

Оптимизация затрат на протяжении жизненного цикла автомобильных дорог при строительстве и содержании автомобильных дорог. Опыт Государственной компании «Автодор» на М-12

Ильин Сергей Владимирович,
заместитель начальника Управления технической
политики и инновационных технологий

3 апреля 2025

Мониторинг эффективности – основа технической политики



	Цель	Объект	Выезды в 2024 г.
Снегозаносимость участков, безопасность дорожного движения	Апробация технических решений по снегозаносимости	М-12	декабрь 2023, февраль 2024 23-24 мая 2024
Мониторинг долговечности дорожных одежд	Анализ межремонтных сроков	М-1, М-3, М-4, М-11	сентябрь 2023
Технологии ремонта дорожных одежд (ремонт трещин, ямочный ремонт)	Апробация новых технологий	М-1, М-4	22 июня, 8 августа
Акустические экраны (проблемы коррозии)	Актуализация СТО АВТОДОР 2.9	ЦКАД 1, 3, 4, 5 М-12 «Восток»	30 мая, 18 октября февраль 2024
Ремонт парапетного ограждения (ремонтные смеси, полимерные накладки для ремонта парапетного бетонного ограждения)	Апробация новых технологий	ЦКАД 3	30 мая, 18 октября
Деформационные швы и пришовные зоны. Оценка состояния различных конструкций деформационных швов	разработка СТО АВТОДОР	ЦКАД, М-11 ЦКАД 3, М-12	22 июня, 8 августа, 18 октября
Композитные перильные ограждения. Инструментальная оценка (цвет, дефекты) поведения композитных конструкций дорожной инфраструктуры (ограждение, лотки)	Инструментальная оценка композитных конструкций, корректировка СТО АВТОДОР	М-4 «Дон», ЦКАД 3	16-17 мая 03-04 октября
Технологии укрепления откосов, озеленение и укрепления откосов биогрунтом	Апробация новых технологий	М-4 км 200- км 650 М-12 «Восток»	01 июня 25 мая, 18 октября
Опоры освещения (фундаменты из монолитного цементобетона, совмещение с акустическими экранами), ударобезопасные опоры	Апробация новых технологий	ЦКАД 3, 4, М-12 «Восток»	18 октября
Туалеты, объекты сервиса	Утвержден СТО АВТОДОР 2.37	ЦКАД, М-12	30 мая, 18 октября
Защитное ограждение от животных (композитные стойки, полимерное покрытие)	Актуализация СТО АВТОДОР	М-11, ЦКАД, М-12	22 июня, 18 октября 23-24 мая 2024



Разработан: **Перечень технических решений, рекомендуемых к применению при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, ремонте и комплексном обустройстве автомобильных дорог Государственной компании «Автодор»** (проезжая часть; водоотведение; освещение; элементы обустройства; барьерное ограждение, шумозащитные экраны; светофорные объекты; АСУДД; АПВГК; искусственные сооружения)

- мониторинг климатических параметров (около 100 дорожных метеостанций на всей сети дорог);
- мониторинг качества воздуха (на км 743 М-4 (Воронежская область) установлена станция мониторинга воздуха, которая в режиме реального времени выполняет мониторинг концентраций пылевидных частиц и газообразных вредных веществ);
- анализ ущерба дорожной инфраструктуре вызванного природными явлениями (температура, осадки, туманы, пожары) (21 зонд дорожных одежд в части оценки температур и влажности (М-4, М-11))
- применение вторичных материалов;
- актуализация технической политики.

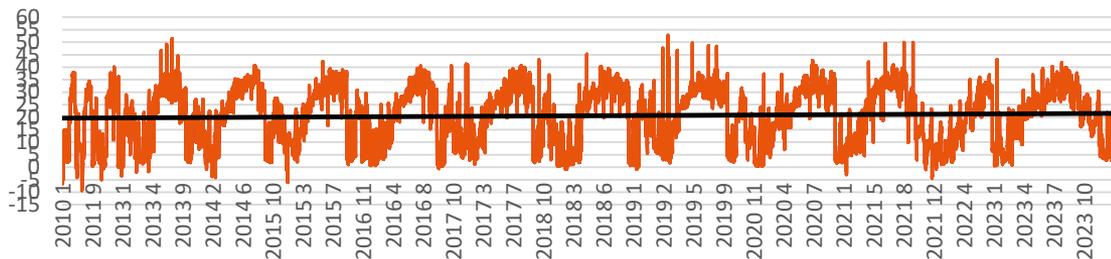
Измеряемые параметры:

взвешенные вещества
PM2.5, PM10

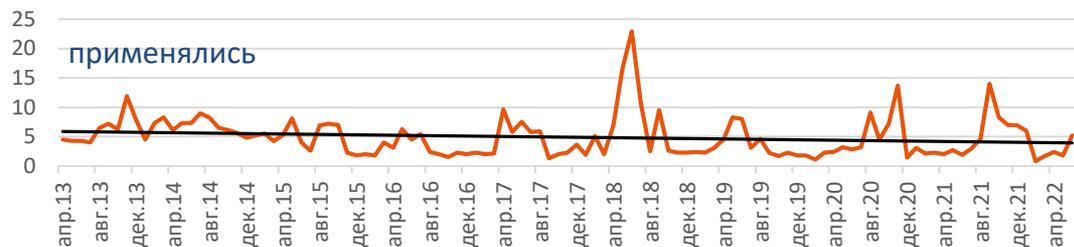
газы
CO, NO₂, O₃, SO₂, H₂S



Максимальная месячная температура, град. Цельсия



Максимальные осадки, мм/час



Типовые технические решения для проектирования автомобильных дорог



ТИПОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

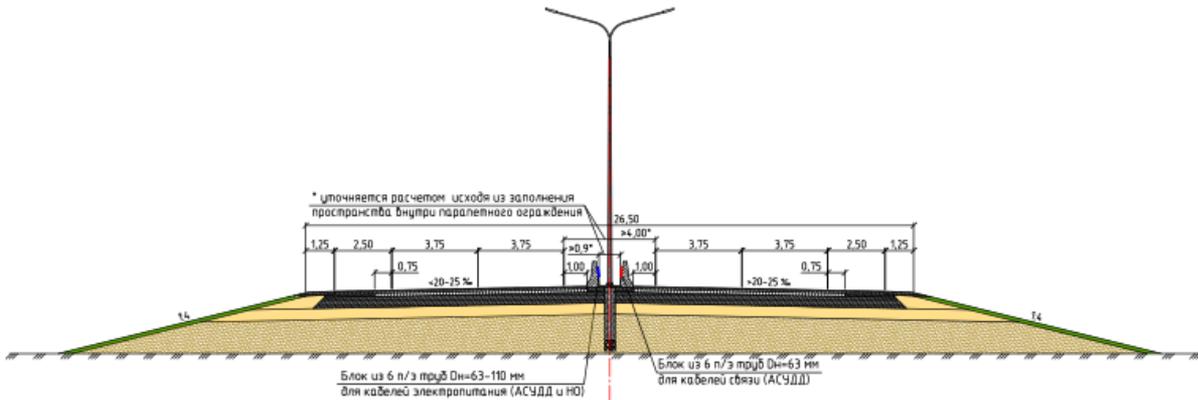
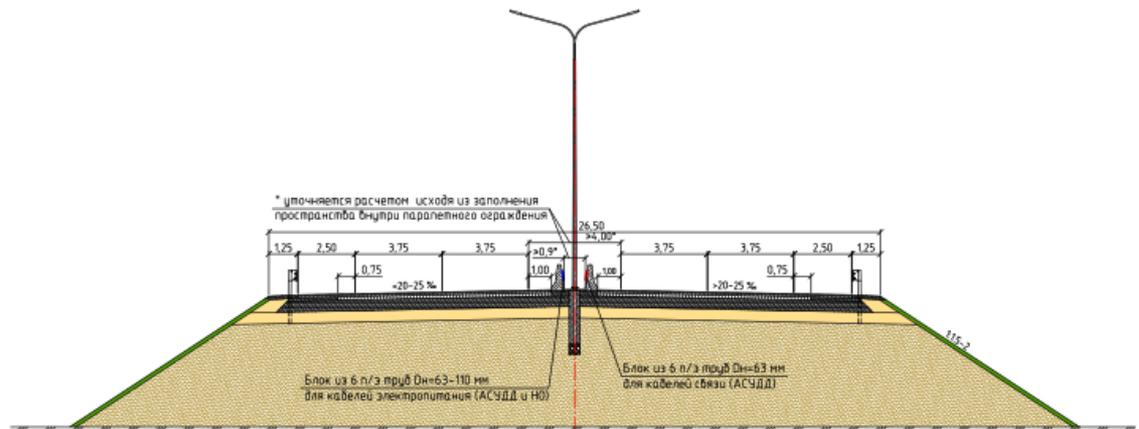
Москва 2025

ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ:

- разработаны на основе положительного опыта Государственной компании «Автодор», а также на основе анализа эксплуатационной долговечности дорог, мостовых сооружений причин образования дефектов, отечественного и зарубежного опыта их предупреждения;
- дополнены ссылками на объекты, где такие решения применены и проектная документация может быть использована повторно;
- распространяются на объекты нового строительства и реконструкции. Отдельные технические решения могут применяться также в рамках капитального ремонта.

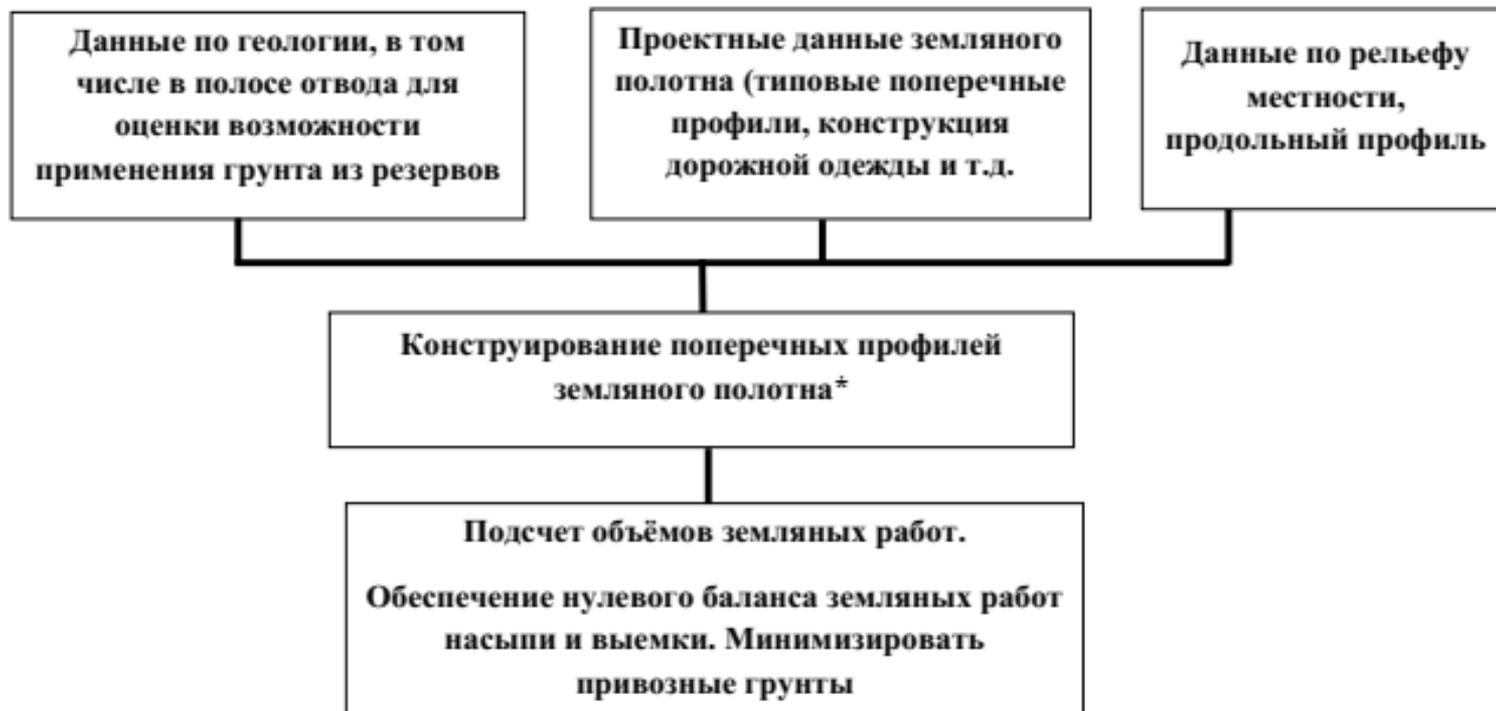
Типовые технические решения для проектирования автомобильных дорог

Таблица 2. Рекомендуемые типовые поперечные профили автомобильной дороги I категории

