



РОССИЙСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА

Современные подходы к применению минеральных вяжущих материалов в слоях дорожных конструкций

Симчук Евгений Николаевич

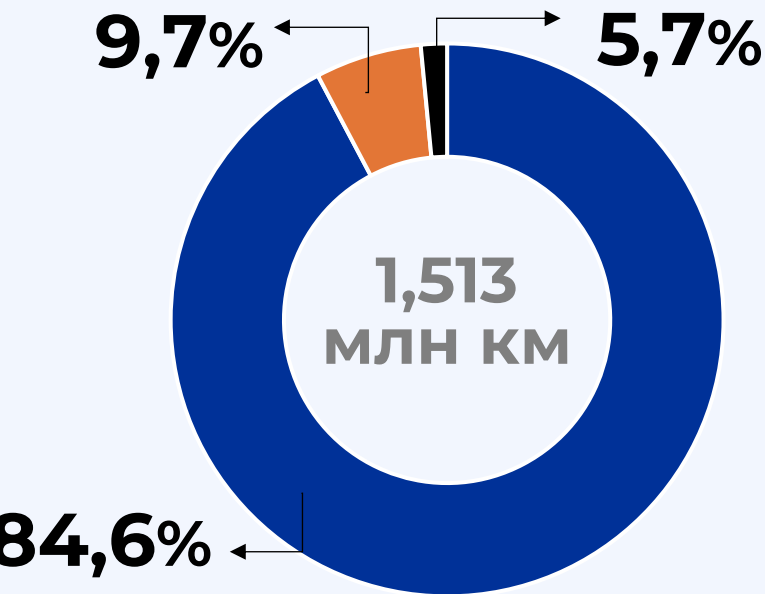
Доцент

014.10.2026

130 лет создаем движение

США: статистика дорожных покрытий

База расчёта:
1 512 632 км (939 906 миль) с детальной разбивкой НМ-12
Доли по протяжённости. Охват: 50 штатов, включая округ Колумбия и Пуэрто-Рико.



Категория покрытия	Длина, км	Доля
Нежесткие дорожные одежды Bituminous	1 279 778	84,6%
Полужесткие дорожные одежды Composite	146 989	9,7%
Жесткие дорожные одежды Concrete	85 865	5,7%

