

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

**Альбом типовых конструкций с применением геотекстиля Тайпар SF при строительстве
автомобильных, городских, промышленных и временных дорог
и благоустройстве городских территорий**

**Исполнитель: канд. технических наук,
доцент кафедры «Автомобильные
дороги» СПб ГАСУ**



Э.Д. Бондарева

**Санкт-Петербург
2009 г.**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения
2. Техническая характеристика геотекстиля Тайпар
3. Требования, предъявляемые к геотекстилю Тайпар
4. Области применения геотекстиля Тайпар
5. Конструктивные решения с применением геотекстиля Тайпар для устройства дорожных одежд
 - 5.1. Конструкции дорожных одежд для переувлажненных пылеватых грунтов
 - 5.2. Конструкции дорожных одежд для слабых грунтов
6. Конструктивные решения с применением геотекстиля Тайпар для устройства земляного полотна
 - 6.1. Укрепление обочин
 - 6.2. Укрепление откосов земляного полотна
 - 6.3. Устройство земляного полотна на переувлажненных грунтах
 - 6.4. Устройство земляного полотна на слабых грунтах.
7. Конструктивные решения в дорожном, гражданском и промышленном строительстве и освоении городских территорий
 - 7.1. Конструкции с покрытиями из штучных материалов для дорожного строительства
 - 7.2. Дренажные сооружения с Тайпаром
 - 7.3. Конструкции опор мостов и путепроводов, фундаментов зданий
 - 7.4. Конструкции при благоустройстве городских территорий и прокладке подземных коммуникаций
 - 7.5. Устройство покрытий для водоемов и свалок (могильников) различных отходов. Рекультивации карьеров
 - 7.6. Конструкции покрытий на крышах, в подвалах и гаражах
 - 7.7. Конструкции фундаментов плиточного типа
8. Выбор типа геотекстиля Тайпар
9. Технологическая карта устройства прослойки Тайпар на границе «дорожная одежда земляное полотно»
 - 9.1. Подготовка основания
 - 9.2. Устройство прослойки из геотекстиля Тайпар
 - 9.3. Устройство вышележащего слоя
 - 9.4. Особенности производства работ в зимнее время
 - 9.5. Контроль качества работ по устройству прослойки из Тайпара
 - 9.6. Техника безопасности при работе с геотекстилем Тайпар

9.7. Правила транспортировки и хранения геотекстиля Тайпар

9.8. Гарантии изготовителя и поставщика

10. Методы расчета конструкций дорожных одежд автомобильных, городских и промышленных дорог

10.1. Метод расчета дорожных одежд с геотекстилем Тайпар по ОДН 218.046-01

10.2. Метод расчета Школы Гражданского Строительства Института Технологий Джорджии - Атланта, США

10.2.1. Метод проектирования для дорожных одежд переходного и низшего типа (без твердого покрытия)

10.2.2. Метод проектирования для дорожных одежд облегченного и капитального типов (с твердым

покрытием)

Литература

Приложения:

Приложение 1. Типовые конструкции дорожной одежды (расчет выполнен по ОДН 218.046-01)

1.1. Конструкции дорожных одежд для автомобильных дорог 1–2 категорий, магистральных улиц городского и районного значений

1.2. Конструкции дорожных одежд для автомобильных дорог 3–4 категорий и улиц промышленно-складских районов

1.3. Конструкции дорожных одежд для временных промышленных дорог (без твердого покрытия)

1.4. Типовые конструкции дорожных одежд для паркингов, стоянок и тротуаров

Приложение 2. Примеры расчета по методике Школы Гражданского Строительства Института Технологий Джорджии – Атланта, США

Приложение 3. Примеры конструктивных решений с геотекстилем Тайпар на автомобильных и городских дорогах

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящий Альбом дает возможность использовать технические решения с применением геотекстиля Тайпар при проектировании, строительстве и ремонте автомобильных, городских и промышленных дорог, благоустройстве городской территории и для др. объектов.