	Поперечный профиль	Технико-экономическая эффективность
<p>Рис.1 Поперечный профиль автомобильной дороги с высотой насыпи до 3-х метров</p>	 <p>* уточняется расчетом исходя из заполнения пространства внутри параллельного ограждения</p> <p>Блок из 6 п/з труб Dn=63-110 мм для кабелей электропитания (АСУДД и НО)</p> <p>Блок из 6 п/з труб Dn=63 мм для кабелей связи (АСУДД)</p>	<p>Плюсы - кабельная канализация в разделительной полосе внутри парапетного ограждения (ранее - в полосе отвода);</p> <ul style="list-style-type: none"> - опоры освещения внутри разделительной полосы, уменьшение количества опор в два раза; - исключается боковое металлическое ограждение.
<p>Рис.2 Поперечный профиль автомобильной дороги с высотой насыпи более 3-х метров</p>	 <p>* уточняется расчетом исходя из заполнения пространства внутри параллельного ограждения</p> <p>Блок из 6 п/з труб Dn=63 мм для кабелей связи (АСУДД)</p>	<p>Плюсы - кабельная канализация в разделительной полосе внутри парапетного ограждения (ранее - в полосе отвода);</p> <ul style="list-style-type: none"> - опоры освещения внутри разделительной полосы, уменьшение количества опор в два раза.

Типовые технические решения для проектирования автомобильных дорог

Алгоритм конструирования земляного полотна



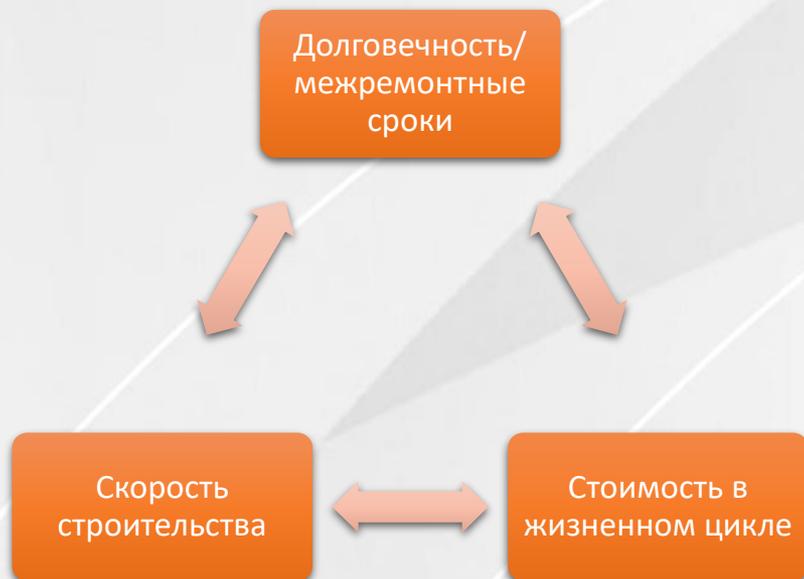
* - После снятия растительного слоя, в том числе в выемках рекомендуется обеспечить предварительную глубокую консолидацию (уплотнение) основания импактором, с последующим профилированием и уплотнением грунтовыми гладковальцовыми катками.

- Обеспечить стабилизацию верха земляного полотна в пределах выемки, что позволит избежать подкюветного дренажа.

Минимизирует транспортные расходы на привозные материалы

Типовые технические решения для проектирования автомобильных дорог

	Поперечный профиль	Технико-экономическая эффективность																																																												
<p>Рис.4а Земляное полотно/Дорожная одежда</p>	<p>Принципиальные конструкции дорожных одежд</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Вариант 1 Стоимость 129%</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">№УСЛОЕВ</th> <th style="width: 65%;">Наименование конструктивных слоев</th> <th style="width: 30%;">Схема конструкции, толщина слоев, см</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> </td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Щебочно-песчаная смесь 0/163, размер зерен 63 мм (ГОСТ Р 70458-2022)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Мелкий песок с содержанием пылевого-глинистой фракции св. 1% до 5% (ГОСТ 32730)</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Вариант 2 Стоимость 120%</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">№УСЛОЕВ</th> <th style="width: 65%;">Наименование конструктивных слоев</th> <th style="width: 30%;">Схема конструкции, толщина слоев, см</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> </td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Щебочно-гравийно-песчаная смесь, обогащенная неорганическими вяжущими М60 (ГОСТ Р 70455)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Щебочно-песчаная смесь 0/163, размер зерен 63 мм</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Рекомендуемый Вариант 3 Стоимость 110%</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">№УСЛОЕВ</th> <th style="width: 65%;">Наименование конструктивных слоев</th> <th style="width: 30%;">Схема конструкции, толщина слоев, см</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> <td rowspan="6" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> </td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Щебочно-гравийно-песчаная смесь, обогащенная неорганическими вяжущими М60 (ГОСТ Р 70455)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Рекомендуемый Вариант 4 Стоимость 100%</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">№УСЛОЕВ</th> <th style="width: 65%;">Наименование конструктивных слоев</th> <th style="width: 30%;">Схема конструкции, толщина слоев, см</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> <td rowspan="6" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> </td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М60 (ГОСТ Р 70452)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>	№УСЛОЕВ	Наименование конструктивных слоев	Схема конструкции, толщина слоев, см	1	SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)		2	SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)	3	SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)	4	Щебочно-песчаная смесь 0/163, размер зерен 63 мм (ГОСТ Р 70458-2022)	5	Мелкий песок с содержанием пылевого-глинистой фракции св. 1% до 5% (ГОСТ 32730)	№УСЛОЕВ	Наименование конструктивных слоев	Схема конструкции, толщина слоев, см	1	SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)		2	SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)	3	SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)	4	Щебочно-гравийно-песчаная смесь, обогащенная неорганическими вяжущими М60 (ГОСТ Р 70455)	5	Щебочно-песчаная смесь 0/163, размер зерен 63 мм	№УСЛОЕВ	Наименование конструктивных слоев	Схема конструкции, толщина слоев, см	1	SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)		2	SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)	3	SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)	4	Щебочно-гравийно-песчаная смесь, обогащенная неорганическими вяжущими М60 (ГОСТ Р 70455)	5	Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)	6	Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)	№УСЛОЕВ	Наименование конструктивных слоев	Схема конструкции, толщина слоев, см	1	SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)		2	SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)	3	SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)	4	Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М60 (ГОСТ Р 70452)	5	Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)	6	Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)	<p>Приведен расчет дорожных одежд:</p> <ul style="list-style-type: none"> - автомобильная дорога I категории; - II дорожно-климатическая зона, Московская область; - 110 млн. приложений расчетной нагрузки. <p>Рекомендуются конструкции дорожных одежд с применением в основании и дополнительных слоях основания материалов, обработанных комплексными или минеральными вяжущими (органические смеси, ЦПС, грунты), с стабилизацией/укреплением грунта рабочего слоя земляного полотна.</p>
	№УСЛОЕВ	Наименование конструктивных слоев	Схема конструкции, толщина слоев, см																																																											
	1	SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																												
	2	SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																												
3	SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																													
4	Щебочно-песчаная смесь 0/163, размер зерен 63 мм (ГОСТ Р 70458-2022)																																																													
5	Мелкий песок с содержанием пылевого-глинистой фракции св. 1% до 5% (ГОСТ 32730)																																																													
№УСЛОЕВ	Наименование конструктивных слоев	Схема конструкции, толщина слоев, см																																																												
1	SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																													
2	SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																													
3	SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																													
4	Щебочно-гравийно-песчаная смесь, обогащенная неорганическими вяжущими М60 (ГОСТ Р 70455)																																																													
5	Щебочно-песчаная смесь 0/163, размер зерен 63 мм																																																													
№УСЛОЕВ	Наименование конструктивных слоев	Схема конструкции, толщина слоев, см																																																												
1	SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																													
2	SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																													
3	SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																													
4	Щебочно-гравийно-песчаная смесь, обогащенная неорганическими вяжущими М60 (ГОСТ Р 70455)																																																													
5	Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)																																																													
6	Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)																																																													
№УСЛОЕВ	Наименование конструктивных слоев	Схема конструкции, толщина слоев, см																																																												
1	SMA-16 (ГОСТ Р 58401.2) на вяжущем по PG X (от 70,1 до 82,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																													
2	SP-223 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																													
3	SP-323 (ГОСТ Р 58401.1) на вяжущем по PG X (от 58,1 до 70,0) - Y (ГОСТ Р 58400.0)																																																													
4	Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М60 (ГОСТ Р 70452)																																																													
5	Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)																																																													
6	Сыпучий, укрепленный неорганическими вяжущими М20 (ГОСТ Р 70452)																																																													
<p>*1) Выбор типа дорожной одежды осуществляется исходя из технико-экономического расчета.</p> <p>2) В качестве слоев покрытия и основания могут применяться асфальтобетоны (при сопоставимых требованиях к эксплуатационным свойствам) по: ГОСТ Р 58401.1 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования ГОСТ Р 58401.2 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования ГОСТ Р 58406.1 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия ГОСТ Р 58406.2 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси горячие асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия</p>																																																														



