



сотерра
ИНЖИНИРИНГ

Применение геосинтетических материалов при конструировании жестких дорожных одежд

К. И. Вачнадзе - Секретарь Российского Отделения IGS, Зам. Директора

А. В. Кузнецова - Ведущий инженер

А. В. Вершинин - Проектный менеджер

Первые шаги в дорожном строительстве

НДО

1824



1839



1870



ЖДО

1873



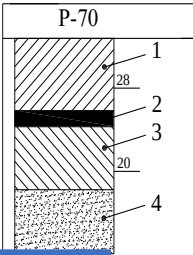
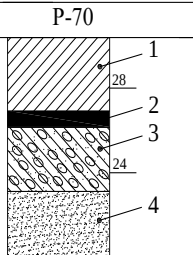
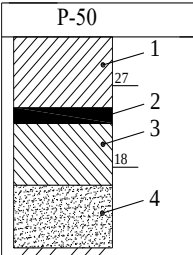
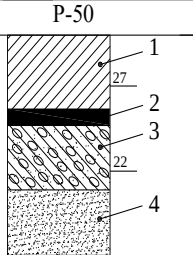
1890



1891



Типовые конструкции жестких дорожных одежд

Ресурс конст- рукции дорожной одежды		Типовые конструкции жестких дорожных одежд					
Р-70		Конструкция дорожной одежды					
		1	Бетон тяжелый класса Btb=4.4 по ГОСТ 26633			1	Бетон тяжелый класса Btb=4.4 по ГОСТ 26633
		2	Пленка полиэтиленовая аэродромная, 200 мк		2	Пленка полиэтиленовая аэродромная, 200 мк	
		3	Жесткий укатываемый бетон В-7.5 по ГОСТ 26633		3	Щебеночно-песчаная смесь обработанная цементом; песок обработанный цементом по ГОСТ 23558	
		4	Песок по ГОСТ 8736		4	Песок по ГОСТ 8736	
Р-50		Конструкция дорожной одежды					
		1	Бетон тяжелый класса Btb=4.4 по ГОСТ 26633			1	Бетон тяжелый класса Btb=4.4 по ГОСТ 26633
		2	Пленка полиэтиленовая аэродромная, 200 мк		2	Пленка полиэтиленовая аэродромная, 200 мк	
		3	Жесткий укатываемый бетон В-7.5 по ГОСТ 26633		3	Щебеночно-песчаная смесь обработанная цементом; песок обработанный цементом по ГОСТ 23558	
		4	Песок по ГОСТ 8736		4	Песок по ГОСТ 8736	

45-60МПа

TECHNICAL DATA SHEET – MAPPING



Deformed slabs resting on settling foundations



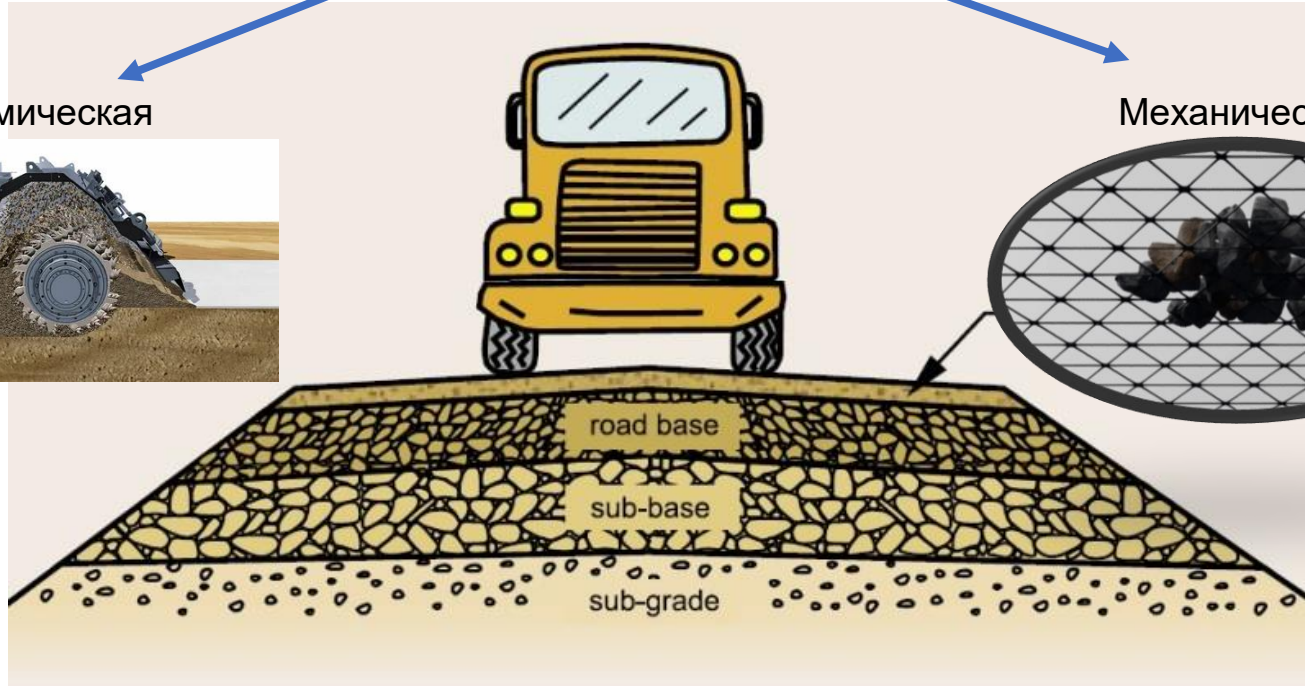
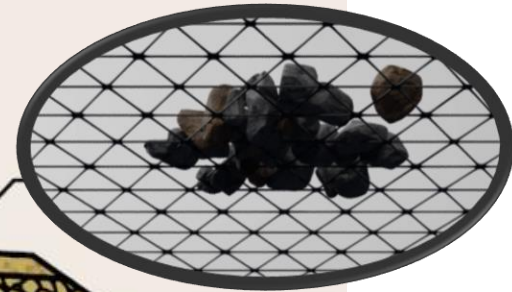
Foot prints on a severely polished section