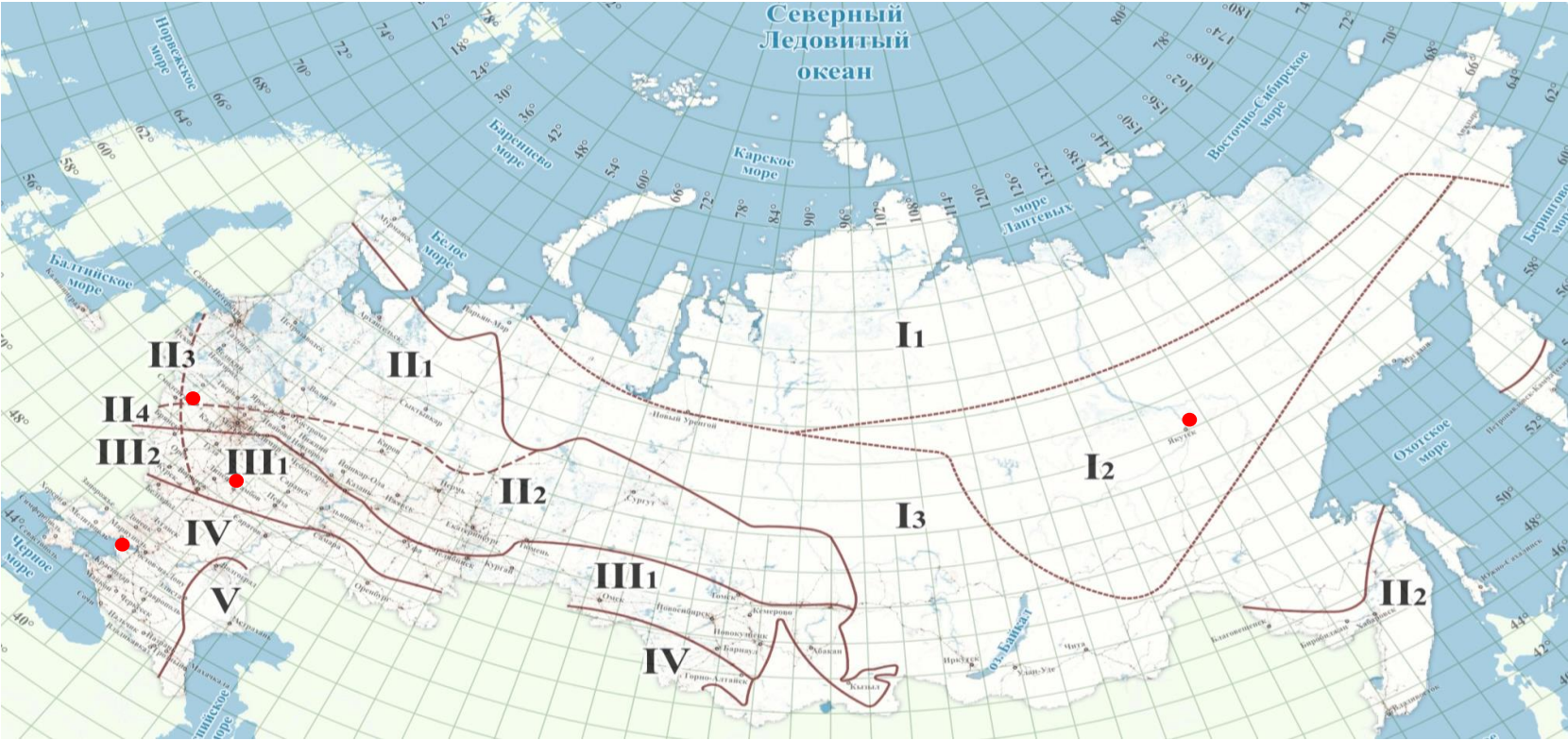
Покрытие: 94,3% асфальтобетонные и 5,7% бетонные

Основные стандарты, предусматривающие применение минеральных вяжущих

Наименование стандарта		Организация
1	ГОСТ 33174-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Цемент. Технические требования	ООО «Биотех», 01.07.2015
2	ГОСТ Р 59300-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси бетонные для устройства слоев оснований и покрытий. Технические условия	ФАУ «РосдорНИИ», 01.08.2021
3	ГОСТ Р 71404-2024 Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования	АНО «НИИ ТСК», 01.09.2024
4	ГОСТ Р 70197.1-2022 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси органоминеральные холодные с использованием вторичного асфальтобетона. Общие технические условия.	АНО «НИИ ТСК», ООО «Автодорис», 01.10.2022
5	ПНСТ 1006-2025 Дороги автомобильные общего пользования. Жесткие дорожные одежды. Правила проектирования	МАДИ, с 01.08.2025 по 01.08.2028
6	ГОСТ Р 70362-2022 Дороги автомобильные общего пользования. Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий. Технические условия	ФАУ «РосдорНИИ», 01.12.2022
7	ГОСТ Р 70196-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Комплексные минеральные вяжущие для стабилизации и укрепления грунтов. Технические условия»	АНО «НИИ ТСК», НО «Союзцемент», 01.01.2023
8	ГОСТ Р 70455-2022 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные неорганическим вяжущими. Общие технические условия	АНО «НИИ ТСК», 01.01.2023
9	ГОСТ Р 70452-2022 Дороги автомобильные общего пользования. Грунты стабилизированные и укрепленные неорганическим вяжущими. Общие технические условия	АНО «НИИ ТСК», 01.01.2023

Более 30 стандартов

Действующие станции мониторинга НДС и водно-теплового режима нежестких дорожных одежд



В 2026 году выполнено устройство станции на дороге Р-504 «Колыма» км 20 - км 24 в I ДКЗ в Республике Якутия
ФКУ Упрдор "Вилюй"