Тайпар относится к классу геосинтетических материалов, называемых геотекстилями, которые получают, минуя операцию прядения.

Геотекстиль Тайпар выпускается фирмой Du Pont, основанной в 1802 г., из 100 % стабилизированного полипропилена (ПП) термическим соединением непрерывных волокон диаметром 40–50 мкм путем каландрирования. Материал серебристого цвета, достаточно жесткий, водопроницаемый. Материал имеет изотропные (одинаковые) механические и деформативные показатели в продольном и поперечном направлениях.

Тайпар имеет повышенную износостойкость при воздействии динамических нагрузок и высокую сопротивляемость к различным химическим реагентам: кислотам и щелочам, а также к органическим субстанциям. Материал не подвержен гниению и разложению в грунте в течение 100 и более лет.

Геотекстиль Тайпар может применяться в экстремальных климатических условиях: как в регионах с суровыми морозами, так и в районах с жарким климатом. При прямом воздействии ультрафиолетового облучения на материал Тайпар не образуются побочных продуктов (химических соединений), хотя полимер полипропилен обладает пониженной светостойкостью. В этой связи нежелательно оставлять полотна незащищенными от прямого солнечного воздействия более чем на сутки.

Повышение сдвиговых характеристик и несущей способности связных переувлажненных грунтов обеспечивается, как за счет собственной прочности и сопротивляемости растягивающим усилиям Тайпара, так и за счет перераспределения напряжений в нижележащем грунте.

1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОТЕКСТИЛЯ ТАЙПАР

Физико-механические свойства геотекстилей характеризуются следующими показателями: поверхностная плотность, прочность на разрыв и относительное удлинение при разрыве, прочность на продавливание, водопроницаемость и др.

Геотекстиль Тайпар делится на 14 типов, технические характеристики которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Свойства	Единицы измерения	SF 20	SF27	SF32	SF37	SF 40	SF 44	SF 49	SF 56	SF 65	SF 70	SF 77	SF 85	SF 94	SF 111
Общие свойства															
Плотность	г/м ²	68	90	110	125	136	150	165	190	220	240	260	290	320	375
Толщина при 2 кН/м ²	мм	0.35	0.39	0.43	0.45	0.47	0.48	0.49	0.57	0.59	0.65	0.65	0.73	0.74	0.83
Толщина при 200 кН/м ²	мм	0.28	0.31	0.35	0.37	0.39	0.40	0.40	0.48	0.53	0.59	0.59	0.69	0.69	0.79
Механические свойства															
Предел прочности на растяжение	кН/м	3.4	5.0	7.0	8.5	9.0	10.3	12.6	13.1	16.5	16.7	20.0	21.3	25.0	30.0
Предельное удлинение	%	35	40	45	52	52	52	52	52	55	55	55	55	55	55
Прочность при 5%-ном удлинении	кН/м	1.8	2.6	3.3	3.8	4.0	4.6	5.2	5.7	6.8	7.2	8.2	8.8	10.0	11.5
Абсорбция энергии при разрыве	кДж/м ²	1.0	1.8	3.0	3.6	3.7	4.5	5.8	5.8	7.4	8.2	8.6	9.8	11.4	13
Прочность на прокол CBR*	Н	500	750	1000	1200	1250	1575	1800	1850	2350	2400	2900	3150	3500	4250
Конусное погружение	мм	50	45	35	33	29	27	30	22	25	23	22	16	17	14
Грейферная прочность	Н	300	450	625	725	750	900	1050	1100	1400	1450	1680	1750	2050	2350
Прочность на отрыв	Н	160	220	290	320	370	385	335	460	440	570	450	610	570	600
Гидравлические свойства															
Пористость на просвет O ₉₀	мкм	225	175	140	130	120	100	90	80	80	75	75	70	70	65
Скорость потока при высоте водяного столба 10 см	л/м ² хсек	240	175	110	80	75	70	50	60	35	40	23	30	15	15
Скоростной индекс (V _{N50})	мм/сек	180	100	70	50	50	40	25	35	18	20	12	15	5	5
Водопроницаемость при 20 кН/м ²	10 ⁻⁴ м/сек	5.2	4.7	4.6	3.2	2.8	2.6	1.7	1.9	1.6	1.8	1.4	1.6	1.1	1.0
Водопроницаемость при 200 кН/м ²	10 ⁻⁴ м/сек	3.2	3.1	2.9	1.8	2.0	1.8	1.2	1.4	1.2	1.3	1.0	1.2	0.8	0.7