СТАБИЛИЗАЦИЯ

Химическая



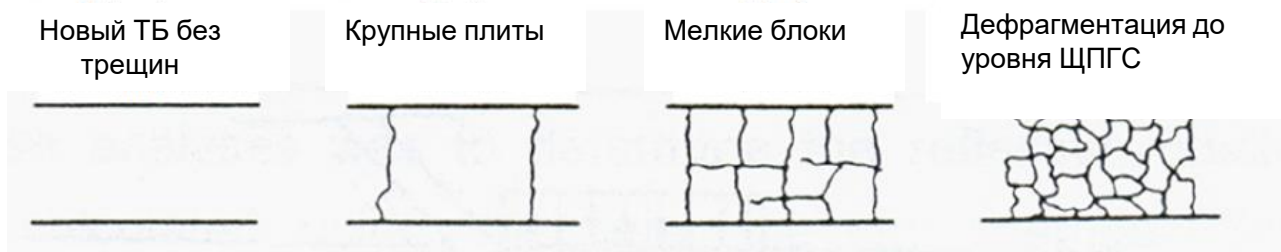
Механическая



Химическая стабилизация.

Конструирование ДО: Перераспределение нагрузки через цементные слои

В процессе эксплуатации тощий бетон разрушается. **Вно это не означает, отказа нижнего слоя! Он продолжает работать также, как и несвязанный слой из ЩПГС..**



4.9 В типовых конструкциях жестких дорожных одежд приняты расчетные модули упругости для щебеночно-песчаной смеси, обработанной цементом М 60, — 800 МПа, щебеночно-песчаной смеси С 5 — 260 МПа, укатываемого бетона — 1200 МПа.

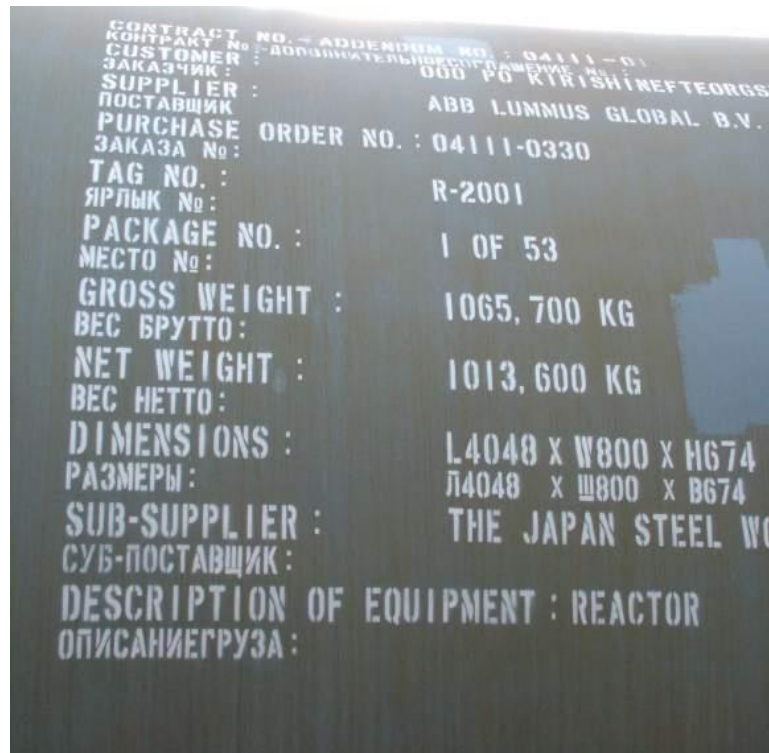
Параметры ТБ в процессе растрескивания

Лр.	Класс прочности		1-я стадия – без трещин		2-я стадия – с трещинами (Проектная)		
	Цемент	Зола и прочие виды вяжущих			Большие плиты	Мелкие блоки	К пуассона
			Е, МПа	ν	Е, МПа	Е, МПа	ν
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	C3/4	C3/4	4 800	0,25	2 000	400	0,30
2.	C5/6	C6/8	7 200	0,25	2 500	500	0,30
3.	C8/10	C9/12	15 100	0,25	3 000	600	0,30

Киришский НПЗ (Ленинградская область)

Проблема

- Слабые обводненные грунты
- Многоосная нагрузка
- Максимальный вес груза 1100 т
- Конструкция покрытия из сборного ж/б



Киришский НПЗ (Ленинградская область)



Киришский НПЗ (Ленинградская область)