Новые нормативные документы на расчет дорожных одежд:

ГОСТ Р 59628-2021

Дороги автомобильные общего пользования. Жесткие дорожные одежды. Типовые конструкции

ПНСТ

Дороги автомобильные общего пользования. Жесткие дорожные одежды. Правила проектирования

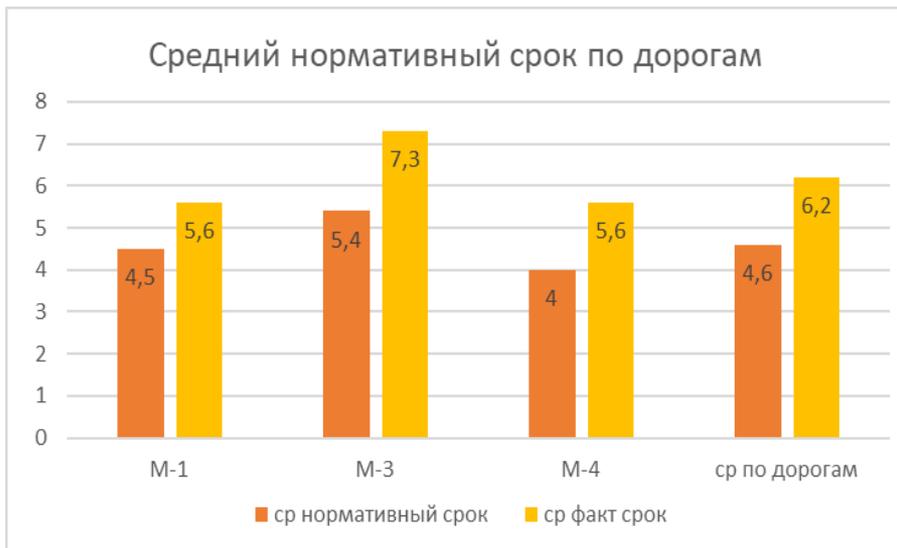
ГОСТ Р 71404-2024

Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования

ГОСТ Р 71405-2024

Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование дорожных одежд. Методика расчета коэффициентов приведения транспортных средств к расчетной осевой нагрузке

- Выводы:**
- 1) Создано новое нормативное поле по конструированию и расчету дорожных одежд;
 - 2) Необходима оценка их влияние на решение задач отрасли в сопоставлении с практическим опытом;
 - 3) Целесообразен набор статистики и обмен опытом.

