



РОСДОРНИИ

Концепция увеличения сроков службы дорожных конструкций

Кулижников Александр Михайлович,
Начальник управления методов проектирования
автомобильных дорог
ФАУ «РОСДОРНИИ»



План выступления

2

- 1 **Концепции проектирования дорожных одежд**
- 2 **Концепция увеличения сроков службы дорожных одежд**
- 3 **Основные положения концепции увеличения сроков службы дорожных одежд**
- 4 **Требования к грунтам земляного полотна и материалам дополнительного слоя основания дорожной одежды**
- 5 **Выводы**



РОСДОРНИИ



Из материалов Счетной палаты по внедрению новых технологий в дорожном строительстве (от 29 июля 2021 года):

- менее чем через 5 лет после завершения ремонта дороги Р-255 «Сибирь» Новосибирск – Кемерово – Красноярск – Иркутск на участке км 1371+975 – км 1375+338 при содержании участка потребовались восстановительные работы, которые можно отнести к ремонту;

- через 4 года после завершения ремонта автомобильной дороги А-147 Джугба-Сочи-граница с Республикой Абхазия по участкам км 172-182 – км 172-280, км 172+298+380 при содержании участков фактически выполнялись ремонтные работы;

- через 6 лет после завершения ремонтных работ на участке км 367+000 – км 378+00 автомобильной дороги Р-404 Тюмень – Тобольск – Ханты-Мансийск потребовались восстановительные работы.

Это было зафиксировано при установленном нормативном межремонтном сроке 12 лет.



Известные концепции проектирования дорожных одежд

4

- 1 «Концепция вечных автомобильных дорог»
- 2 «Концепция выполнения действующих нормативно-технических требований»
- 3 «Концепция технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд»
 - по минимальным единовременным (строительным) затратам
 - по минимальным интегральным дисконтированным затратам (единовременным + разновременным) за срок сравнения вариантов (жизненный цикл дорожной одежды)
- 4 «Концепция повышения эксплуатационной надежности»
- 5 «Концепция выбора одного наиболее существенного критерия»



Анализ концепций проектирования дорожных одежд в нормативных документах

Нормативный документ	Суть проектирования дорожных одежд	Концепция
«Концепция вечных дорожных одежд», Альянс асфальтобетонных покрытий в США, 2000 г.	Вечные дорожные одежды, должны быть запроектированные и построенные так, чтобы они служили не менее 50 лет без капитального ремонта или реконструкции. Повреждения допускаются только в самом верхнем слое, который периодически обновляется	Концепция вечных дорожных одежд
Типовые конструкции дорожных одежд, ГП «РОСДОРНИИ», 2006 г.	Дорожные одежды должны отвечать требованиям прочности и морозоустойчивости, а также позволять при последующих ремонтных работах иметь только небольшие затраты по замене изношенных слоев покрытия. Для обеспечения транспортно-эксплуатационных характеристик дорожной одежды, это достигается устройством мощных оснований (I-II классов прочности, как из каменных и укрепленных каменных материалов, так и дренирующих и морозозащитных слоев).	Концепция вечных дорожных одежд
ОДМ 218.2.104-2019 Альбом типовых конструкций нежестких дорожных одежд в различных дорожно-климатических зонах. МАДИ (ГТУ)	Дорожные одежды должны обеспечивать нормативные сроки службы по следующим критериям: допускаемому упругому прогибу, сопротивлению сдвигу в подстилающем грунте и слоях из малосвязных материалов, сопротивлению монолитных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе, морозоустойчивость и осушение.	Концепция выполнения требований действующих нормативно-технических документов
ПНСТ 390-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Типовые конструкции. ФАУ РОСДОРНИИ	Дорожную одежду необходимо предусматривать только в комплексе проектирования с земляным полотном и системой водоотвода и при условии обеспечения руководящей отметки - возвышения поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод или поверхностных вод.	Концепция выполнения требований действующих нормативно-технических документов
ГОСТ Р 59628-2021. Дороги авто мобильные общего пользования. Жесткие дорожные одежды. Типовые конструкции. МАДИ (ГТУ)	Заложен принцип, при котором из многообразия факторов, влияющих на параметры конструкции, выбирают наиболее существенный и в зависимости от его величины назначают конструкцию дорожной одежды.	Концепция выбора одного наиболее существенного критерия
СТО АВТОДОР 2.25-2016. Каталог типовых конструкций нежесткой дорожной одежды для автомобильных дорог ГК «АВТОДОР»	Выбор дорожной одежды необходимо производить исходя из требуемого уровня надежности, категории дороги, суммарного числа приложения расчетных осей, климатических условий.	Концепция выполнения требований действующих нормативно-технических документов
ПНСТ 542-2021. Дороги авто мобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования.	Дорожные одежды должны быть не только прочными и надежными в эксплуатации, но экономичными и наименее материалоемкими, особенно по расходу дорогостоящих материалов и энергоресурсов, а также должны соответствовать экологическим требованиям. Тип покрытия и выбор конструкций дорожных одежд обосновывают технико-экономическими расчетами.	Концепция выполнения требований действующих нормативно-технических документов Концепция технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд
«Нормы и правила по стандартизации конструкций дорожных одежд» (RStO 01), Германия, 2001	Технически пригодные и экономичные конструкции дорожных одежд учитывают, прежде всего, функцию дорожного покрытия, транспортную нагрузку, положение дорожного покрытия на местности, грунтовые условия, конструкцию и состояние ремонтируемого покрытия, а также условия прохождения вне и внутри населенных пунктов.	Концепция выполнения требований действующих нормативно-технических документов Концепция технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд

Концепция увеличения сроков службы дорожных одежд

6

«Концепция увеличения сроков службы дорожных одежд =
«Концепция вечных автомобильных дорог» +
«Концепция повышения эксплуатационной надежности» +
«Концепция выбора одного наиболее существенного критерия»

Изменения ровности автомобильной дороги

Показатель продольной ровности	Период эксплуатации автомобильной дороги I категории		
	При приемке объекта в эксплуатацию и в 1 год эксплуатации	2 год	3 год
по толчкомеру, см/км	55	65	75
по IRI, м/км	1,4	1,6	1,9



Концепция увеличения сроков службы дорожных одежд

7

Конструкция дорожной одежды должна быть запроектирована

- под расчетные нагрузки и расчетную интенсивность движения;
- **напряженно-деформированное состояние и расчетные характеристики материалов и грунтов должны быть назначены с учетом сроков службы дорожной одежды;**
- запроектирована:
 - в комплексе с земляным полотном и системой водоотвода;
 - с учетом обеспечения требований прочности и морозоустойчивости;
 - **с учетом обеспечения эксплуатационной надежности (продольной и поперечной ровности, истирания и износа материала покрытия);**
- должна иметь мощные основания из каменных и укрепленных каменных материалов;
- **должна быть эффективной для выполнения ремонтных работ (чтобы в процессе эксплуатации нуждалось только в замене верхних изношенных слоев покрытия).**



Концепция увеличения сроков службы дорожных одежд. Что надо учесть

8

- как изменяются свойства материалов и грунтов за срок службы дорожной одежды (при этом принимать расчетные характеристики материалов и грунтов, которые будут не в первый год эксплуатации дороги, а их осредненные значения за период эксплуатации);
- как изменяется напряженно-деформированное состояние дорожной одежды с учетом изменения свойств материалов и грунтов, а также под воздействием динамической нагрузки и природно-климатических факторов (при этом принимать напряженно-деформированное состояние, которое будет не в первый год эксплуатации дороги, а осредненное состояние за период эксплуатации);
- как изменяется морозоустойчивость грунтов в процессе эксплуатации дорожной конструкции (при этом учитывать заиливание грунтов и снижение коэффициента морозоустойчивости);
- как изменяется работа материалов дополнительных слоев основания по осушению дорожной одежды (при этом учитывать заиливание материалов дренирующих слоев и снижении коэффициента фильтрации) и
Т.д.



