

Технико-экономическое обоснование

Объект: Модуль 149.2. Строительство и обустройство скважин Красноярско-Куединского месторождения.

№ слоя КДО	Наименование	Единица измерения	Количество на 1 п.км.	Обоснование	Стоимость за 1 единицу на 1 п.км.	Итоговая стоимость на 1 п.км.
1	2	3	4	5	6	7
Проектный вариант						
1	Щебень фракционированный 40..80 (80..120) мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем, Нсл=0,20м					
	Устройство оснований толщиной 20 см из щебня при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие до 68,6 МПа (700 кгс/см ²)	1000м ²	5,7322	ГЭСН27-04-007	279 437 Р	1 601 790 Р
	Щебень из плотных горных пород для строительных работ М 600, фракция 40-80(70) мм	м ³	1276,34	02.2.05.04-2104	1 750 Р	2 234 010 Р
	Щебень из плотных горных пород для строительных работ М 600, фракция 10-15 мм	м ³	102,1072	02.2.05.04-2040	1 750 Р	178 721 Р

№ слоя КДО	Наименование	Единица измере- ния	Количество на 1 п.км.	Обоснование	Стоимость за 1 единицу на 1 п.км.	Итотовая стоимость на 1 п.км.
1	2	3	4	5	6	7
2	Щебень фракционированный 40..80 (80..120) мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем, Нсл=0,25м					
	Устройство оснований толщиной 25 см из щебня при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие до 68,6 МПа (700 кгс/см2)	1000м2	6,351	ГЭСН27-04-007	349 297 Р	2 218 383 Р
	Щебень из плотных горных пород для строительных работ М 600, фракция 40-80(70) мм	м3	2063,1	02.2.05.04-2104	1 750 Р	3 611 096 Р
	Щебень из плотных горных пород для строительных работ М 600, фракция 10-15 мм	м3	165,048	02.2.05.04-2040	1 750 Р	288 888 Р
	Георешётка армирующая полипропиленовая ЭМИТЕКС СД-30	м2	4821,6315	01.7.12.09-0152	133 Р	640 578 Р
	Устройство георешётка армирующей полипропиленовой ЭМИТЕКС СД-30	1000м2	4,8216315	ГЭСН 27-04-016-04	49 993 Р	241 048 Р
ИТОГО Проектный вариант на 1 п.км.						11 014 515 Р
Вариант с геомембраной						
1	Щебень фракционированный 40..80 (80..120) мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем, Нсл=0,19м					
	Устройство оснований толщиной 19 см из щебня при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие до 68,6 МПа (700 кгс/см2)	1000м2	5,7166	ГЭСН27-04-007	265 465 Р	1 517 560 Р
	Щебень из плотных горных пород для строительных работ М 600, фракция 40-80(70) мм	м3	1199,12	02.2.05.04-2104	1 750 Р	2 098 850 Р
	Щебень из плотных горных пород для строительных работ М 600, фракция 10-15 мм	м3	95,9296	02.2.05.04-2040	1 750 Р	167 908 Р

№ слоя КДО	Наименование	Единица измере- ния	Количество на 1 п.км.	Обоснование	Стоимость за 1 единицу на 1 п.км.	Итотовая стоимость на 1 п.км.
1	2	3	4	5	6	7
2	Песок мелкий с содержанием пылевато-глинистой фракции 1-5% по ГОСТ 32824, Нсл=0,48м					
	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований: из песка	100м3	22,054	ГЭСН27-04-001-01	67 417 Р	1 486 818 Р
	Песок природный для строительных работ I класс, мелкий	м3	2205,4	02.3.01.02-1102	1 385 Р	3 054 625 Р
	Геомембрана композиционная (текстурированная) по ГОСТ Р 56338-2015 «Полиспан ГСКМ-3 Тип А» Водонепроницаемость, водяного столба, не менее 7000мм. Прочность при растяжении, продольное направление/поперечное направление, не менее 23/20 кН/м. Относительное удлинение при максимальной нагрузке, не более 20%. Коэффициент трения, не менее 0,82	м2	4812,3005	Прайс-лист	396 Р	1 903 602 Р
	Устройство геомембраны композиционной (текстурированной) Полиспан ГСКМ-3 Тип А (3,2*85), СТО 96891647-008-2023	1000м2	4,8123005	ГЭСН 27-04-016-04	49 993 Р	240 581 Р
ИТОГО. Вариант с геомембраной на 1 п.км.						10 469 943 Р
Экономия с геомембраной на 1 п.км.						544 572 Р