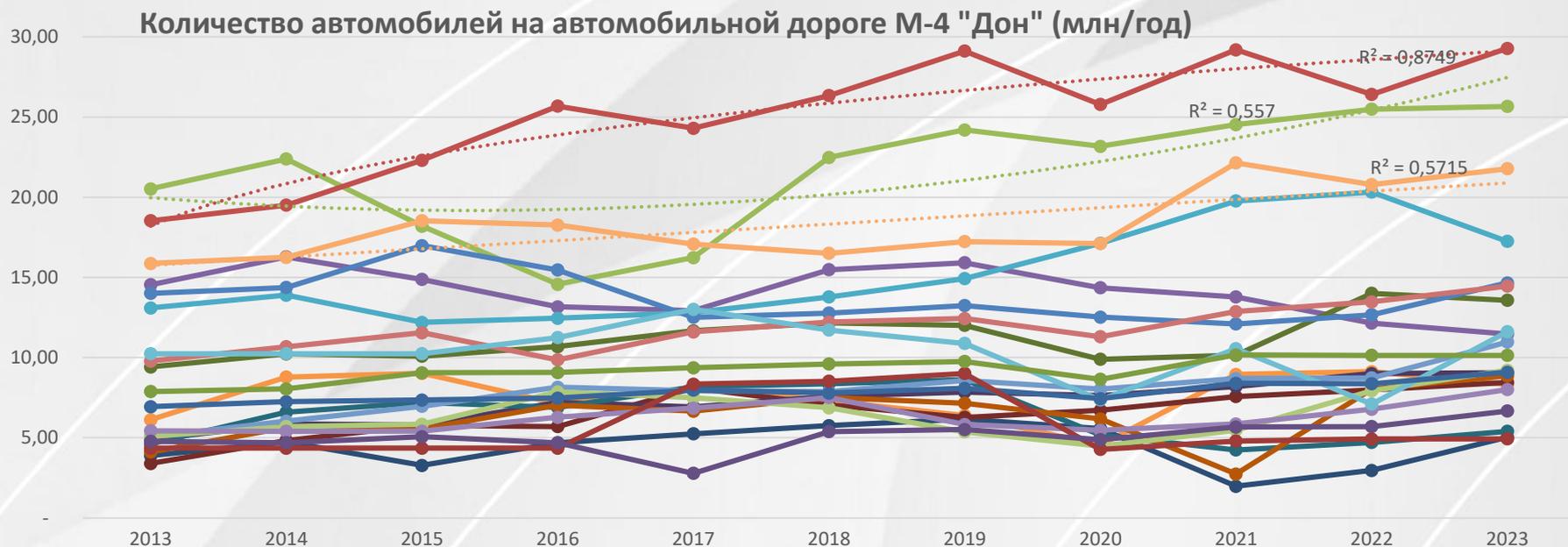


Межремонтные сроки на автомобильных дорогах М-1 «Беларусь», М-3 «Украина», М-4 «Дон» за период с 2011 по 2024 гг.:

- средние фактические межремонтные сроки по замене верхнего слоя покрытия из ЩМА по рассматриваемым дорогам превышают нормативные на 13% и более;
- наименьшими затратами в жизненном цикле обладают дорожные одежды с основаниями из укрепленных материалов (с минеральными и комплексными вяжущими);
- с учетом увеличения межремонтных сроков, среднее снижение затрат в жизненном цикле составило 14,7 %

Выводы:

- средняя скорость строительства за период 2020-2024 гг. достигает 2,19 км/мес., увеличилась более чем на 30% в сравнении с предыдущим периодом;
- скорость строительства определяется наличием жилой застройки, количеством коммуникаций, числом полос и мостовых сооружений, а также наличием карстов, болот, климатической зоной;
- изменилась правовая база, в части возможности начала подготовительных работ с момента захода в экспертизу



Выводы:

- динамика роста на головных участках, в зоне крупных агломераций составляет 4-6% в год; максимальный коэффициент неравномерности движения составляет в пределах 1,2 (в расчетных методиках на дорожные одежды принимается 1,6);
- прирост идет по всем видам транспорта;
- введены повышенные коэффициенты приведения по всем видам транспорта.

Коэффициенты приведения к расчетной транспортной нагрузке

Категория ТС по ГОСТ 32965	Схема ТС	Тип ТС	ПНСТ 265	ПНСТ 542	ГОСТ Р 71405-2024
			Суммарный коэффициент приведения к осевой нагрузке 11,5 т	Суммарный коэффициент приведения к осевой нагрузке 11,5 т	Суммарный коэффициент приведения к осевой нагрузке 11,5 т
B		Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	0,01	0,0015	0,0015
C1		Двухосные грузовые автомобили	0,6	1,51	1,81
C2		Трехосные грузовые автомобили	2,49	2,33	2,84
C3		Четырехосные грузовые автомобили	3,62	2,56	3,51
C4		Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)	1,81	2,54	2,65
C5		Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	2,15	2,13	3,28
C6		Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,39	2,38	2,9
C7		Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	4,13	2,96	3,67
C8		Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	6,48	2,83	3,76
C9		Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	4,7	3,01	4,13
C10		Шестиосные седельные автопоезда	7,94	2,12	2,99
C11		Автомобили с семью и более осями и другие	8,47	1,58	2,19
D		Автобусы	0,75	1,16	1,81

Выводы: в ГОСТ Р коэффициенты приведения увеличены, соответственно капитальность конструкций также наращивается

На автомобильных дорогах Государственной компании размещено 14 автоматических пункта весового и габаритного контроля транспортных средств (АПВГК):

- количество транспортных средств с превышением допустимых весогабаритных параметров - 11-16 % от грузового потока;
- выявленные превышения: по полной массе +33 т, осевая нагрузка на ось – 18 т ;
- распределения массы по осям транспортного средства неравномерно.



По методике ГОСТ Р 71405-2024 «Проектирование дорожных одежд. Методика расчета коэффициентов приведения транспортных средств к расчетной осевой нагрузке» **транспортные средства с повышенной осевой нагрузкой дополнительно увеличивают число приложений расчетной нагрузки до 2-3 %, что незначительно влияет на расчетную толщину дорожной одежды.**

Сравнение конструкций дорожных одежд по различным методикам для укрепленных оснований

Конструкция дорожной одежды	Толщины слоев КДО, см, при выполнении расчета по методике				
	ПНСТ 542-2021 (не действует)	ГОСТ Р 71404-2024 (введен в действие с 01.09.2024г.)	МОДН 2-2001 (действует)		
Расчетный срок службы дорожной одежды 24 года					
	Вариант 1.2	Вариант 2.2 (уменьшенная усталость)	Вариант 3.2	Вариант 4.2	Вариант 5.2
число приложений расчетной нагрузки за 24 года	82 496 806	107 246 578		34 532 503	107 246 578
Ефакт/Етр, МПа	1173,68 / 537,26	828,17 / 550,23	1144,85 / 550,23	1032,30 / 494,17	1220,04 / 550,23
SMA-16 PG70-34	5	5	5	5	5
SP-22Э PG70-34	7	7	7	7	7
SP-32Э PG64-34	17	12	19	12	17
ОМС 32К	27	15	23	22	23
ЩПЦС М10	18	20	20	20	20
ЩПС 0-63	15	15	15	15	15
ППС	40	40	40	40	40
Полная толщина	129	114	129	121	127
в т.ч. асфальтобетон	29	24	31	24	29
Стоимость в ценах III кв. 2024г.	13 462 545	10 946 208	13 672 248	11 619 688	13 110 224
Процентное соотношение стоимости	120%	100%	122%	103%	117%

Выводы:

- за счет коэффициентов приведения число приложений нагрузки увеличивается, в данном примере по участку М-4 на 30%;
- в методике ГОСТ Р введена новелла (коэффициент), которая увеличивает усталостное сопротивление асфальтобетонов на укрепленном основании, и это дает возможность уменьшить толщину асфальтобетона (в примере на - 7 см) . Это конструкция 2.2 (для расчета на 24 года);
- на укрепленном основании конструкции дорожных одежд, рассчитанные по новому ГОСТ Р и по МОДН практически идентичны и дешевле чем по ранее действующему ПНСТ 542

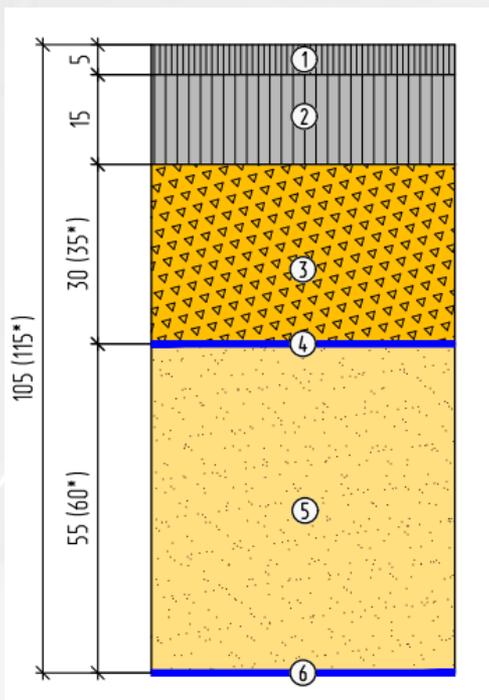
Сравнение конструкций дорожных одежд по различным методикам для неукрепленных оснований

Конструкция дорожной одежды	Толщины слоев КДО, см, при выполнении расчета по методике				
	ПНСТ 542-2021 (не действует)	ГОСТ Р 71404-2024 ПРИРОДНЫЙ ЩПС или неактивные шлаки	ГОСТ Р 71404-2024 ШЛАКОВЫЙ ЩПС (активные шлаки)	МОДН 2-2001 (действует)	
	Расчетный срок службы дорожной одежды 24 года				
	Вариант 1.2	Вариант 2.2	Вариант 2.2	Вариант 4.2	Вариант 5.2
суммарное число приложений расчетной нагрузки за 24 года	82 496 806	107 246 578	107 246 578	34 532 503	107 246 578
Ефакт/Етр, МПа	893,9 / 537,3	932,4 / 550,23	932,0 / 550,1	808,28 / 494,17	945,24 / 550,23
SMA-16 PG70-34	5	5	5	5	5
SP-22Э PG70-34	7	7	7	7	7
SP-32Э PG64-34	26	27	27	17	22
ЩПС 0-63	35	30	18	37	38
ППС	40	40	40	40	40
Полная толщина	113	109	97	106	112
в т.ч. асфальтобетон	38	39	39	29	34

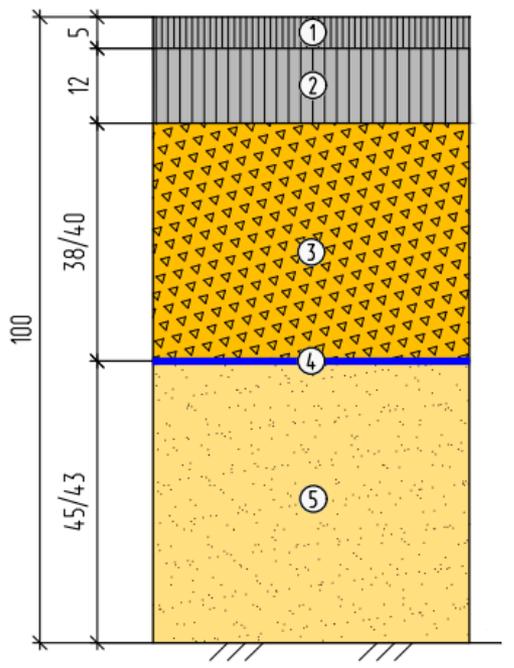
Выводы: - конструкции на неукрепленных основаниях по ГОСТ Р стали толще в сравнении с ранее действующим ПНСТ 542 (за исключением дорог IV категории, где введены дополнительные возможности для исключения удорожания);
 - конструкции с неукрепленными слоями добавляют в капитальности по сравнению с конструкциями с укрепленными слоями (плюс 8-15 см в асфальтобетоне);
 - применение активных шлаков позволяет снизить толщину щебеночно-песчаного слоя до 40%. В основании применять рекомендуется применять доменные шлаки. Конверторные шлаки применять только при оценке наличия слабых зерен. Применение электродуговых шлаков в основании исключать.

Расчет дорожных одежд для автомобильных дорог IV категории

Расчет дорожной одежды на съездах по ПНСТ 542-2021



Расчет дорожной одежды на съездах по ГОСТ Р 71404-2024



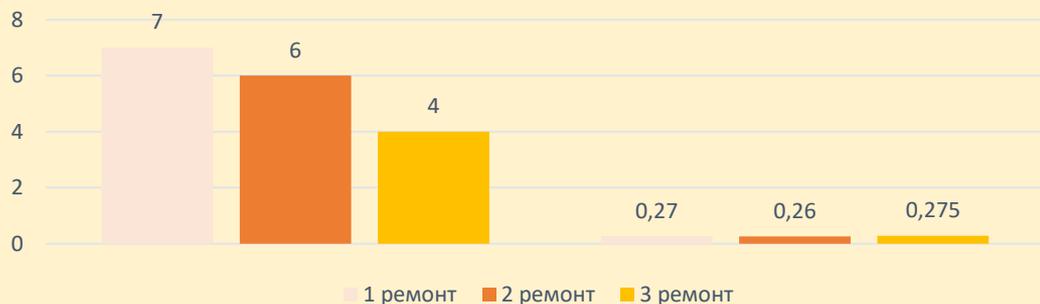
ГОСТ Р 71404-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие одежды. Правила проектирования»

П. 6.5 При согласовании с заказчиком и наличии положительного опыта в регионе строительства на дорогах категории IV расчет дорожных одежд на прочность и морозоустойчивость допускается выполнять без уменьшения толщины ВСП.

Вывод:

По ГОСТ Р 71404-2021 при расчете дорожных одежд для автомобильных дорог IV категории величина допустимой глубины колеи может не исключаться из расчета. Это приводит к уменьшению толщины асфальтобетона, следовательно, к снижению стоимости конструкции.