Материалы конструктивных слоев	Проектная Толщина, см
А 16 Вт на БНД 100/130	8
А 22 Нт на БНД 100/130	10
ЩПС, обработанная цементом, М40	18
ЩПС 0-31,5 мм	22
Существующий рабочий слой – песок гравелистый средний	-
Общая толщина дорожной одежды, см	58

Категория дороги – IV
Количество полос движения – 2

- II ДКЗ – Автомобильная дорога М-9 «Балтия», км 180+000 — км 220+000, Тверская область
Строительство завершено в октябре **2024 г. (ФКУ Упрдор "Россия")**
- III ДКЗ – Автомобильная дорога М-5 «Урал», км 286+000 — км 297+000, Рязанская область
Строительство завершено в октябре **2022 г. (ФКУ "Поволжуправтодор")**
- IV ДКЗ – Автомобильная дорога А-135, км 0+000 — км 6+000, Ростовская область
Строительство завершено в мае **2024 г. (ФКУ Упрдор "Москва-Волгоград")**

Сопоставление растягивающих деформаций в асфальтобетоне в готовой конструкции при различных материалах в слое основания

130 лет



РОССИЙСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА

ЩМА 16 h=5см

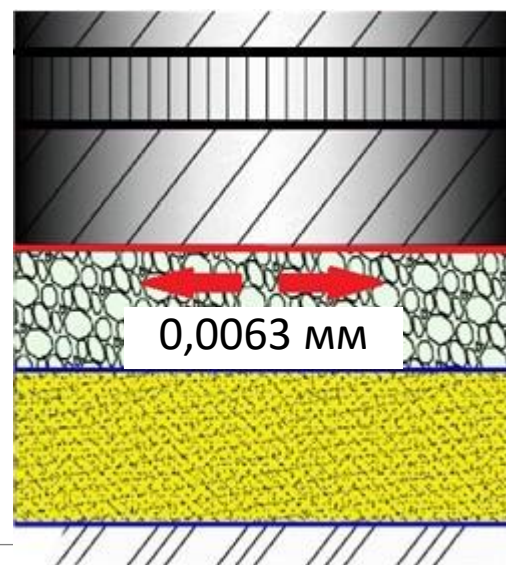
A 22 НТ h=7см

A 32 ОТ h=10см

Щебень фракций 16-31,5 и 31,5-63мм h=32см

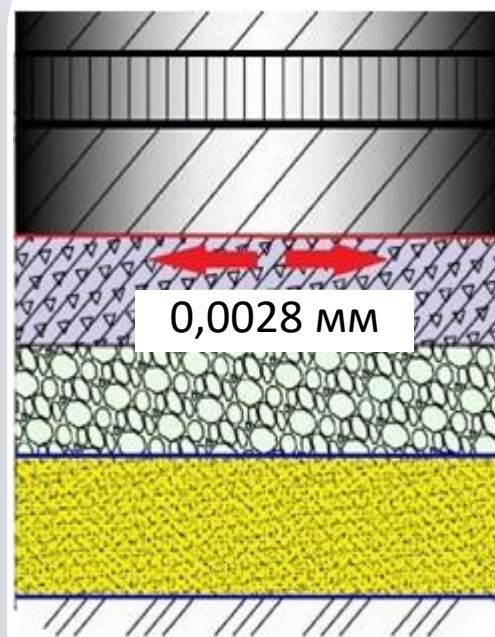
ППС песок мелкий h=35см

Рабочий слой- Тяжелый суглинок



9,6 °C

М-5 при 35,5 °C – 0,0165 мм



10,8 °C

А-135: 31 °C – 0,0065 мм; 39,8 °C – 0,0085 мм

ЩМА 16 h=5см

A 22 НТ h=8см

A 32 ОТ h=10см

ХО 32 ЭМ 4%+4% h=22см

Щебень с заклиной 31,5-63мм h=36см

ППС песок мелкий h=20см

Рабочий слой- песок мелкий

Сопоставление растягивающих деформаций в асфальтобетоне на стадии строительства при различных материалах в слое основания