Критерий	Проектный вариант	Вариант с геомембраной
Материал покрытия	Щебень	Щебень
Толщина слоя покрытия	20 см	19 см
Основание	Щебень	Песок
Толщина слоя	25 см	48 см
Гидроизоляция	Нет	Да, геомембрана композиционная Полиспан ГСКМ-3
Стоимость на 1 п.км. (₽)	11 060 889 ₽	10 469 943 ₽
Стоимость на 10 п.км.(₽)	110 608 886 ₽	104 699 430 ₽
Экономия с геомембраной на 1 п.км. (₽)	-	590 946 ₽
Экономия с геомембраной на 10 п.км. (₽)	-	5 909 456 ₽
Продолжительность эксплуатации	Средний срок	Длительный срок службы

Недостатки исходных вариантов:

1. В конструкции дорожной одежды предусмотрен геосинтетический материал — полипропиленовая георешётка. Однако применение данного материала не подтверждено расчётами, в связи с чем его целесообразность вызывает сомнения;
2. Исходный вариант конструкции дорожной одежды не удовлетворяет критерию сдвигоустойчивости земляного полотна. Это может привести к накоплению остаточных деформаций и возникновению структурных разрушений под воздействием транспортных нагрузок и природно-климатических факторов;
Возможные последствия:
 - образование колеи — искажение поперечного профиля покрытия вследствие накопления остаточных деформаций в рабочем слое земляного полотна, несвязных слоях основания и покрытия. При продолжении движения глубина колеи и высота выпора покрытия по её краям будут увеличиваться;
 - снижение прочности дорожной конструкции.
3. Рабочий слой земляного полотна (*верхняя часть земляного полотна от низа дорожной одежды до уровня, соответствующего 2/3 глубины промерзания, но не менее 1,5 м от поверхности покрытия*) выполнен из сильно пучинистого или чрезмерно пучинистого грунта. Данное решение не соответствует требованиям пункта 7.3.2 ГОСТ Р 59120-2021, согласно которым в дорожно-климатических зонах II и III рабочий слой должен состоять из непучинистых или слабопучинистых грунтов. Несоблюдение этого требования приводит к быстрому разрушению автомобильной дороги уже в течение первого года эксплуатации;
4. Конструкция дорожной одежды не отвечает требованиям пункта 7.11, таблицы 7.1 СП 34.13330.2021 «Автомобильные дороги». Для обеспечения устойчивости и прочности рабочего слоя земляного полотна и дорожной одежды при наличии тяжёлого суглинка во II дорожно-климатической зоне высота покрытия должна превышать расчётный уровень грунтовых вод, верховодки или длительно (более 30 суток) стоящих поверхностных вод не менее чем на 2,2 м, а также поверхность земли на участках с плохим поверхностным стоком или уровень временно (менее 30 суток) стоящих поверхностных вод не менее чем на 1,6 м;
5. В исходном варианте конструкции не предусмотрен дренирующий слой, что является отступлением от нормативных требований. Отсутствие дренирующего слоя может привести к скоплению влаги в основании, размыву основания, снижению несущей способности рабочего слоя полотна в результате перехода его из твёрдого в пластичное состояние, а также к увеличению морозного пучения.

Преимущества выбора вариантов с геомембраной композиционной (текстурированной) по ГОСТ Р 56338-2015 «Полиспан ГСКМ-3 Тип А», СТО 96891647-008-2023:

Требования к материалу и технические характеристики:

Геомембрана композиционная (текстурированная) по ГОСТ Р 56338-2015 «Полиспан ГСКМ-3 Тип А»:

- Водоупорность водяного столба, не менее 7000 мм;
- Прочность при растяжении, продольное направление/поперечное направление, не менее 23/20 кН/м;
- Относительное удлинение при максимальной нагрузке, не более 20 %;
- Коэффициент трения, не менее 0,82.