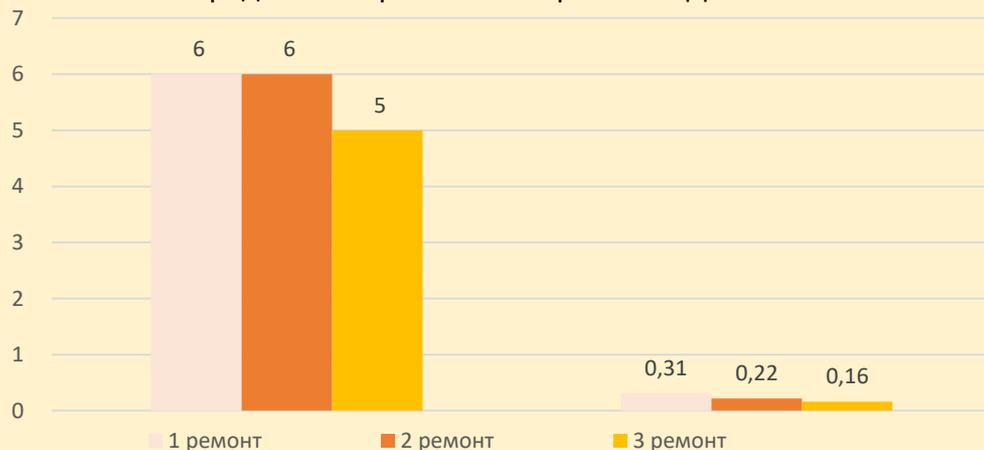
Средний межремонтный срок М-1 "Беларусь"



Межремонтные сроки:

- по ранее действующим нормативам по капитальному ремонту - 12 лет, факт 14-17 год;
- по ремонту сроки выше нормативных, предельные сроки по битумным вяжущим на текущий момент – до 9 лет, предельное по критерию старения

Средний межремонтный срок М-4 "Дон"



Межремонтные сроки :

- по ранее действующим нормативам по капитальному ремонту – 12-18 лет исходя из ДКЗ, факт 17-25 лет;
- по ремонту выше нормативных, уменьшаются с каждым ремонтом, предельные сроки – до 9 лет

Рекомендации: нежесткие дорожные одежды на скоростных дорогах и магистралях с укрепленным основанием более долговечны, чем на неукрепленном основании. При обеспечении укладки смесей устойчивых к образованию колеи и оперативной заделке отраженных трещин.

Ремонт цементобетонного покрытия М-4 км 52 – км 72

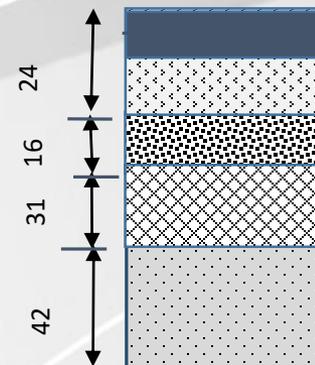


Цементобетонное покрытие из бетона Вtb 4,4 (В35) F150

ЩПС, укрепленная 10 % цемента (М75, F25)

Щебень

Песок



* Размеры даны в сантиметрах

В 2017-2018 гг. -фрезерование цементобетона и устройство верхнего слоя покрытия из ЩМА-12 по методологии Supergravel толщиной 3,5 см

В 2022 году осуществлён ремонт с заменой слоя износа

В 2024 году осуществлен ремонт средней полосы, на протяжении до 3 км, имеется шелушение в бетоне, судя по длине, причина - качество сменной захватки при строительстве бетонной дороги.

7 лет				4-5 лет				4-5 лет				4-5 лет				4-5 лет							
2011 - Устройство цементобетонного покрытия																							
								2018 - Устройство слоя износа Правая полоса сохранена в цементобетоне				2022 - Устройство слоя износа Правая полоса сохранена в цементобетоне											
								Устройство слоя износа				Устройство слоя износа				Устройство слоя износа				Устройство слоя износа			

Тип основания	Риск образования прочностных трещин	Риск образования усталостных трещин	Риск снижения ровности	Риск образования колеи	Риск не обеспечения межремонтного срока 24 года	Риск не получения модуля упругости на поверхности	Влияние на скорость строительства*
ЩЕБЕНЬ ЗАКЛИНКОЙ	минимальный	высокий	высокий	средний	высокий	высокий	средняя скорость
ЩПС	минимальный	средний	средний	средний	средний	высокий	высокая скорость
ЩПС+ЦЕМЕНТ	высокий	минимальный	минимальный	минимальный	минимальный	минимальный	низкая скорость
ЩПС+КОМПЛЕКСНОЕ ВЯЖУЩЕЕ	средний	минимальный	минимальный	минимальный	минимальный	минимальный	низкая скорость
ШЛАКИ	средний	минимальный	минимальный	минимальный	минимальный	минимальный	высокая скорость

* - ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Нормативная база:

- СТО АВТОДОР 2.4-2013 Оценка остаточного ресурса нежестких дорожных одежд на автомобильных дорогах Государственной компании
- СТО АВТОДОР 2.28-2016 Прогнозирование состояния эксплуатируемых автомобильных дорог Государственной компании

Целевая задача: более широкое применение асфальтогранулята

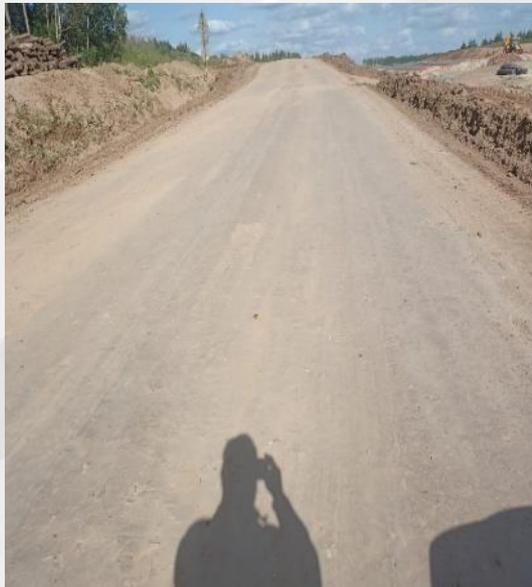


	Возможное количество асфальтогранулята	
	Новая нормативная база	СТО АВТОДОР 2.7-2016
	Асфальтобетоны	
Верхний слой покрытия	до 20% (допускается и более)	-
Нижний слой покрытия	до 40% (допускается и более).	до 40%
Верхний слой основания		до 40%
Верхний и нижний слои покрытия вне основного хода	от 40% и более	От 40% и более
Верхний и нижний слой покрытия временных дорог	от 40% и более	100%
	Нижние слои основания и обочины	
Песчано-гравийные и щебеночно-гравийно-песчаные смеси для оснований дорожных одежд	При соответствии требованиям ГОСТ Р 70458	При соответствии требованиям ГОСТ 23735, ГОСТ 25607 до 60%
Расклиновка слоев основания автомобильных дорог	При соответствии требованиям СП 78.13330.2012 до 100 %	
Укрепление обочин	100%	100%
Основания тротуаров, площадки под ЛОС, ТП, временные здания и сооружения	100%	100%
Органоминеральные смеси на основе минеральных и комплексных вяжущих	по ГОСТ Р 70197.1 до 60% при соответствии физико-механических свойств установленным требованиям	до 60% (при соответствии их физико-механических свойств требованиям ГОСТ 30491, ГОСТ 23558)