Проблема продольных трещин в бетоне и асфальтобетоне

Основная причина – присутствие водонасыщенные грунтов



Исследование Техасского Университета, США

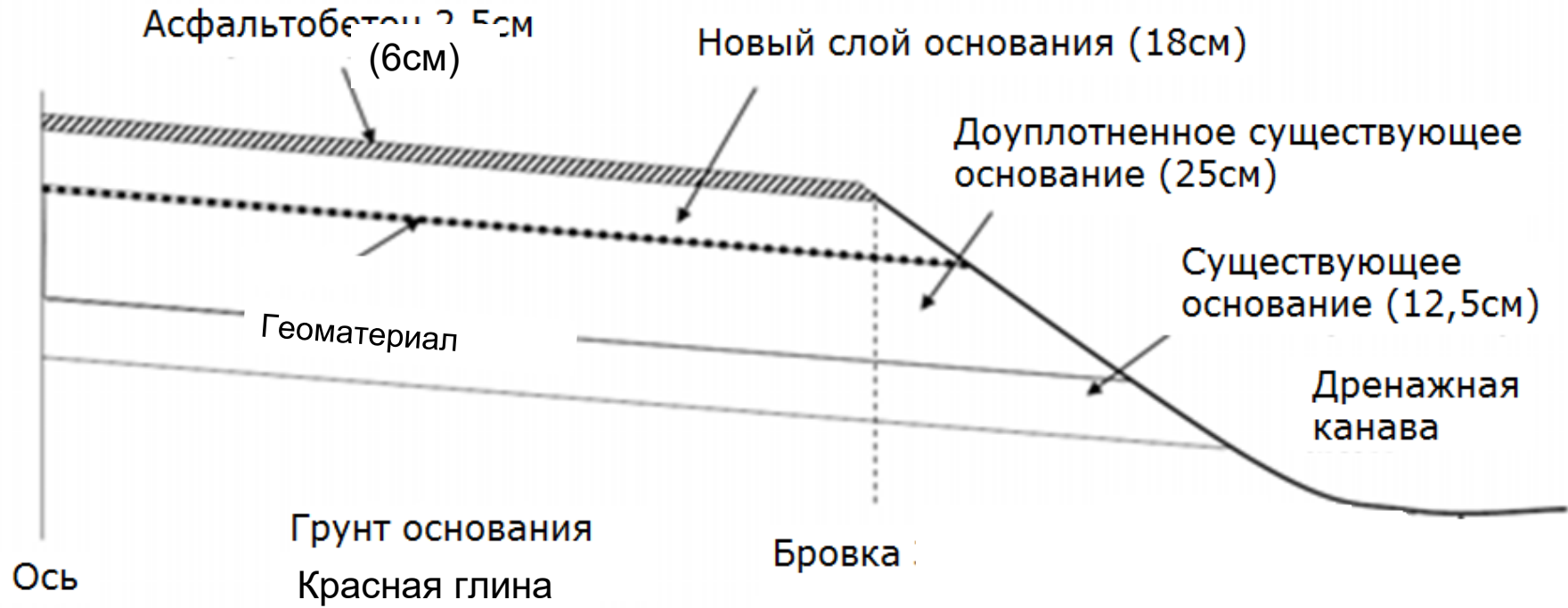
- Исследование было выполнено под руководством профессора Хорхе Зонберга
- Выбрана а.д. FM2, проходящая по участку с набухающими грунтами
- Выделено 32 секции
- Обследования проводились в течение 2006-2012 годов
- Замер % площади покрытия с наличием продольных и краевых трещин

32 секции на дороге FM2

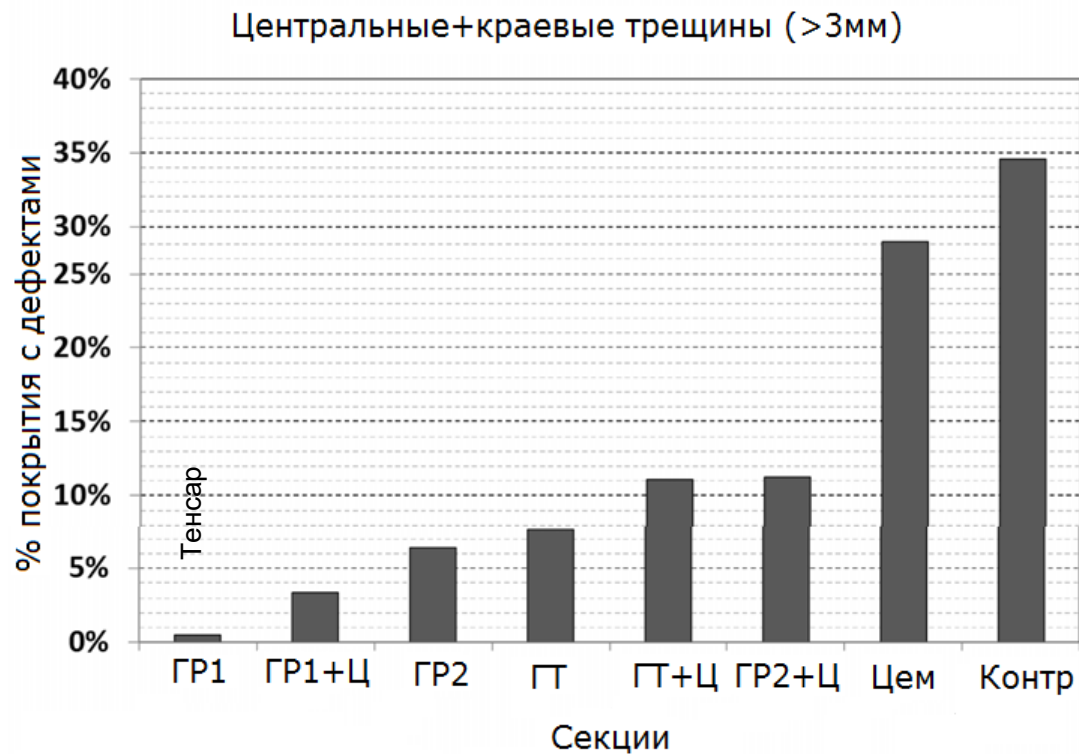
- 1.Контрольный (Cont)
- 2.Цементная стабилизация (LM)
- 3.Тенсар г/р (GG PP)
- 4.Тенсар г/р+Цемент (GG PP+ LM)
5. Полиэфирная г/р (GG PET)
6. Полиэфирная г/р +Цемент (GG PET+LM)
7. Геотекстиль (GT)
- 8.Геотекстиль+Цемент (GT+LM)