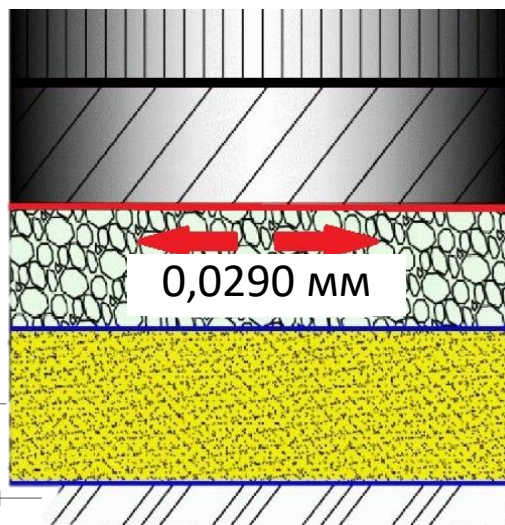
А 22 НТ h=7см

А 32 ОТ h=10см

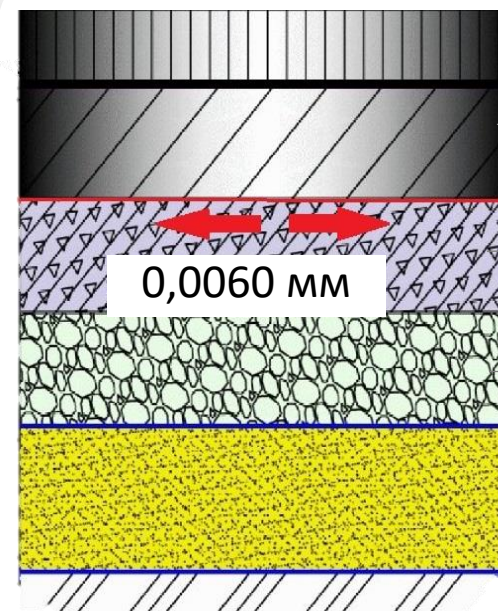
Щебень фракций 16-31,5 и
31,5-63мм h=32см

ППС песок мелкий h=35см

Рабочий слой- Тяжелый суглинок



6,1 °C



А 22 НТ h=8см

А 32 ОТ h=10см

ХО 32 ЭМ 4%+4% h=22см

Щебень с заклинкой
31,5-63мм h=36см

ППС песок мелкий h=20см

Рабочий слой- песок мелкий

15,8 °C

Сопоставление напряжений в рабочем слое 3П в готовой конструкции при различных материалах в слое основания

