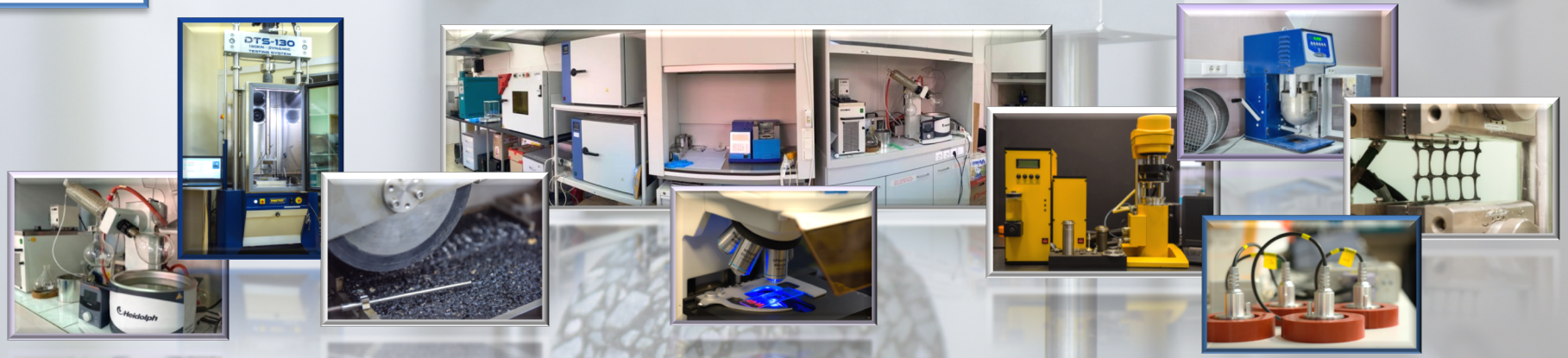
НИИ ТСК

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

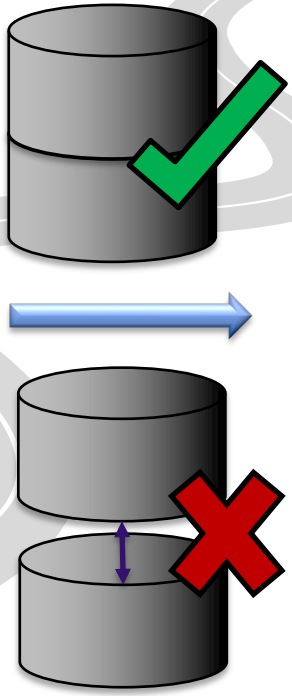


Исследования по количественной оценке оценке межслойного сцепления асфальтобетонных слоев

Руководитель асфальтобетонной лаборатории
Кадыров Г. Ф.

Действующий подход в РФ

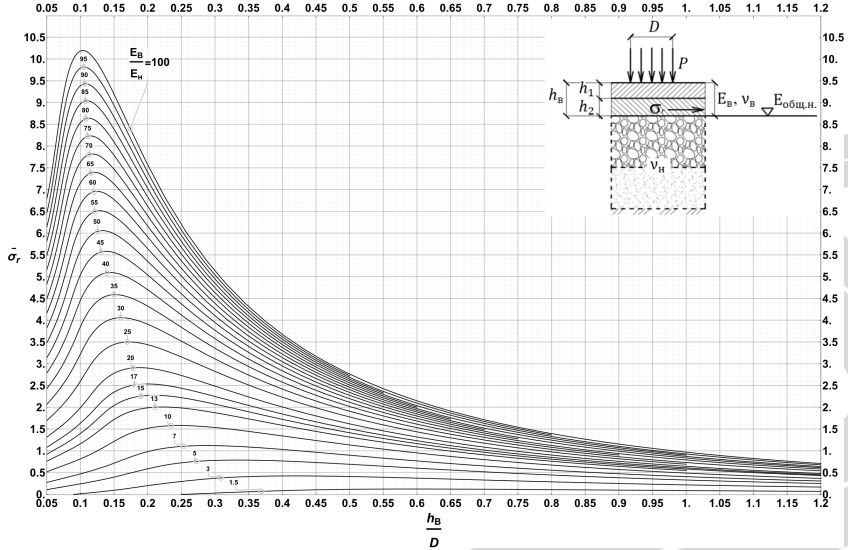
В соответствии с СП 78.13330: «Сцепление между устраиваемым слоем и нижележащим асфальтобетонным слоем должно быть обеспечено».