↓		↑	
K6 -1		K1 -1	
1Wa	Cont	2Ea	GG PP
2Wa	GG PP	3Ea	GG PET
3Wa	GG PET	4Ea	GT
4Wa	GT	1Ea	Cont
5Wa	Cont+LM	5Ea4	Cont+LM
5Wa2	Cont+LM	5Ea3	Cont+LM
5Wa3	Cont+LM	5Ea2	Cont+LM
5Wa4	Cont+LM	5Ea	Cont+LM
2Wb	GG PP	4Eb	GT
1Wb	Cont	1Eb2	Cont
3Wb	GG PET	1Eb	Cont
4Wb	GT	2Eb	GG PP
K6 -2		K1 -2	
5Wb	Cont+LM	7Eb	GG PET+LM
6Wb	GG PP+LM	8Eb	GT+LM
7Wb	GG PET+LM	5Eb	Cont+LM
8Wb	GT+LM	6Eb	GG PP+LM
↓		↑	

Конструкция дорожной одежды



Итоговый график

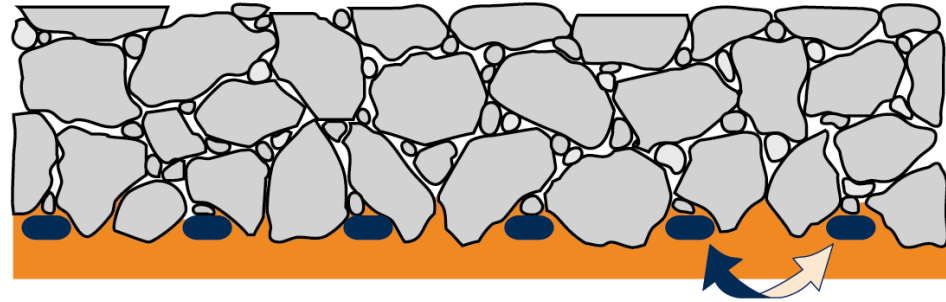


Стабилизация

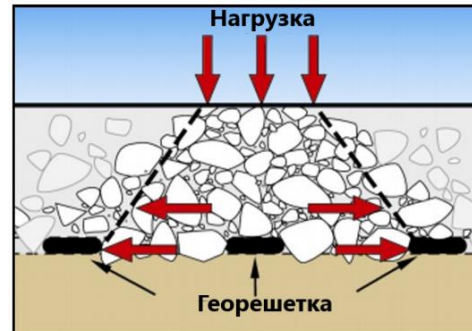
- Химическая



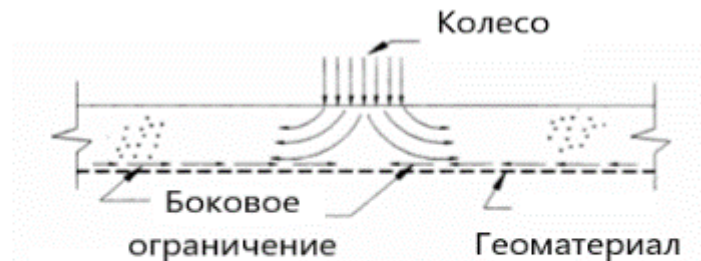
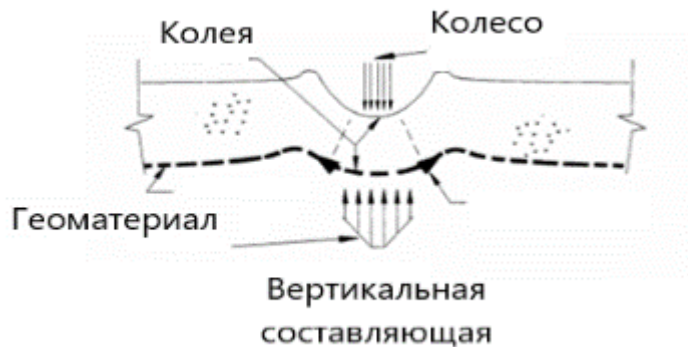
- Механическая



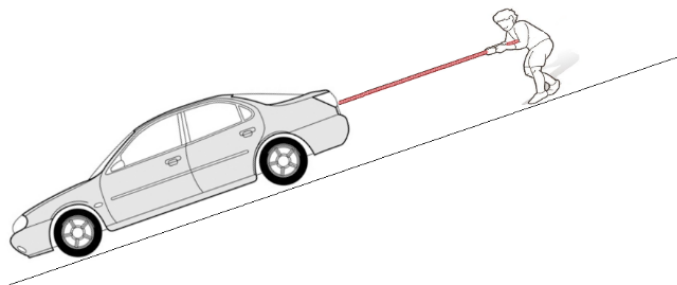
Заклинка в ячейках георешетки



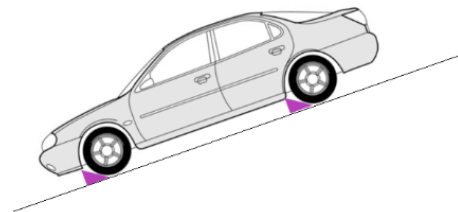
Принцип работы геосинтетического материала для усиления основания