130 лет



РОССИЙСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА

ЩМА 16 h=5см

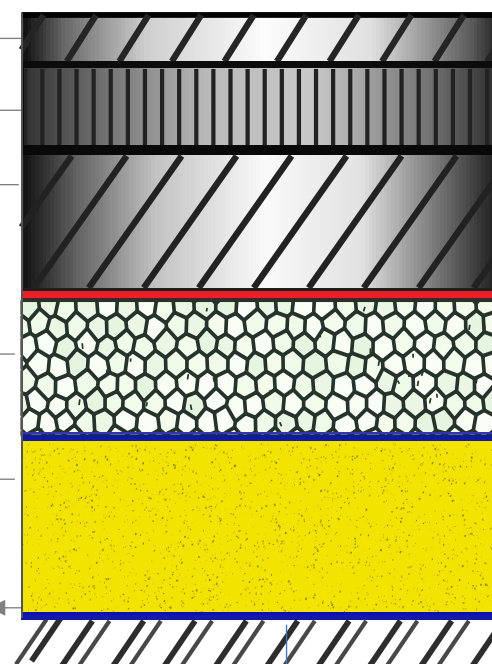
A 22 НТ h=7см

A 32 ОТ h=10см

Щебень фракций 16-31,5 и
31,5-63мм h=32см

ППС песок мелкий h=35см

Рабочий слой- Тяжелый суглинок



0,033 МПа при 35,5 °C

ЩМА 16 h=5см

A 22 НТ h=8см

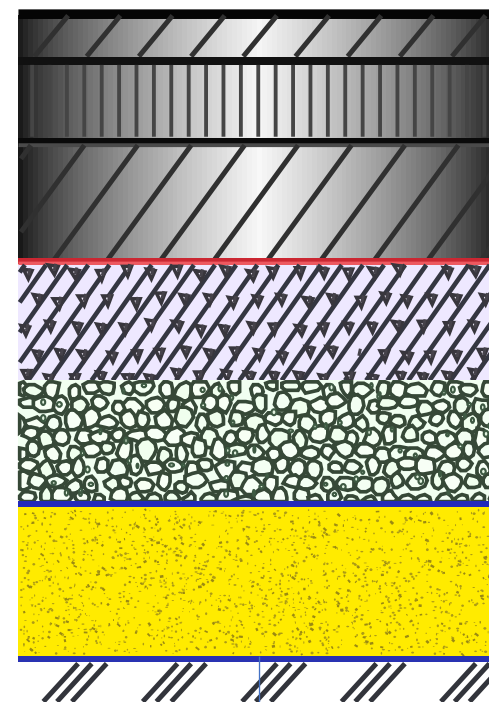
A 32 ОТ h=10см

ХО 32 ЭМ 4%+4% h=22см

Щебень с заклинкой
31,5-63мм h=36см

ППС песок мелкий h=20см

Рабочий слой- песок мелкий

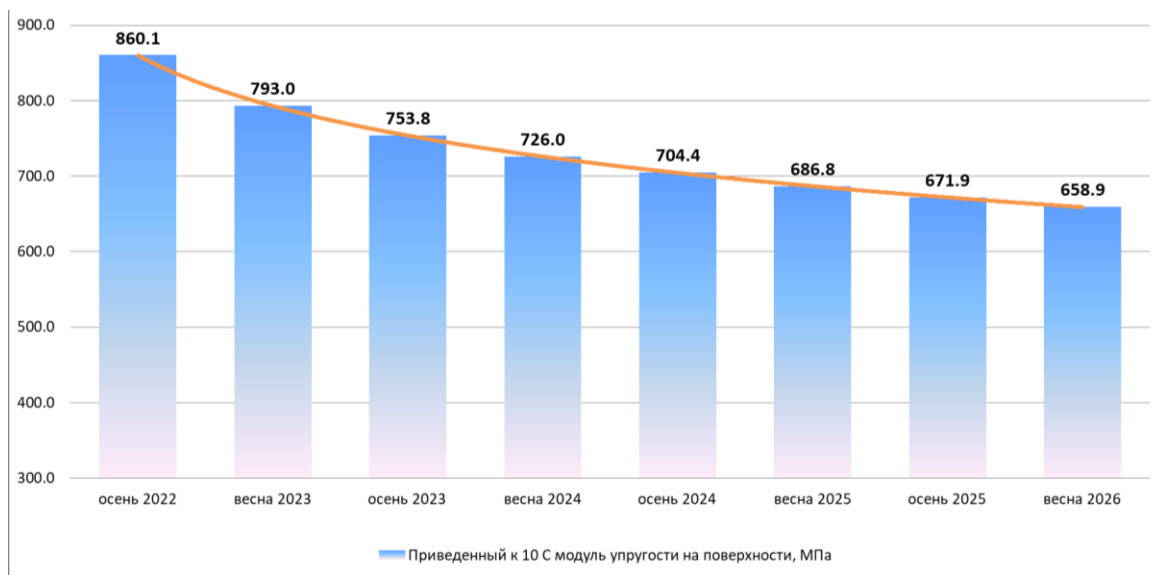


0,020 МПа при 31 °C и **0,024 МПа** при 39,8 °C

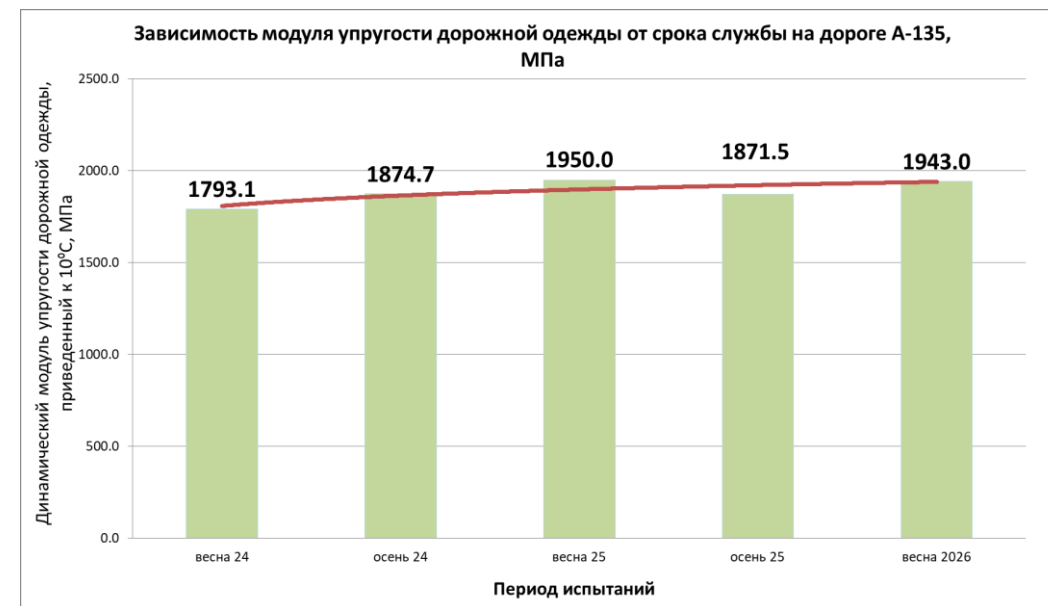
Толщина ДО на М-9 118 см - **0,029 МПа** при 31 °C

Тенденция изменения модуля упругости на станциях мониторинга

Зависимость модуля упругости дорожной одежды от срока службы на дороге М-5, МПа



Зависимость модуля упругости дорожной одежды от срока службы на дороге А-135, МПа



Приведенная интенсивность движения к воздействию расчетной нагрузки N_p ед./сут:

5353 ед./сут

8146 ед./сут

Преимущества применения укрепленных минеральными вяжущими материалов при проектировании нежестких дорожных одежд

1

Повышение несущей способности по сравнению с неукрепленными материалами

	ЩПС и ЩПГС ГОСТ Р 70458	ЩПГС обработанные неорганич. вяжущими ГОСТ Р 70455 (М10-М60)
Модуль упругости, МПа	235 - 280	400 - 800

	Связные грунты рабочего слоя	Связные грунты рабочего слоя обработанные неорганич. вяжущими ГОСТ Р 70452 (М10-М60)
Модуль упругости, МПа	23 - 108	160 - 550