Влияние предлагаемых характеристик на работоспособность дорожной одежды:

- **Водоупорность водяного столба, не менее 7000 мм.** Высокие гидроизоляционные свойства материала обеспечивают сохранение физико-механических характеристик связных грунтов основания. Это гарантирует поддержание расчётной несущей способности конструкции в условиях подтопления территории.
- **Прочность при растяжении, продольное направление/поперечное направление, не менее 23/20 кН/м.** Высокая прочность гарантирует целостность материала в ходе укладки и уплотнения насыпи, а также обеспечивает функцию армирования согласно ГОСТ Р 56338;

- **Относительное удлинение при максимальной нагрузке, не более 20 %.** Ограниченная деформативность (высокая жёсткость) материала предотвращает развитие пластических деформаций земляного полотна. Низкое удлинение исключает сдвиг подошвы насыпи и обеспечивает выполнение функции армирования согласно ГОСТ Р 56338.
- **Коэффициент трения, не менее 0,82.** Высокий показатель коэффициента трения обеспечивает надёжное сцепление с контактирующими мелкофракционными материалами. Это исключает возможность образования поверхностей скольжения, тем самым предотвращая сдвиг и обрушение откосов насыпи.

Улучшения в конструкции дорожной одежды с геомембраной композиционной (текстурированной) по ГОСТ Р 56338-2015 «Полиспан ГСКМ-3 Тип А», СТО 96891647-008-2023:

- ✓ Обеспечиваются показатели прочности по критериям упругого прогиба, сдвигоустойчивости земляного полотна, морозостойкости и расчёту дренающего слоя;
- ✓ Соответствует всем требованиям актуальной нормативной документации по проектированию дорожных одежд, предусмотрены все необходимые мероприятия;
- ✓ Все применяемые геосинтетические мероприятия подтверждаются расчётом и соответствуют актуальным нормативным документам, что обоснованно подтверждает их использование;
- ✓ Снижение материалоемкости и удельной стоимости: за счёт сокращения толщин слоёв конструкции (при выполнении всех требований НД);
- ✓ Использована гидроизолирующая, капилляропрерывающая прослойка из геомембраны композиционной (текстурированной) Полиспан ГСКМ-3 Тип А (3,2 × 85 м), СТО 96891647-008-2023, для регуляции водно-теплого режима верхней части полотна и всей конструкции дорожной одежды в целом, что особенно важно во второй дорожно-климатической зоне (II ДКЗ), учитывая 2-ой тип местности по увлажнению.
- ✓ Выполнены требования пункта 7.11 СП 34.13330.2021 «Автомобильные дороги. СНиП 2.05.02-85»: предусмотрены меры по регулированию водно-теплого режима рабочего слоя: замена грунта, устройство прослоек из геосинтетических материалов, обоснованные расчетами;
- ✓ Повышение морозоустойчивости конструкции. Гидроизоляционная прослойка блокирует доступ влаги к пучинистым грунтам в зоне сезонного промерзания. Это предотвращает их переход в среднепучинистое состояние при возможном увлажнении, тем самым исключая деформации основания, вызванные силами морозного пучения;
- ✓ Стабилизация механических свойств грунта. Предотвращение замачивания позволяет сохранить грунты в тугопластичном и мягкопластичном состоянии (или перевести в более твёрдое), что способствует повышению несущей способности конструкции;
- ✓ Улучшение распределения нагрузок: геомембрана композиционная (текстурированная) по ГОСТ Р 56338-2015 «Полиспан ГСКМ-3 Тип А», СТО 96891647-008-2023 равномерно распределяет нагрузку, повышая прочность и устойчивость конструкции;
- ✓ Высокая ремонтпригодность: геомембрана композиционная защищает конструкцию от преждевременного разрушения, позволяя избежать дорогостоящего ремонта;
- ✓ Простота монтажа: быстрая и простая установка материалов снижает трудоёмкость и ускоряют реализацию проекта.

Вывод: Варианты с применением геомембраны композиционной (текстурированной) по ГОСТ Р 56338-2015 «Полиспан ГСКМ-3 Тип А», СТО 96891647-008-2023 являются наиболее эффективными и выгодными решениями, обеспечивающими существенное снижение затрат и повышение эксплуатационных качеств дорожной одежды.