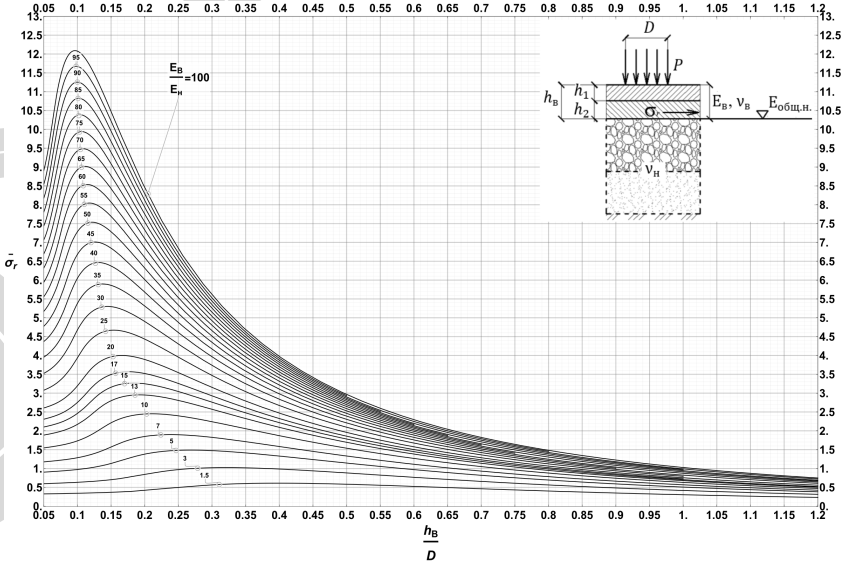
При отборе проб измеряют толщину слоев покрытия и визуально оценивают прочность сцепления их между собой и с основанием

Теоретические исследования

Для решения поставленной задачи применялся алгоритм, изложенный в ОДМ 218.3.1.005-2021 «Методические рекомендации по расчету параметров напряженно-деформированного состояния многослойных конструкций при воздействии колесных нагрузок», реализованный в программном пакете «Mathematica».