Haliburton et al. (1981)



Армирование
Требуется натяжение

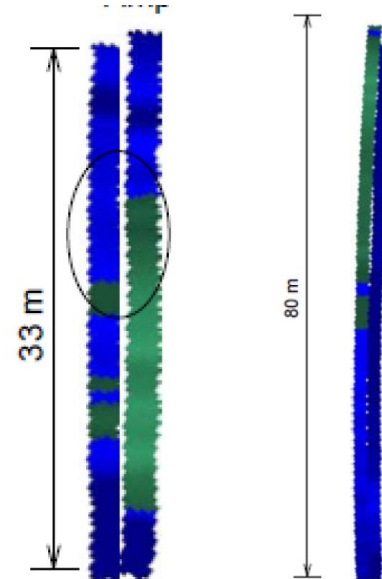
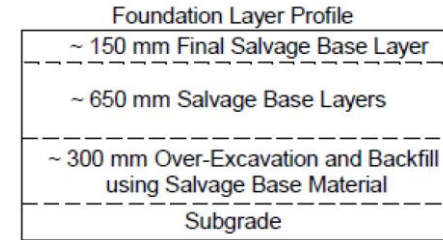
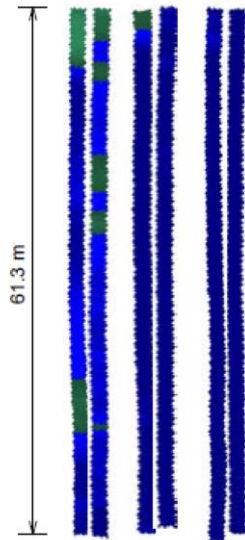
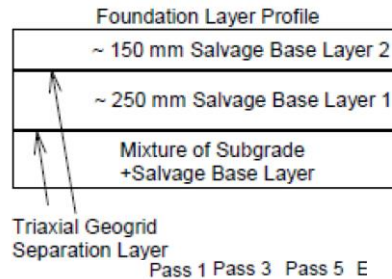
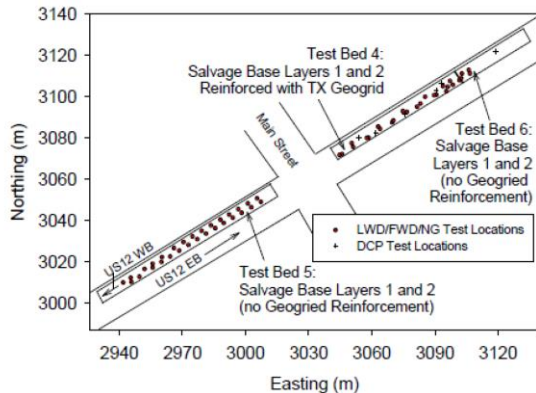


Стабилизация
Ограничение перемещения

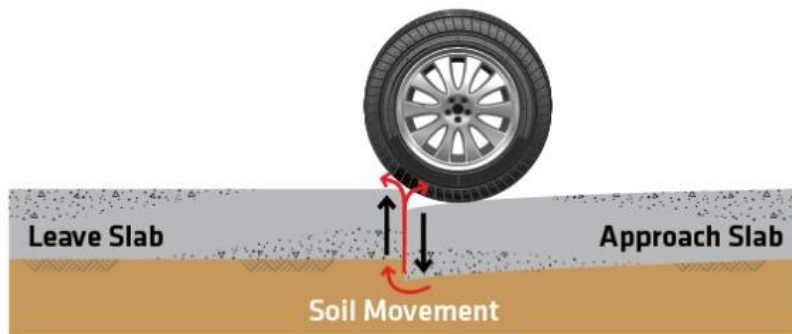
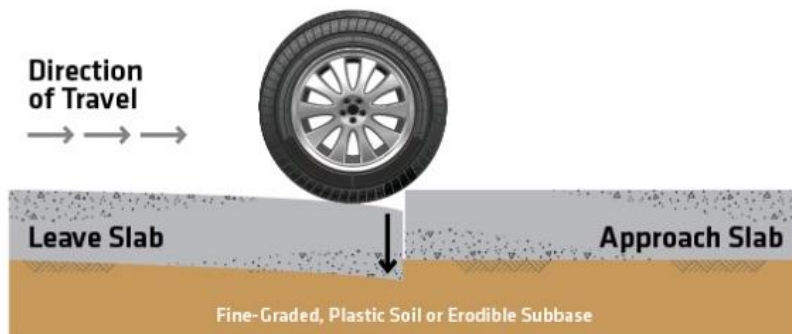
Интеллектуальное уплотнение