Кратковременная прочность Тайпара на разрыв изменяется от 3,4 до 30,0 кН/м, относительное удлинение на разрыв в пределах 35–55%. Водопроницаемость геотекстиля Тайпар в направлении, перпендикулярном плоскости полотна, изменяется от 8,6 м/сут (для марки SF 111) до 45 м/сут (для марки SF 20).

Важным показателем, отличающим его от других геотекстилей (Дорнит, Геоком, Полифелт ТС), характеризующим поведение геотекстиля Тайпар в дорожной конструкции в процессе производства работ, является начальный модуль упругости, который составляет не менее 50 % от модуля упругости при разрыве, что обеспечивает меньшее колебание при применении его на слабых грунтах.

На рис. 1 приведены графики зависимостей «напряжения – относительные удлинения» для некоторых наиболее применяемых типов Тайпар. Площадь, заключенная между каждой кривой и осью абсцисс, соответствует показателю WTV, характеризующему работоспособность материала – затратам энергии (произведенной работе) по разрыву материала. Этот показатель для Тайпара значительно выше, чем для других геотекстильных материалов (термоскрепленных, иглопробивных и др.).

Расчетные характеристики Тайпара

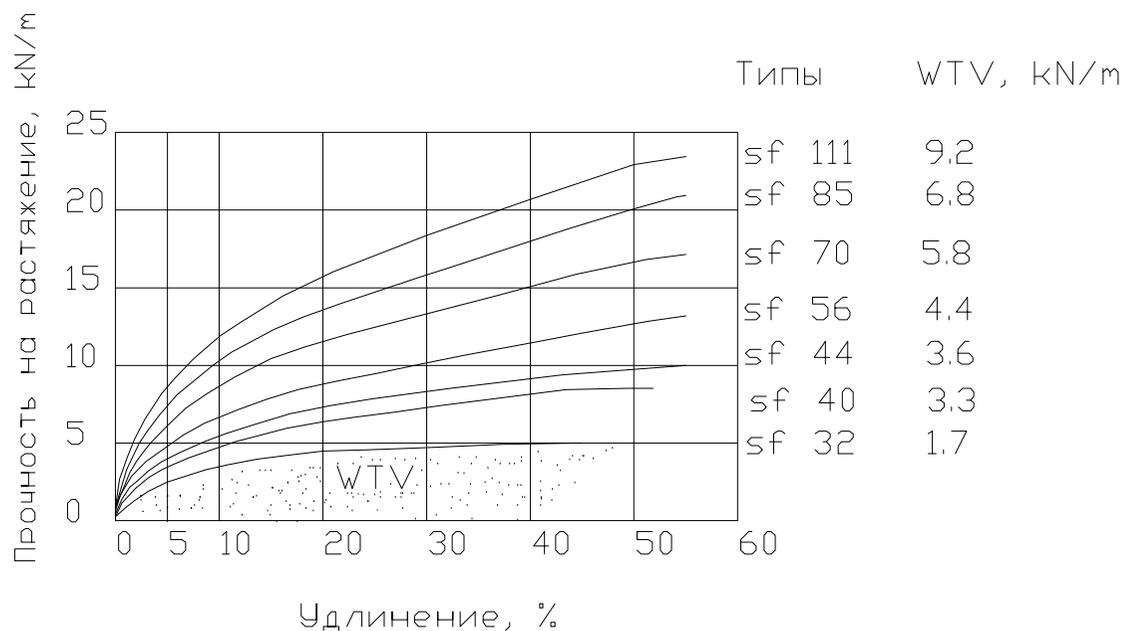


Рис. 1. Зависимость «прочность на растяжение – относительное удлинение» для различных типов геотекстиля Тайпар

3. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОТЕКТИЛЯ ТАЙПАР

В зависимости от класса геотекстиль может выполнять одну или сразу несколько функций[1,4]:

В дорожном строительстве:

- разделение слоев с целью предотвращения проникания (суффозии) частиц грунта в несвязные слои дорожной одежды;
- дренирование дорожных одежд;
- армирование слоев дорожной одежды;
- защита от заиливания дренажных сооружений;
- защита от эрозии откосов земляного полотна и обочин;
- повышение устойчивости земляного полотна на слабых (намывных и заторфованных) грунтах;
- конструктивные решения в сочетании с армирующими элементами – георешетками.

При обустройстве городских территорий:

- проезды, паркинги, тротуары и др.;
- подземные коммуникации.

Основные функции Тайпара обусловлены следующими его свойствами:

Разделение слоев

Геотекстиль Тайпар, выполняя роль разделяющей мембраны, препятствует прониканию вместе с водой тонкодисперсных частиц грунта в поры материала слоя основания (песка, щебня или гравия) под воздействием динамических нагрузок и вибрации (при уплотнении основания). При этом обеспечивается более высокая несущая способность дорожной конструкции в течение всего периода эксплуатации дорожной одежды.

Укладка вышележащего слоя над прослойкой Тайпар может производиться при неблагоприятной погоде на переувлажненное основание, тем самым удлиняется строительный сезон по устройству зернистых оснований.

Дренирование

Высокая пористость Тайпара обеспечивает свободный пропуск воды через него, как снизу вверх, так и сверху вниз. Геотекстиль Тайпар, выполняя роль текстильного фильтра, взаимодействуя с подстилающим грунтом, препятствует вы-

носу из него пылеватых частиц не только превышающих размеры фильтра (порядка 60–300 μ), но и более мелких за счет самопроизвольного образования грунтового фильтра. Свободная вода, отжатая в дренирующий слой под воздействием транспорта, не заиливает его, что приводит к увеличению несущей способности системы «зернистое основание – текстильный фильтр».

Армирование

Армирующий эффект прослойки Тайпар достигается за счет:

- собственной прочности и высокого начального модуля упругости;
- перераспределения напряжений в грунте – передачи нагрузки с более загруженных зон на соседние незагруженные участки.

Выделяют следующие характерные зоны, где по-разному проявляется механизм взаимодействия системы «зернистое основание – текстильная прослойка – грунтовое основание» (рис. 2):

- Зона I – под колесом автомобиля, где частицы зернистого основания пытаются проникнуть в грунт. Прослойка Тайпара, препятствуя перемещению частиц, повышает жесткость основания, тем самым, снижая вертикальные нагрузки на грунт, уменьшая колеобразование.
- Зона II – вне колеи автомобиля, где благодаря обратному изгибу мембраны, обеспечивается эффект перераспределения нагрузки.
- Зона III – прослойка наиболее растянута и, поэтому воспринимает растягивающие напряжения в плоскости полотна.
- Зона IV – локальные нагрузки на отдельные более крупные частицы зернистого основания.