Приоритетное применение асфальтогранулята	применение в асфальтобетонах	в нижнем слое основания	укрепление обочин
---	------------------------------	-------------------------	-------------------

По ГОСТ Р 71404-2024 применение органоминеральной смеси в основании дорожной одежды дает возможность уменьшить толщину асфальтобетонных слоев до 20 % в сравнении с конструкцией в основании из неукрепленных материалов

КОНФЕРЕНЦИЯ Государственной компании «Автодор» совместно с МАДИ (ГТУ) по применению асфальтогранулята 18.02.2025 (в здании МАДИ)



(КМВ) Суглинок легкий песчаный, мягкопластичный

Естественная влажность, %	32
Число пластичности, %	9,8
Оптимальная влажность, %	12,4

Результаты после применения КМВ

Фактическая плотность, г/см ³	2,11
Коэф. уплотнения	0,98
Значение Ev2, МПа	среднее 110
Ev2/Ev1	≤ 2,5
Время выдержки грунта, обработанного КМВ до уплотнения, мин	60-90

(ПГСЖ + ПГСП) Суглинок тяжелый пылеватый тугопластичный

Естественная влажность, %	30,1
Число пластичности,	15,2
Оптимальная влажность, %	22,8

Результаты после применения ПГСЖ+ПГСП

Коэф. уплотнения	0,99
Значение Ev2, МПа	среднее 102,1
Время выдержки грунта до уплотнения –	без выдержки
Запуск движения –	сразу после уплотнения

Объект	Этап	Стабилизация/укрепление грунта
М-12	4	1,5-2% извести 250 000 м ³ куб грунта КМВ DOROMIX SPECIAL III CL-Q 60
	6	ПГСЖ-1 - 0,8 л/м ³ грунта + 2% ПГСП-3 8 097 м ³ грунта, пойма реки Пьяна
Дюртили-Ачит	1	1,5% извести 4 696 457 м ³ куб грунта
	2	3 % известь - 258 000 м ³ куб грунта 0,4 % Nicoflok+ 5% цемент- 447 000 м ³ куб грунта
	3	3% известь +цемент 59 000 м ³ куб грунта



ВАНТОВЫЙ КАНАТ



Разработку и выпуск элементов вантовой системы осуществили:

- канатов – ОАО «Северсталь-Метиз»;
- смазки – ООО «Газпромнефть-Смазочные материалы», ООО «Газпромнефть-Битумные материалы»;
- материалов для внутренней оболочки – ООО «СИБУР»;
- системы в целом – ООО «СТС»;
- методическое и нормативно-техническое обеспечение – ООО «Мастерская мостов».

Результаты работы рабочей группы использованы при разработке национальных стандартов (заказчик – Федеральное дорожное агентство):

- ГОСТ Р 71604-2024 «Дороги автомобильные общего пользования. Вантовые системы мостовых сооружений. Элементы. Общие технические условия»;
- ГОСТ Р 71605-2024 «Дороги автомобильные общего пользования. Вантовые системы мостовых сооружений. Материалы и полуфабрикаты. Общие технические условия».



ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ

- Выпуск отечественных фасонных профилей организован «Северсталь-Метиз», применены компанией Маурер.

М-11 «ИВВ»
Производство работ:
с 05.08.2022 по 01.10.2022



ВЫСОКОПРОЧНЫЙ БЕТОН

М-12 «Восток» этап 8 (км 663)
Применение высокопрочного бетона цементаль для карнизных блоков
150 Погонных метров фасада
Прочность высокопрочного бетона от 130 МПа, модуль упругости от 50 ГПа
Прочность бетона от 3-60 МПа, модуль упругости от 50 ГПа

ПВП на обходе Одинцова

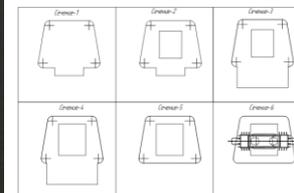
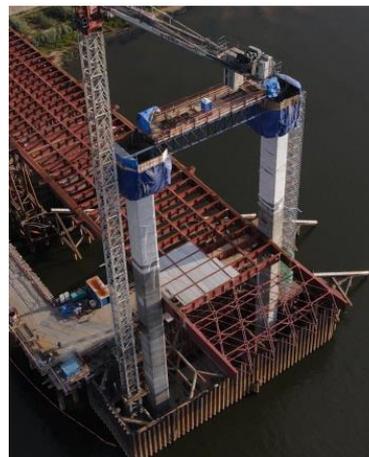
ОПОРНЫЕ

- Применение «умных» шаровых сегментных опорных частей с отечественным полимерным вкладышем на мосту через р. Волга (опоры № 3, 4, 7) на М-12 «Восток» (АО «ДиМ» налажено производство);
- уточнение расчетных параметров;
- рекомендации по применению ЦП-ШСОЧ;
- мониторинг перемещений пролетных строений и износа элементов ШСОЧ.



АТМОСФЕРОСТОЙКАЯ СТАЛЬ

Реализуется в настоящее время: М-11 3 этап км 149 – км 208 (р. Тверца, 214 метров)
Ранее построенные:
- мост через реку Шошу (Иваньковское водохранилище) км 126+944 (длина моста 322,5 метра, длина мостового перехода 1600 м)
- путепровод км 256+544 (общая длина 132,46 м)



СКОЛЬЗЯЩАЯ ОПАЛУБКА

Впервые в России при строительстве пилона вантового моста через р. Оку (М-12 «Восток») применена технология бетонирования «скользящая опалубка» Это позволило сократить срок строительства

Мониторинг стоимости битумных вяжущих