Каток Caterpillar CS563E с системой IC



Усиление основания в зоне швов



Усиление основания в зоне швов

Циклическая штамповая установка

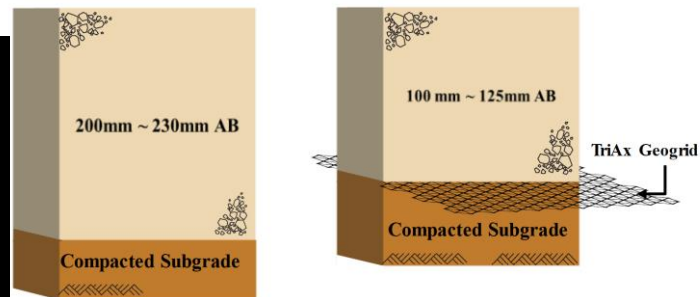


Figure 2 – Cross-Sections evaluated by APLT

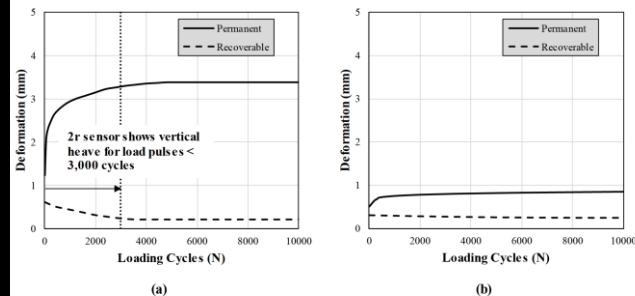


Figure 4. (a) Control Section 210mm (8.25-inch) of base (b) 114mm (4.5-inch)