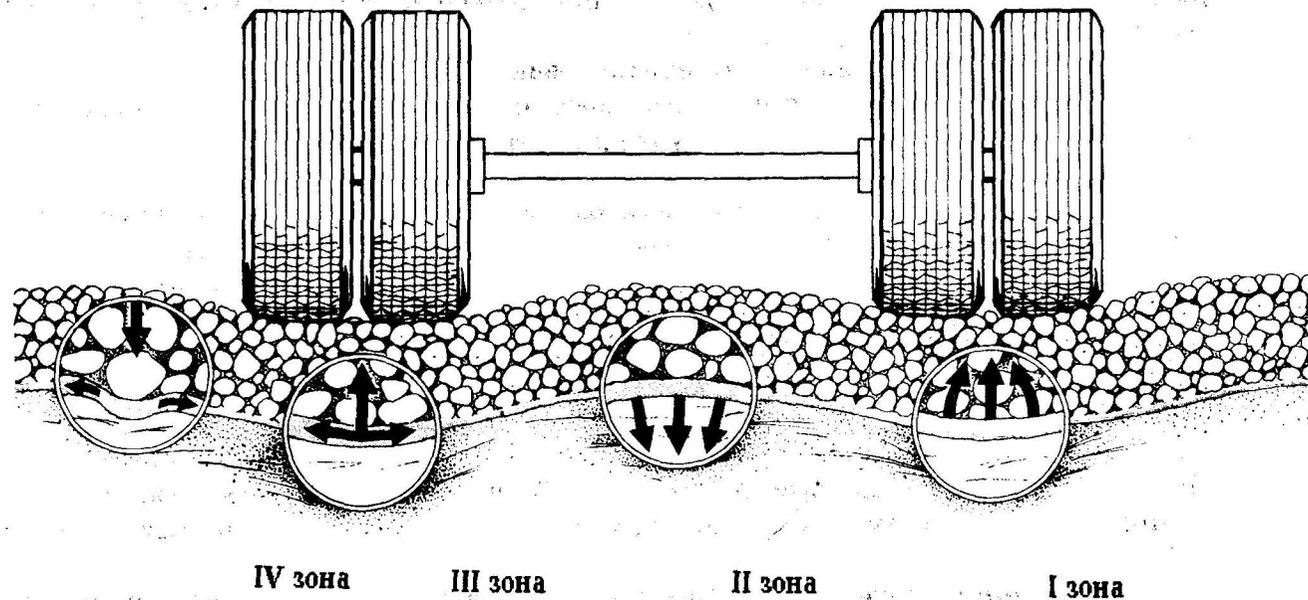


Рис. 2. Механизм взаимодействия прослойки Тайпар с грунтом при воздействии колесной нагрузки

Выполнение Тайпаром всех перечисленных функций возможно благодаря сочетанию следующих свойств:

- Высокий начальный модуль прослойки, обеспечивающий при сравнительно небольших деформациях грунта, появление напряжений в плоскости прослойки за счет чего включаются мембранный и перераспределяющий механизмы взаимодействия прослойки с грунтом.
- Достаточно большие относительные удлинения прослойки в конструкции (порядка 515 %), позволяющие ей сопротивляться местным продавливаниям камнями.
- Хорошая сопротивляемость продавливанию, обеспечивающая монолитность полотна при производстве работ (укладке и уплотнении зернистого основания).
- Высокая пористость – подбор соответствующего размера пор создает защиту зернистого основания от частиц тонкодисперсного грунта, задерживаемых фильтром при отжатии воды под действием динамических нагрузок.
- Водопроницаемость полотна практически не зависит от нагрузки и времени эксплуатации сооружения, превышающая водопроницаемость вышележащего материала, обеспечивает сбор и отвод воды из дорожной конструкции.

4. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ГЕОТЕКСТИЛЮ ТАЙПАР

В табл. 2 приведены требования, предъявляемые к геотекстилю Тайпар[1,2].