Номограмма для спаянного контакта

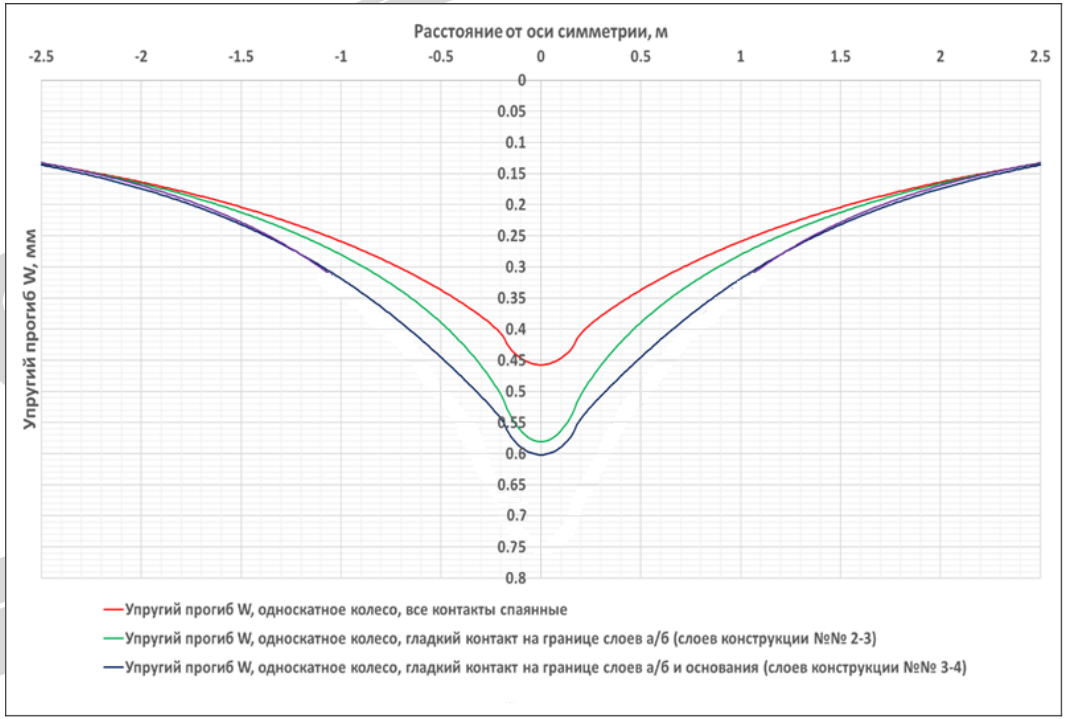


Номограмма для гладкого контакта

Теоретические исследования

От обеспечения качественного сцепления асфальтобетонных слоев зависит величина упругого прогиба дорожной одежды от воздействия транспортных средств

По графикам видно, что при 20 градусах отсутствие сцепления между слоями асфальтобетона 2-3 приводит к увеличению упругого прогиба дорожной конструкции с 0,46 до 0,57 мм. Прирост прогиба конструкции составляет 24 %.

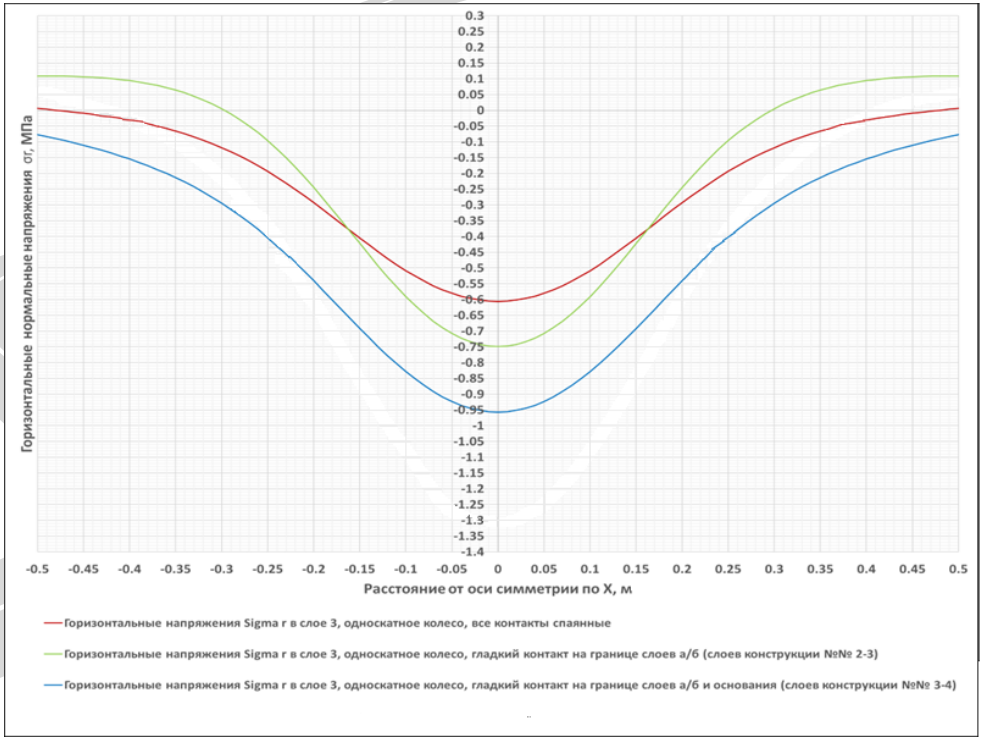


Графики упругого прогиба конструкции

Теоретические исследования

От обеспечения качественного сцепления асфальтобетонных слоев зависит распределение растягивающих напряжений в дорожной одежде от воздействия транспортных средств

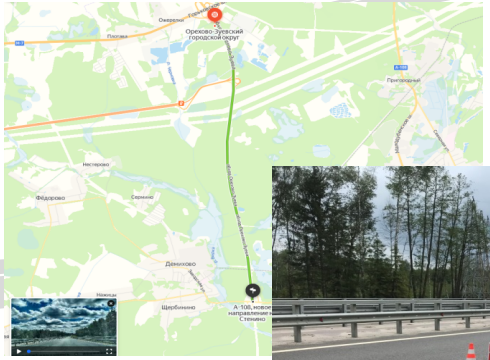
По графикам видно, что при 20 градусах отсутствие сцепления между слоями асфальтобетона 2 и 3 приводит к увеличению нормального горизонтального (растягивающего) напряжения в нижнем слое асфальтобетона дорожной конструкции с 0,60 до 0,75 МПа. Прирост горизонтального напряжения в конструкции составляет 25 %.