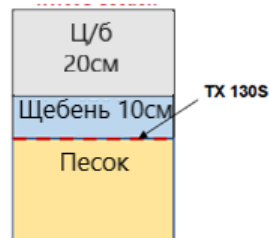
Повышение жесткости щебня



Контрольная секция

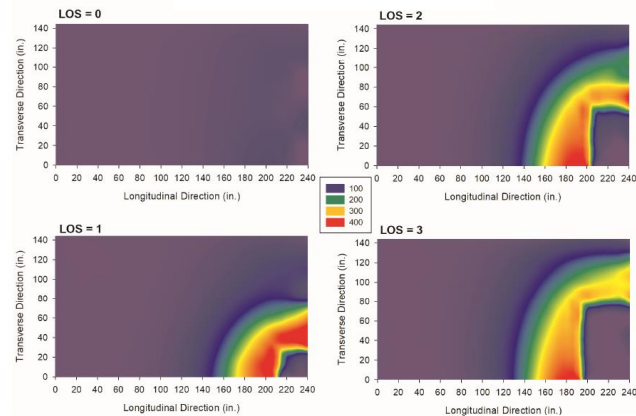


Секция с георешеткой



Главные напряжения

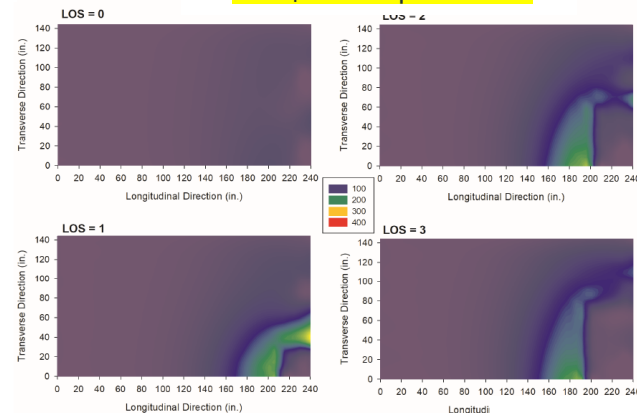
Контрольная секция



Ресурс – 20998 авт

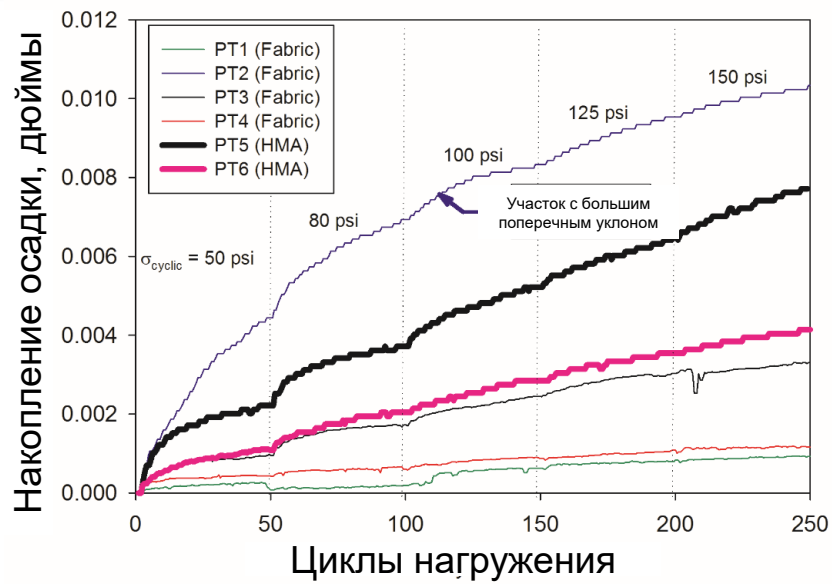
Главные напряжения

Секция с георешеткой



Ресурс – >1000000 авт

На покрытия – сравнительные испытания конструкций

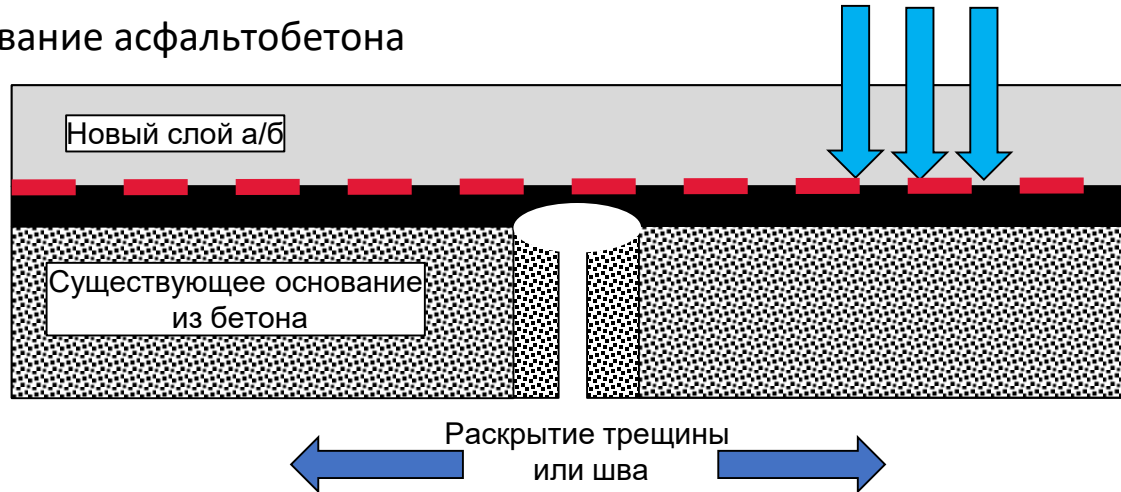


Асфальтобетон поверх бетона



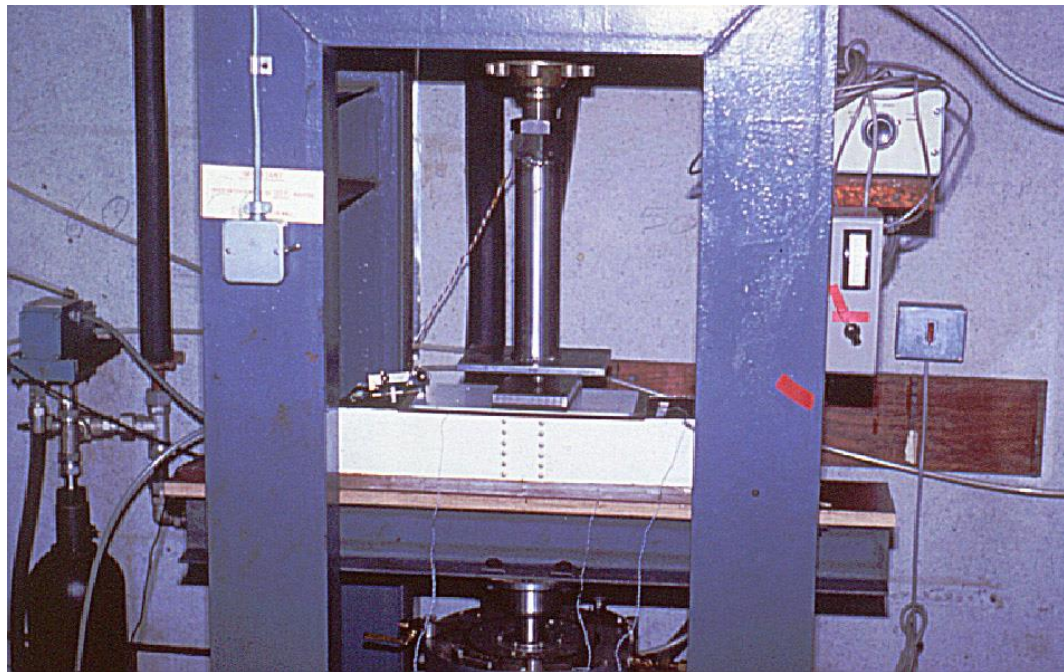
Прерывание напряжений, гидроизоляции, армирование