Таблица 2

Область применения	Основные требования к физико-механическим показателям	Рекомендуемые значения требований
1. Разделительная прослойка на контакте «грунт–дорожная одежда»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прочность при одноосном растяжении (1) 2. Относительное удлинение при одноосном растяжении (1) 3. Прочность при продавливании (1) 4. Водопроницаемость перпендикулярно плоскости прослойки (2) 5. Водопроницаемость в плоскости полотна (2) 6. Поверхностная плотность (2) 7. Толщина (2) 8. Сопrotивляемость местным повреждениям (2) 9. Фильтрующая способность (эффективная пористость) (2) 10. Погодостойкость (светостойкость) (2) 11. Устойчивость при химических и биологических воздействиях (2) 	<p>Не менее 5 кН/м Не более 55 % Не менее 0,5 кН Не менее 20 м/сут Не менее 15 м/сут Не менее 90 г/м² Не менее 0,35 мм Не менее 3 кН/м $O_{90} < d_{90}$ Снижение прочности не более 20 % Снижение прочности не более 20 %</p>
2. Дренирующая прослойка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Водопроницаемость – K_f в плоскости прослойки (1) 2. Водопроницаемость – K_f в плоскости, перпендикулярной полотну (1) 3. Фильтрационная способность (эффективная пористость) (1) 4. Поверхностная плотность (1) 5. Толщина (1) 6. Прочность при продавливании (1) 7. Сопrotивляемость местным повреждениям (2) 8. Прочность при одноосном растяжении (2) 9. Относительное удлинение при одноосном растяжении (1) 10. Погодостойкость (светостойкость) (2) 11. Устойчивость при химических и биологических воздействиях (2) 	<p>Не менее 15 м/сут Не менее 20 м/сут $O_{90} < d_{90}$ Не менее 110 г/м² Не менее 0,43 мм Не менее 0,5 кН Снижение прочности не более 10 % Не менее 5 кН/м Не более 55 % Снижение прочности не более 20 % Снижение прочности не более 20 %</p>

<p>3. Армирующая прослойка на слабом основании в конструкции типа «плавающая насыпь», а также при неполном выторфовывании и замещении слабого грунта основания (при допущении осадки слабого основания)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прочность при одноосном растяжении (1) 2. Относительное удлинение при одноосном растяжении (1) 3. Прочность при относительном удлинении $\varepsilon = 5 \%$ (1) 4. Сопротивляемость местным повреждениям (1) 5. Прочность при продавливании (1) 6. Модуль деформации при одноосном растяжении (1) 7. Длительная (долговременная) прочность (1) 8. Прирост деформации при строительстве и эксплуатации (при расчетном обосновании) (2) 9. Водопроницаемость перпендикулярно плоскости прослойки (2) 10. Фильтрационная способность (эффективная пористость) (2) 11. Поверхностная плотность (2) 12. Толщина (2) 13. Погодостойкость (светостойкость) (2) 14. Устойчивость при химических и биологических воздействиях (2) 	<p>Не менее 9 кН/м Не более 55 % Не менее 4 кН/м Снижение прочности не более 10 % Не менее 0,5 кН Не менее 15 кН/м Не менее 5 кН/м Не более 1 %</p> <p>Не менее 10 м/сут $O_{90} < d_{90}$ Не менее 136 г/м² Не менее 0,46 мм Снижение прочности не более 20 % Снижение прочности не более 20 %</p>
<p>4. Эрозионная защита откосов земляного полотна, водоотводных канав, конусов мостов, устройство дренажей различного назначения (траншейные, откосные и пластовые)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Водопроницаемость в плоскости закрепления (вдоль длиной или короткой стороны полотна) (1) 2. Водопроницаемость перпендикулярно плоскости прослойки (1) 3. Прочность при одноосном растяжении (2) 4. Относительное удлинение при одноосном растяжении (2) 5. Сопротивляемость местным повреждениям (2) 6. Поверхностная плотность (для геотекстилей) (2) 7. Толщина (для геотекстилей) (2) 8. Фильтрационная способность (эффективная пористость) (2) 9. Погодостойкость (светостойкость) (2) 10. Устойчивость при химических и биологических воздействиях (2) 	<p>Не менее 10 м/сут</p> <p>Не менее 20 м/сут (больше чем в 2 раза K_f осушаемого грунта) Не менее 3,4 кН/м Не более 55 % Снижение прочности не более 10 % Не менее 90 г/м² Не менее 0,39 мм $O_{90} < d_{90}$ Снижение прочности не более 20 % Снижение прочности не более 20 %</p>