Преимущества применения укрепленных минеральными вяжущими материалов при проектировании нежестких дорожных одежд

2 Применение укреплённого слоя основания позволяет:

- улучшить расчётные характеристики а/б по критерию усталостного разрушения (таблица Г.5 ГОСТ Р 71404)
- снизить толщину конструкции

Монолитное основание → коэффициент «m» слоя основания принимается как для слоя покрытия того же типа и на том же битумном вяжущем



Автомобильная дорога I категории

суммарная приведенная интенсивность 20 млн.
грунт рабочего слоя - супесь



Вывод: снижение толщины слоев асфальтобетона и неукреплённого материала

Преимущества применения укрепленных минеральными вяжущими материалов при проектировании нежестких дорожных одежд

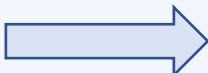
130 лет



РОССИЙСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА

3

Снижение расчетной влажности связного грунта рабочего слоя и повышение расчетного модуля упругости (таблица В.2):

- при укреплении слоев основания – снижение на 3 - 4% от расчетной влажности  Повышение модуля упругости связного грунта до 17 МПа
- при укреплении грунта рабочего слоя – снижение на 5 - 8% от расчетной влажности  Повышение модуля упругости связного грунта до 25 МПа

4

Возможность исключения полной замены пучинистого грунта

во II и III ДКЗ и обеспечение достижения минимального требуемого модуля упругости на поверхности рабочего слоя (п. 6.13 ГОСТ Р 71404)

Автомобильная дорога II категории суммарная приведенная интенсивность 8 млн., грунт среднепучинистый – тяжелый пылеватый суглинок