Графики горизонтальных напряжений конструкции

Практическое обоснование

Исследуемый объект: Автомобильная дорога А-108 «Обход Орехово-Зуево»
Год строительства: 2017 (новое строительство)



Снижение несущей способности на участке без сцепления слоев произошло примерно на 40%

Зарубежный подход

EN 12697-48 регламентирует следующие методы определения прочности сцепления асфальтобетонных слоев:

- испытание на крутящий момент (TBT),
- ***испытание на сдвиг (SBT),***
- испытание на адгезию (сцепление) при растяжении (TAT),
- испытание на сдвиг при сжатии (CSBT),
- испытание на сдвиг при сжатии, при вертикальном и циклическом горизонтальном нагружении (CCSBT).

Следует отметить, что наибольший практический интерес, из всех указанных методик представляет методика при испытании на сдвиг (SBT) которая в том числе приведена в ПНСТ 395. Остальные методы являются слишком трудозатратными и не подходят для оперативного контроля качества.

Методика измерений

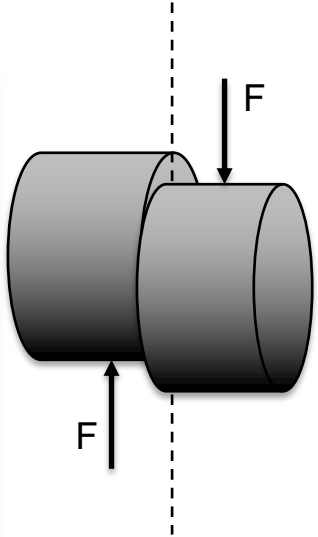
Испытание на сдвиг (SBT)

Сущность метода заключается в определении максимального усилия, возникающего при разрушении связей между асфальтобетонными слоями при их отделении друг от друга.

Метод измерения сцепления слоев, позволяет инструментальным способом оценить качество сцепления асфальтобетонных слоев с помощью нагрузочной системы Лейтнера.

Для проведения испытания нагрузочное устройство Лейтнера помещают в испытательную машину, обеспечивающую равномерное нагружение со скоростью (50 ± 2) мм/мин, с пределом нагружения не менее 35 кН.

Температура образцов при испытании должна быть (20 ± 2) градуса.



Устройство и принцип испытания на сдвиг (SBT)

Приготовление испытуемых образцов

Приготовление образцов в лабораторных условиях

Может применяться в исследовательских целях, например для оценки влияния на сцепление слоев различных геосинтетических материалов или различных подгрунтовочных материалов

Отбор образцов из уплотненных слоев

Может применяться для контроля качества устроенных слоев дорожной одежды

Эксперименты в рамках разработки ГОСТ Р

В рамках проводимой работы было необходимо:

- ✓ Определить влияние различных асфальтобетонов на сцепление слоев;
- ✓ Определить влияние различных подгунтовочных материалов и их количества на сцепление слоев;
- ✓ Определить влияние различных геосинтетических армирующих решеток на сцепление слоев;
- ✓ Сравнение сцепления слоев между образцами отобранными из дорожного покрытия и приготовленных в лабораторных условиях из одних и тех же материалов.

Лабораторные исследования

В данном лабораторном эксперименте были приготовлены образцы с нормой расхода битума БНД 100/130 равной:

- 0,20 л/м^2;
- 0,30 л/м^2;
- 0,40 л/м^2.

Тип а/б смеси нижний слой/верхний слой	Расход подгрунтовочного материала	Напряжение сдвига, МПа
SP-16T/SMA-16	0,2 л/м^2	0,825
SP-16T/SMA-16	0,3 л/м^2	0,930
SP-16T/SMA-16	0,4 л/м^2	1,054
A-16Вт/ ЩМА-16	0,3 л/м^2	0,953
A-16Вт/SP-16T	0,3 л/м^2	1,177

Подгрунтовка горячим битумом

Обработка поверхности образцов-плит битумом БНД за 2 часа до уплотнения верхнего слоя

Лабораторные исследования

В данном лабораторном эксперименте были приготовлены образцы с нормой расхода битумной эмульсии ЭБДК С и ЭБДА Б равной:

- 0,20 л/м2;
- 0,25 л/м2;
- 0,30 л/м2;
- 0,40 л/м2.