Анализ требований к грунтам рабочего слоя земляного полотна

9

Нормативный документ	Требования к грунтам рабочего слоя земляного полотна	Примечание
«Нормы и правила по стандартизации конструкций дорожных одежд» (RStO 01), Германия, 2001	Модуль деформации на поверхности рабочего слоя земляного полотна составляет 45 МПа, модуль деформации на поверхности основания (морозозащитного, дренажного слоев) должен быть 100-120 МПа.	Представлены требования к минимальному модулю упругости на поверхности основания (морозозащитного, дренажного слоев) 100-120 МПа.
Типовые конструкции дорожных одежд, ГП «РОСДОРНИИ», 2006 г.	Расчет выполнен для всех видов грунта земляного полотна с расчетными характеристиками из ОДН 218.046-01	Устройство мощных оснований (I-II классов прочности, как из каменных и укрепленных каменных материалов, так и дренажных и морозозащитных слоев).
ОДМ 218.2.104-2019 Альбом типовых конструкций нежестких дорожных одежд в различных дорожно-климатических зонах.	Расчетный модуль упругости грунта рабочего слоя земляного полотна должен составлять не менее 40 МПа	Несколько занижены требования к расчетному модулю упругости грунта рабочего слоя земляного полотна. Требования не увязаны с дорожно-климатической зоной и схемой по увлажнению.
ПНСТ 390-2020 ДАОП. Нежесткие дорожные одежды. Типовые конструкции.	Расчет выполнен для всех видов грунта земляного полотна с расчетными характеристиками из ПНСТ 265-2018	При пересмотре документа необходимо повысить требования к модулю упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна.
ГОСТ Р 59628-2021. ДАОП. Жесткие дорожные одежды. Типовые конструкции.	Модуль упругости грунта рабочего слоя земляного полотна должен быть не менее 40 МПа. Для участков дороги с более низким модулем упругости рабочего слоя земляного полотна следует добиться его увеличения посредством принятия специальных мер по регулированию водно-теплого режима, а также укрепления или замены грунта. При применении типовых конструкций дорожных одежд следует обеспечить их работу по 1-й расчетной схеме увлажнения.	Несколько занижены требования к модулю упругости грунта рабочего слоя, так как на его поверхности общий модуль упругости будет в ряде случаев меньше 40 МПа. Требования не увязаны с дорожно-климатической зоной и типом местности по увлажнению.
СТО АВТОДОР 2.25-2016. Каталог типовых конструкций нежесткой дорожной одежды для автомобильных дорог	При значениях модуля упругости рабочего слоя земляного полотна менее 45 МПа или фактической влажности грунта более $0,7W_t$ необходимо осуществлять его стабилизацию или укрепление вяжущими веществами. Общий модуль упругости на поверхности дополнительного слоя основания дорожной одежды должен быть не менее 85 МПа.	Представлены требования к минимальному модулю упругости на поверхности дополнительного слоя основания 80 МПа, однако эти требования не дифференцированы в зависимости от дорожно-климатических зон
ПНСТ 542-2021. ДАОП. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования.	Величина общего модуля упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна в зависимости от ДКЗ должна быть не ниже следующих значений: 60 МПа - в ДКЗ I и II; 53 МПа - в ДКЗ III; 45 МПа - в ДКЗ IV, V. Для дорог категорий I-III толщина рабочего слоя земляного полотна должна быть не менее 0,5 м считая от низа конструкции дорожной одежды. При отсутствии в рабочем слое укрепленных или стабилизированных грунтов, рабочий слой в ДКЗ II и III должен состоять из непучинистых или слабопучинистых грунтов.	Приведены дифференцированные требования к минимальному модулю упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна в зависимости от дорожно-климатической зоны. Приведена минимальная толщина рабочего слоя земляного полотна 0,5 м для I-III категорий дорог
СП 34.13330-2021 Автомобильные дороги	Рабочий слой на глубину 1,2 м от поверхности цементобетонных и на глубину 1 м асфальтобетонных покрытий в дорожно-климатической зоне II и на I и 0,8 м соответственно в дорожно-климатической зоне III должен состоять из непучинистых или слабопучинистых грунтов.	Рабочий слой на глубину до 0,8-1,2 м должен состоять из непучинистых или слабопучинистых грунтов.



Требования к модулям упругости на поверхности дополнительного слоя основания

10

Модуль упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна, МПа	Модуль упругости на поверхности дополнительного слоя основания, МПа в зависимости от толщины дополнительного слоя основания из песка среднего, м	
	0,3	0,4
45 (IV-V ДКЗ)	78-79	84-85
53 (III ДКЗ)	83-84	88-89
60 (I-II ДКЗ)	88-89	92-94

Необходимо соблюдение требования к отношению модулей упругости нижнего слоя покрытия и верхнего слоя основания; к отношению модуля упругости материала верхнего слоя основания к модулю упругости на поверхности нижнего слоя основания и т.д. по экспоненциальной зависимости в соответствии с распределением напряжений

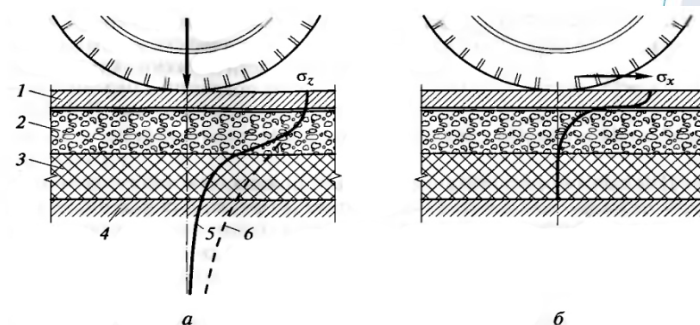


Рис. - Напряжения от колес автомобилей в многослойной дорожной одежде:

a — эпюра вертикальных напряжений σ_z ; *b* — эпюра горизонтальных напряжений σ_x ; 1 — покрытие; 2 — основание; 3 — дополнительный слой основания; 4 — подстилающий грунт; 5 — напряжения в дорожной одежде; 6 — напряжения в однородном грунте

Выводы:

- 1 На сегодняшний день есть примеры, когда дорожные одежды, запроектированные и построенные по действующей нормативно-технической документации, не выдерживают нормативные межремонтные сроки
- 2 Анализ концепций проектирования дорожных одежд показывает, что в действующих нормативно-технических документах в основном используются концепции выполнения действующих нормативно-технических документов и технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд
- 3 Для проектирования дорожных одежд предложена новая концепция увеличения сроков службы дорожных одежд, которая включает в себя лучшие элементы концепций вечных дорог, повышения эксплуатационной надежности и выбора одного наиболее существенного критерия
- 4 Основные положения концепции увеличения сроков службы дорожных одежд: напряженно-деформированное состояние и расчетные характеристики материалов и грунтов должны быть назначены с учетом сроков службы дорожной одежды
- 5 Уделено внимание требованиям к минимальному модулю упругости на поверхности дополнительного слоя основания дорожной одежды 80-90 МПа





РОСДОРНИИ

**Спасибо
за внимание!**