↓ – 44_{см}
песчаного слоя



Вывод: существенное снижение толщины песка при укреплении связного грунта

Особенности применения укрепленных минеральными вяжущими материалов при проектировании нежестких дорожных одежд

1 Регламентированная минимальная толщина вышележащих слоёв асфальтобетона и материалов, содержащих органическое вяжущее (п. 6.11.3)

при применении грунтов, укрепленных неорганическим вяжущим по ГОСТ Р 70452, марок выше М10 и материалов, обработанных неорганическим вяжущим по ГОСТ Р 70455, марок выше М20

- для категорий I, II – 22 см
- для категорий III, IV – 18 см для дорожных одежд капитального типа и 14 см – для дорожных одежд облегченного типа

При применении комплексных минеральных вяжущих и медленно твердеющих минеральных вяжущих толщины могут быть снижены на 20%

Необходимость «ухода» за устроенным слоем



Особенности применения укрепленных минеральными вяжущими материалов при проектировании нежестких дорожных одежд

2 Тип контакта укрепленного основания с асфальтобетоном (п. 9.5.3)

Гладкий контакт

отсутствие сцепления слоёв.

Применяется, когда в укрепленном основании используется только минеральное вяжущее.

Спаянный контакт

сцепление слоёв

Применяется, когда в составе есть органическое вяжущее.

Влияние на расчёт:

Экономия с учетом сцепления слоев до 2 см асфальтобетона

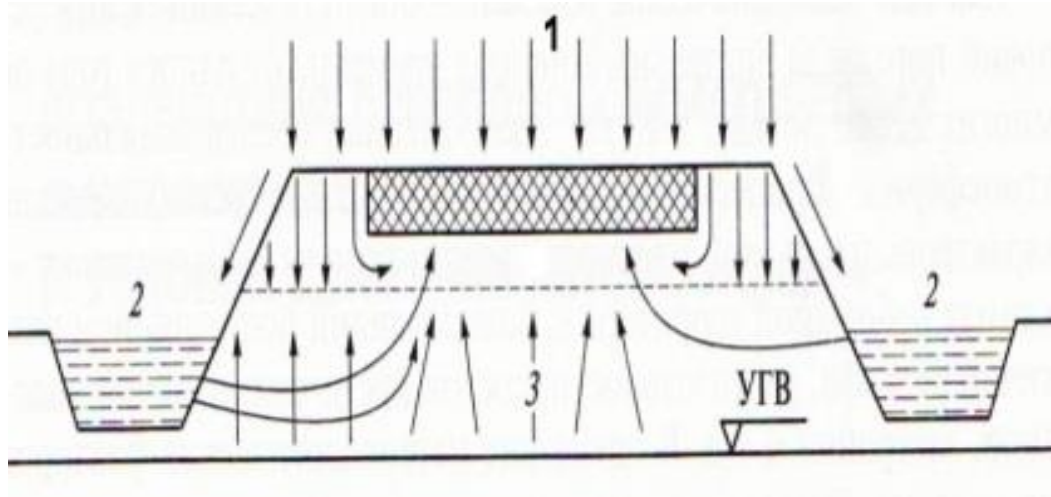
Сравнение расчетных и фактических модулей упругости укрепленных и неукрепленных материалов



РОССИЙСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА

Наименование материала	Расчетное значение по ГОСТ Р 71404, МПа	Диапазон первоначальных значений, полученных при послойных испытаниях на объектах строительства, МПа
ЩПС 0-45 мм (ГОСТ Р 70458)	265	200-330
Щебень фракции 31,5 – 63 мм по ГОСТ 32703, расклинованный фракционным мелким щебнем	350	160-270 (390*) Модуль упругости материала получен на смеси фракций 31,5-63 мм и 16-31,5 мм
ЩГПС, обработанные неорганическими вяжущими по ГОСТ Р 70455, марки М40	600	Более 1200
ОМС К по ГОСТ Р 70197.1	700	650-750
ОМС М по ГОСТ Р 70197.1	900	780-950

Исследование влияния укрепленного слоя на влажность грунта и транспортно - эксплуатационное состояние автомобильной дороги





130 лет создаем движение