Тип а/б смеси нижний слой/верхний слой	Расход подгрунтовочного материала	Напряжение сдвига, МПа
SP-16T/SMA-16	Эмульсия (ЭБДК С) 0,4 л/м^2	0,811
SP-16T/SMA-16	Эмульсия (ЭБДК С) 0,3 л/м^2	0,903
SP-16T/SMA-16	Эмульсия (ЭБДК С) 0,25 л/м^2	0,927
SP-16T/SMA-16	Эмульсия (ЭБДК С) 0,2 л/м^2	0,936
SP-16/A-16Нт	Эмульсия (ЭБДА Б) 0,4 л/м2	1,272
SP-16/A-22От	Эмульсия (ЭБДА Б) 0,4 л/м2	1,489

Подгрунтовка битумной эмульсией

Обработка поверхности образцов-плит битумной эмульсией за 2 часа до уплотнения верхнего слоя

Лабораторные исследования

В данном лабораторном эксперименте были приготовлены образцы с нормой расхода битумной эмульсии 0,7 – 0,9 л/м2:

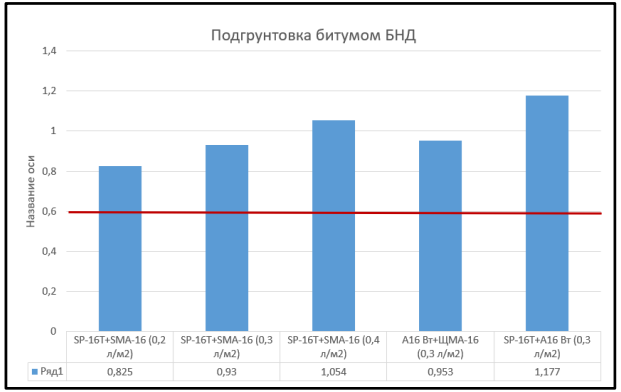
- армирующая георешетка из полиэфирных волокон (с подложкой);
- армирующая георешетка из стекловолокна (с подложкой);
- армирующая георешетка состоящая из базальтовых волокон;
- армирующая георешетка из полиэфирных волокон.

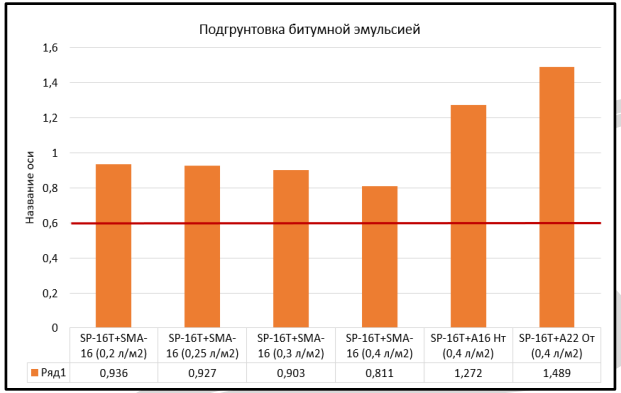
Тип а/б смеси Нижний слой/верхний слой	Расход подгрунтовочного материала	Георешетка	Напряжение сдвига, МПа
А-16Вт/ЩМА-16	0,7 л/м^2	Базальт	0,791
А-16Вт/ЩМА-16	0,7 л/м^2	Полиэфир	0,695
А-16Вт/ЩМА-16	0,9 л/м^2	Стекловолокно (с подложкой)	0,618
А-16Вт/ЩМА-16	0,9 л/м^2	Полиэфир (с подложкой)	0,681