- Армирование асфальтобетона

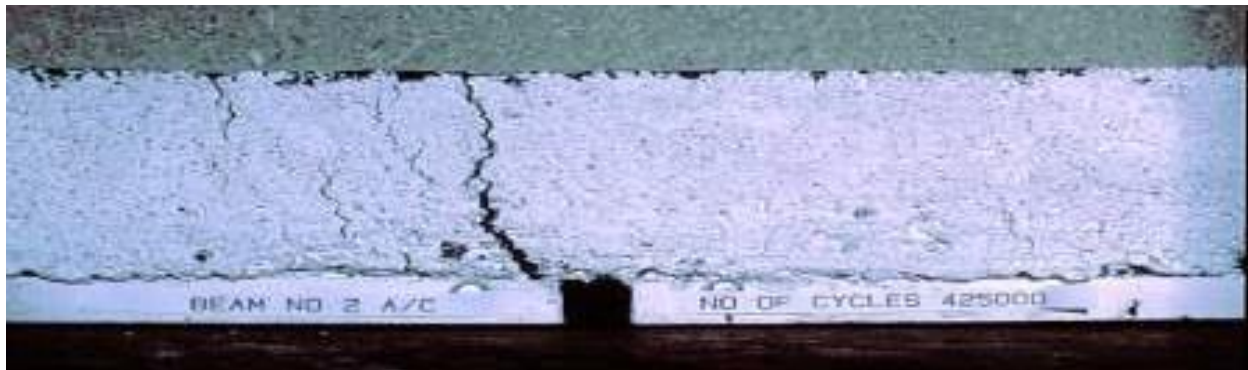


Отраженные трещины - испытания на изгиб

Установка Ноттингемского Университета моделирует изгиб покрытия

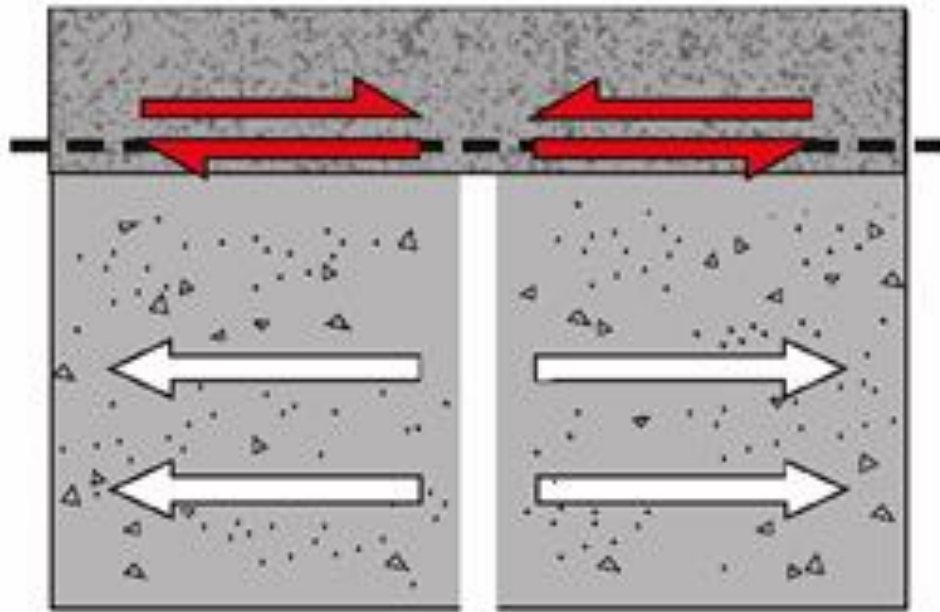


Отраженные трещины - испытания на изгиб



Армированные = 1,090,000 циклов = цельность

Отраженные температурные трещины



Отраженные температурные трещины

- Испытания при -5°C .
- Раскрытие шва на 2 мм.

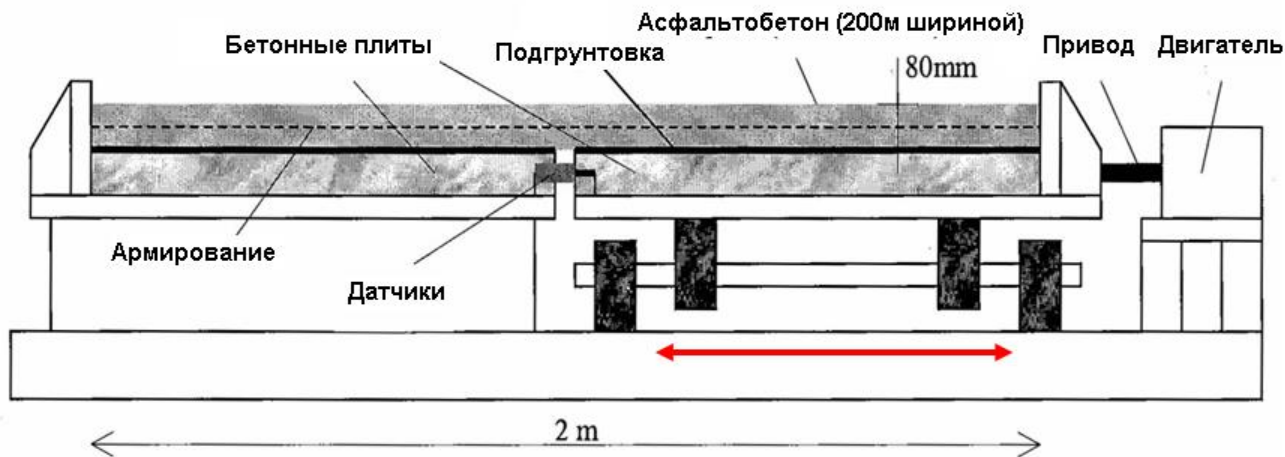


Figure 42: The Thermal Crack Simulation Apparatus

Отраженные трещины - результат



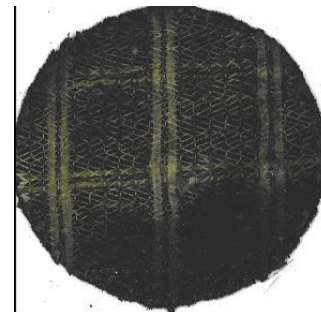
Армирование асфальтобетона

В феврале 2008 года произведен отбор кернов в покрытии, прослужившем 10 лет со времени ремонта и укладки геокомпозита



Армирование асфальтобетона

Подгрунтовка – 1л/м.кв.



Заключение

Понимание механизма работы геосинтетических материалов и их правильное применение позволяют:

- Создать равнопрочный нижний слой дорожной одежды, который сохранит свои свойства на протяжении проектного срока службы
- Улучшить качество уплотнения и снизить сроки строительства
- Снизить влияние человеческого фактора в процессе строительства
- Увеличить ресурс эксплуатации бетонного покрытия в зоне швов
- Замедлить распространение отраженных трещин при устройстве асфальтобетонных слоев износа поверх бетонных покрытий
- **ВАЖНО: правильно выбрать вид геосинтетического материала!**

Спасибо за внимание!