГОСТ Р 31015-2002.
- Ремонт проводился в 2011-2012 гг. – фрезерование и устройство ЩМА-15 – 4 см
- Ремонт проводился в 2017-2018 гг. – фрезерование + 1 см и устройство ЩМА-20 – 5 см

11 лет	6 лет	6 лет	25 лет	3 ремонта с заменой слоя износа
Реконструкция участка завершена в 2000-2001 г. в 2011-2012 ремонт по замене слоя покрытия – 4 см				
	в 2017-2018 ремонт по замене слоя покрытия – 5 см			
		В 2023 разработка проекта капитального ремонта, состояние нормативное		

Транспортно-эксплуатационные показатели участка М-4 км 71-км 121

Показатели	2016 год (15 лет эксплуатации)	2022 (23 года эксплуатации)
Расчетный срок	25 лет	
Интенсивность движения, среднегодовая, авт/сут, максимальная авт/сут	38030 нет данных	55687 93828
Продольная ровность, IRI	95% - до 2 м/км 5% - до 4 м/км	90% - до 2 м/км 10% - до 4 м/км
Поперечные и усталостные трещины отражённые трещины	отдельные поперечные и продольные трещины через 10-20 м (средняя бальная оценка на участке по ОДН 218.0.006-2002 (без учета глубины колеи) составила - 4,4 балла	Оценка состояния дорожного покрытия в 2022 году выделены участки с бальной оценкой: 1. менее 4,0 - до 20% протяженности 2. 4,0 и более – более 80 % протяженности
Модуль упругости на поверхности покрытия	км 71-км 93 – 1950 МПа (прогибомером) Км 103-км117 – установкой ударного нагружения FWD: Минимальный фактический модуль – 318МПа. до 525МПа – 7% определений 525МПа – 788МПа – 25% определений Свыше 788МПа – 68% определений Максимальный фактический модуль – 2556МПа	

М-4 км 54-км 72 цементобетонное покрытие

7 лет	4-5 лет	4-5 лет	4-5 лет	4-5 лет	25 лет	4-5 ремонтов с заменой слоя износа
Устройство цементобетонного покрытия Правая полоса из цементобетона в эксплуатации 12 лет						
	Устройство слоя износа					
		Устройство слоя износа	Устройство слоя износа	Устройство слоя износа		

М-4 км 72-км 121 (ЩЦПС в нижнем слое основания)

11 лет	6 лет	6 лет	25 лет	3 ремонта с заменой слоя износа
Реконструкция участка завершена в 2000-2001 г. в 2011-2012 ремонт по замене слоя покрытия – 4 см				
	в 2017-2018 ремонт по замене слоя покрытия – 5 см			
		В 2023 разработка проекта капитального ремонта, состояние нормативное (ресурс +4 года)		

М-4 км 167-км 193 (нежесткая дорожная одежда, щебень)

11 лет	6 лет	6 лет	24 года	2 ремонта с заменой слоя износа +1 капитальный ремонт
Реконструкция участка завершена в 2000-2001 г.				
	Капитальный ремонт в 2011 году – 2 слоя			
		Ремонт в 2019 году		

Вопросы обеспечения гарантийных обязательств на участках ремонта

М-4 км 54-км 72
цементобетонное покрытие,
перекрытое
асфальтобетоном

**М-4 км 72-км 121 (ЩЦПС в
нижнем слое основания)**

М-4 км 167-км 193
(нежесткая дорожная
одежда)



Дефекты разрушения покрытия отсутствуют, температурные швы не требуют разделки.

Рекомендация: Применение мембранной технологии укладки асфальтобетона, подбор состава и вяжущих

Основной дефект - отраженные трещины.