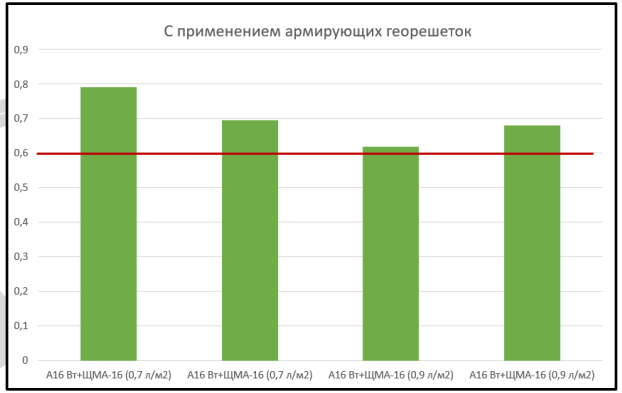
Укладка армирующих георешеток

Укладка армирующей георешетки на подготовленный образец-плиту

Выводы по лабораторным экспериментам







1) Вид смеси оказывает влияние на сцепление наибольшее напряжение сдвига > 1 МПа показали комбинации из двух смесей с плотным строением каркаса;

2) Вид подгрунтовочного материала практически не оказывает влияния на силу сцепления, однако, его оптимальное количество в каждом случае индивидуально и требует проведения лабораторных исследований;

3) Геосинтетические армирующие георешетки имеют свойство снижать величину сцепления, однако при правильном расходе подгрунтовочного материала минимальное напряжение сдвига 0,6 МПа так же возможно обеспечить.

Исследования на крупномасштабной модели

Сцепление при сдвиге, МПа			
Констр.	ВСП+НСП	НСП+ВСО	ВСО+ДСО
С подгрунтовкой	0,9	1,4	0,1
Без подгрунтовки	---	0,2	---

Прочность дорожной одежды, МПа	
Без подгрунтовки	С подгрунтовкой
1026	1222

Снижение несущей способности на 16 %

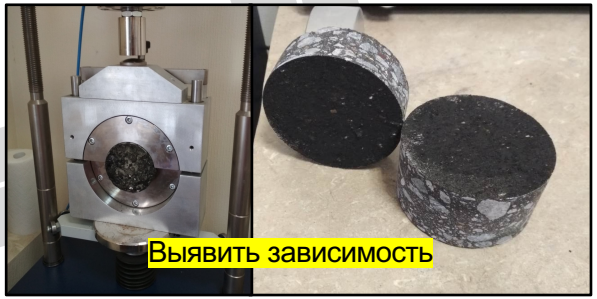
Лабораторно-полевые исследования

Лабораторная подготовка образцов

Отбор проб из дорожного покрытия

Для выполнения были выбраны 4 участка а.д., на которых проводился ремонт сразу нескольких а/б слоев.

- отбор проб а/б смеси (нижний слой);
- отбор проб а/б смеси (верхний слой);
- отбор проб подрунтовочного материала;
- отбор георешетки (при наличии);
- приготовление лабораторных образцов из отобранных материалов;
- оценка силы сцепления на устр-ве Лейтнера.



- отбор проб из дорожного покрытия в тех же местах;
- оценка силы сцепления на устр-ве Лейтнера.

Лабораторно-полевые исследования

Участок №1

г. Люберцы, Октябрьский проспект, 116, вдоль мемориала Великой Отечественной войны – 2 полоса.

Верхний слой основания устраивался из крупнозернистой пористой асфальтобетонной смеси. В качестве подгрунтовочного материала использовалась битумная эмульсия ЭБДК С с расходом 0,3 л/м^2. Нижний слой покрытия устраивался из мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа Б. Так же между слоями асфальтобетона был уложен геосинтетический материал с подложкой.

Испытуемые образцы	Расход подгрунтовочного материала	Напряжение сдвига, МПа
Керны с объекта (с георешеткой)	0,3 л/м^2	0,222
Керны, приготовленные в лабораторных условиях (с георешеткой)	0,3 л/м^2	0,439
Керны, приготовленные в лабораторных условиях (без георешетки)	0,3 л/м^2	0,673

Лабораторно-полевые исследования

Участок №2

М-10 «Росссия» Москва - Тверь - Великий Новгород - Санкт-Петербург км 93+000 - км 108+400, Московская область, деревня Головково, 21.
Верхний слой основания устраивался из асфальтобетонной смеси А-22ОТ на вяжущем ПБВ 60. В качестве подгрунтовочного материала использовалась битумная эмульсия ЭБДК С с расходом 0,3 л/м^2. Нижний слой покрытия устраивался из асфальтобетонной смеси А-16Нт

Испытуемые образцы	Расход подгрунтовочного материала	Напряжение сдвига, МПа
Керны с объекта	0,3 л/м^2	1,043
Керны, приготовленные в лабораторных условиях	0,3 л/м^2	1,146

Лабораторно-полевые исследования

Участки №3 и №4

М-5 «Урал» Москва – Тверь – Великий Новгород – Санкт-Петербург км 131+000 – км 138+000, км 124+000 – км 131+000, Московская область.