Рекомендации: Применение при новом строительстве и капитальном ремонте в основании органо-минеральных смесей (на комплексном вяжущем), на минеральном вяжущем не более М60; поверхностный дренаж в зоне трещин

Отдельные поперечные трещины по всей ширине В правой полосе – ямочность, выпоры, провалы, сетка трещин. Динамика с 2018 по 2021 ямочность отсутствовала. В 2022 году феврале 9 м2 ямочного ремонта, в декабре увеличилась в 14 раз и составила 124 м2

Рекомендации: При назначении ремонта 1. СТО АВТОДОР 2.4-2013 «Оценка остаточного ресурса» с обязательной оценкой свойств асфальтобетона в нижних слоях.

2. Для нагруженных участков: фрезерование +1 см, при переустройстве покрытия 2 раз, на 3-й раз – 2 слоя. В этом контексте при проектировании капитального ремонта и нового строительства рекомендуется ЩМА – 4 см. 3. Поверхностный дренаж, разделка обочин на всю длину с отсыпкой дренирующего слоя.

Толщина слоя фрезерования	Сила режущей фрезы в трех направлениях (Н) при скорости 0,5 м/с
2	169,2
3	192,3
4	212,5
5	321,8

Ямочный ремонт

Холодная органоминеральная смесь с применением РАП*	% по массе
Черный щебень, приготовленный из РАП фр.5-15 мм и обработанный по холодной технологии эмульсией FF в количестве 2,5% по массе (по ТУ 571850-001-01802724-2016)	60,0
РАП фр.0-5 мм необработанный	16,0
Песок дробленый фракции 0,16-4 мм	21,0
Минеральный порошок	3,0
Цемент М400 сверх 100%	3,0
Вода сверх 100%	1,5



Лабораторный образец из холодной органоминеральной смеси с использованием РАП и эмульсии FF

Номер образца и нормативные требования	Количество вяжущего в смеси с учетом FF и Б _{РАП} , (Б),%	Количество «пыли», (фракции мельче 0,071мм (М), %)	Пористость (пустотность) минеральной части смеси, %	Показатели						
				Ср. плотность, г/см ³	Водонасыщение по объёму, %	Прочность при сжатии при 50°С, R ₅₀ , МПа	Прочность при непрямом растяжении при 0°С, R _{р0} , МПа	Колея, мм	Сдвигоустойчивость по ГОСТ 9128 (при 60 С)	
									tg φ	С
Образец №1	3,9	4,1	12,3	2,38	4,3	1,4	1,5	1,6	0,826	0,243
Образец №2	4,1	4,2	11,8	2,38	4,2	1,2	2,3	-	0,900	0,310
Требования ПНСТ 358 – 2019, ГОСТ Р 58406.2, ГОСТ 9128, ПНСТ 362-2019					2,0-5,0 % для горячих и теплых смесей и 5-9% для холодных	Не менее 1,0 МПа	Не менее 0,15 МПа (ПНСТ 362 для холодных смесей)	Не более 6мм для Н и 5мм для Т (ГОСТ Р 58406) Не более 6,5 для Т и 4,0 для Э (ГОСТ 58401)	Не менее 0,89 для типа А	

*Технология апробирована совместно с ООО «МТТС» на а/д М-1

Скотч-технология ремонта РИЗОЛИН по СТО 61369506-023-2022:

- ямочный ремонт;
- заделка отверстий от кернов;
- ремонт трещин;
- ремонт пришовной зоны деформационных швов.



Преимущества: заделка ям любым асфальтобетоном, не требуется разогрев, долговечность, в цвет эксплуатируемого покрытия, высокое сцепление

Проект СТО АВТОДОР «Универсальный блок-мост из атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ»

- разработчик АО «ЦНИИТС», ОАО «Уральская сталь»
- разработанные универсальные решения металлического пролетного строения являются экономической и технической альтернативой бетонных балок, одновременно позволяя сократить сроки строительства до 30 %
- два варианта блок-моста под нагрузки А14; Н14 (для нового строительства) и А11; НК-80 (для капремонта и реконструкции)
- пролетные строения можно изготавливать также из сталей марок: 10ЧСНДА, 15ХСНДА, 12Г2СБД, 14ХГНДЦ с классом стали С345 и С390
- длина балки 7, 14, 21, 28 метра... (размеры 6 и 33 метра уточняются в рамках ТЭО)