Верхний слой основания устраивался из асфальтобетонной смеси SP-22Э на вяжущем PG 64-28. В качестве подгрунтовочного материала использовалась битумная эмульсия ЭБДК С с расходом 0,3 л/м^2. Нижний слой покрытия устраивался из асфальтобетонной смеси SP-22Э на вяжущем PG 64-28.

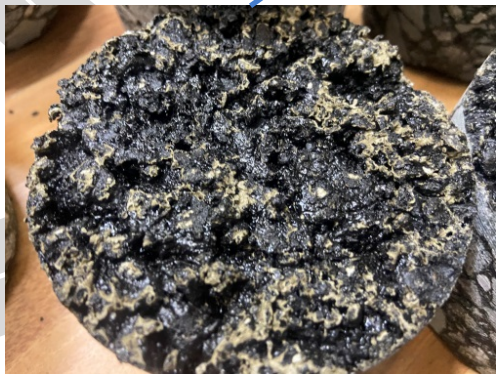
Испытуемые образцы	Расход подгрунтовочного материала	Напряжение сдвига, МПа	
		Участок 3	Участок 4
Керны с объекта	0,3 л/м^2	0,346	0,733
Керны, приготовленные в лабораторных условиях	0,3 л/м^2	0,919	0,720

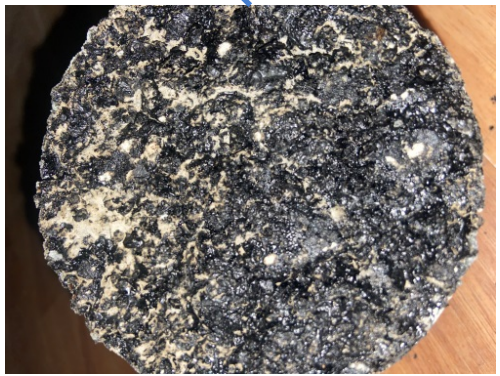
Лабораторно-полевые исследования

Участки №3 и №4

что могло повлиять на результаты?

Испытуемые образцы	Расход подгрунтовочного материала	Напряжение сдвига, МПа	
		Участок 3	Участок 4
Керны с объекта	0,3 л/м^2	0,346	0,733
Керны, приготовленные в лабораторных условиях	0,3 л/м^2	0,919	0,720





Следы загрязнения между асфальтобетонными слоями

Разработка национального стандарта

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
(проект, первая редакция)

Дороги автомобильные общего пользования

АСФАЛЬТОБЕТОН ДОРОЖНЫЙ

Метод измерения сцепления слоев

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2023

Утвержден новый национальный стандарт для специалистов в области строительства автомобильных дорог

ГОСТ Р 70880-2023 "Дороги автомобильные общего пользования. Асфальтобетон дорожный. Метод измерения сцепления слоев" **утвержден** приказом Росстандарта от 28 августа 2023 года N 739-ст.

Стандарт распространяется на дорожный асфальтобетон, применяемый для устройства дорожных одежд на автомобильных дорогах общего пользования. Стандарт устанавливает метод определения величины сцепления между слоями из асфальтобетонов, путем определения напряжения при сдвиге.

ГОСТ Р 70880-2023 вводится в действие на территории РФ с 1 октября 2023 года.

8 Предложения по изменению, пересмотру или отмене национальных стандартов, для внедрения положений разработанного проекта стандарта

Введение стандарта, потребует внесения изменения в следующие национальные стандарты:

- *ГОСТ Р 59120-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда. Общие требования.*

Предлагается дополнить в п 8.1.3 следующей фразой:

«Сцепление между асфальтобетонными слоями при устройстве дорожных одежд должно быть обеспечено. Сцепление определяется по показателю «напряжение при сдвиге» в соответствии с ГОСТ Р «Дороги автомобильные общего пользования. Асфальтобетон дорожный. Метод измерения сцепления слоев». Напряжение при сдвиге должно быть не ниже 0,6 МПа»

Спасибо за внимание!

E-mail: niitsk@niitsk.ru
kadyrovgf@niitsk.ru