5. Дренажные конструкции, обратные фильтры, защита от кольматации, подложки для геокомпозигов и объемных конструкций (габионов, геокаркасов)	1. Водопроницаемость – K_f в плоскости, перпендикулярной полотну (1) 2. Фильтрационная способность (эффективная пористость) (1) 3. Прочность при одноосном растяжении (2) 4. Относительное удлинение при одноосном растяжении (2) 5. Сопrotивляемость местным повреждениям (2) 6. Поверхностная плотность (2) 7. Толщина (2) 8. Погодостойкость (светостойкость) (2) 9. Устойчивость при химических и биологических воздействиях (2)	Не менее K_f не менее 20 м/сут 0,06 мм $\langle O_{90} \rangle$ 0,2 мм Не менее 5 кН/м, Не более 55 % Снижение прочности не более 10 % Не менее 90 г/м ² Снижение прочности не более 10 % Толщина не менее 0,39 мм Снижение прочности не более 20 %
--	--	---

Примечания:

1. Цифры в скобках, указанные после каждого физико-механического показателя материала, означают значимость показателя в определенной конструкции (сооружении: 1 – основные показатели; 2 – дополнительные показатели).
2. O_{90} – размер пор нетканого геотекстиля, d_{90} – размер частиц грунта, полный остаток которых составляет 90 %.
3. Долговременная прочность определяется по формуле $P_{дл} = P_p / A_1$, где A_1 – понижающий коэффициент на ползучесть.
4. Значения коэффициентов, понижающих расчетную прочность геосинтетического материала (см. п.5 и 7), а также коэффициента на ползучесть определяются производителем по требованию производителя работ или проектной организации.
5. Показатели, характеризующие взаимодействие геосинтетического материала с грунтом (например, сопротивление сдвигу на контакте с грунтом), степень прорастания семян, подлежат отдельному нормированию.

Критериями, определяющими область применения различных типов геотекстиля Тайпар, являются механические характеристики, условно разделенные на 4 класса (табл. 3)[2].

Таблица 3

Класс	Марка Тайпара	Прочность на разрыв, кН/м	Относительное удлинение при разрыве, %	Прочность на продавливание, Н	Водопроницаемость (коэффициент фильтрации) м/сут
1	SF 20, 27, 32, 37	3,4–8,5	35–52	100-300	45–30
2	SF 40, 44, 49, 56	9,0–13,1	52	300-1000	15–15
3	SF 65, 70, 77	16,5–21,3	55	1000-2300	15–10
4	SF 94, 111	25,0–30,0	55	>2300	10

Основными показателями для материалов, выполняющих различные функции, являются:

- для разделительной прослойки – прочность на продавливание;
- для дренирующих прослоек – водопроницаемость,
- для армирующих прослоек – прочность на разрыв, относительное удлинение и прочность на продавливание.

Следует отметить, что поверхностная плотность – масса 1 м² материала (в г/м²) не является показателем, определяющим свойства для нетканых геотекстилей. Однако меньшая, чем у других геотекстилей поверхностная плотность Тайпара при равных разрывных усилиях, обеспечивает меньшие трудозатраты при транспортировке и укладке рулонов геотекстиля Тайпар.

В зависимости от класса (табл. 3) геотекстиль Тайпар следует использовать:

- в качестве разделительной и дренирующей прослойки – 1–3 класса;
- на слабых основаниях и для повышения устойчивости и откосов земляного полотна – 2–4 класса;
- в качестве армирующей прослойки – 3–4 класса.

5. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОТЕКСТИЛЯ ТАЙПАР ДЛЯ УСТРОЙСТВА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

5.1. Конструкции дорожных одежд для переувлажненных пылеватых грунтов

В конструкциях дорожных одежд автомобильных и городских дорог геотекстиль Тайпар применяется на границе между земляным полотном и несвязным основанием дорожных одежд на постоянных и на временных дорогах без твердого и с твердым покрытием (рис.3).

Конструкции дорожных одежд с геотекстилем Тайпар, укладываемым на границе «дорожная одежда – грунт земляного полотна», рекомендуются для избыточно увлажненных, пучинистых грунтов при 2 и 3 схемах увлажнения рабочего слоя

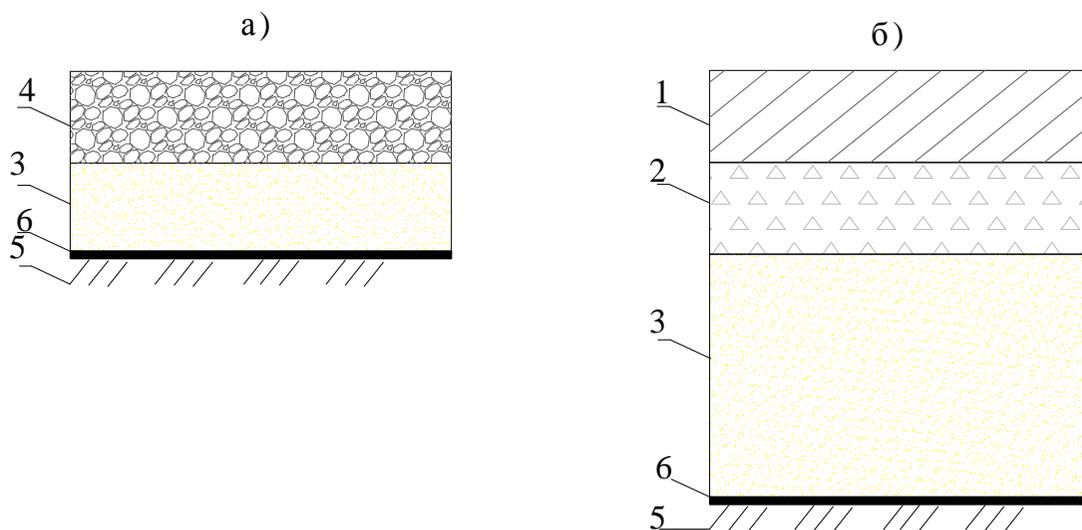


Рис. 3. Конструкции дорожных одежд с геотекстилем Тайпар для переувлажненных грунтов:
а – для временных дорог переходного и низшего типа (без твердого покрытия);
б – для постоянных дорог усовершенствованного капитального и облегченного типа (с твердым покрытием);
1 – твердое покрытие; 2 – зернистое основание; 3 – дренирующий слой из песка;
4 – покрытие из необработанных вяжущими материалами; 5 – грунт земляного полотна;
6 – геотекстиль Тайпар

В приведенных конструкциях Тайпар всех типов, предотвращая взаимное перемешивание зернистых материалов и грунта земляного полотна, обеспечивает необходимую степень уплотнения грунта и конструктивных слоев дорожной одежды при меньших энергетических затратах.

В дорожных одеждах капитального и облегченного типов, в которых грунт работает практически в стадии упругих деформаций, напряженное состояние после введения геотекстильной прослойки практически не изменяется, поскольку прослойка – гибкая мембрана прогибается совместно с грунтом. Поэтому говорить об армирующей роли Тайпар, можно весьма условно.

В конструкциях дорожных одежд переходного типа (без твердого покрытия), где грунт работает в стадии упругопластических деформаций, в момент, когда рост деформаций в грунте превышает рост напряжений, начинает проявляться

мембранный характер работы прослойки геотекстиля. Прослойка, деформируясь совместно с грунтом, удлиняется не менее чем на 5–10%, по сравнению с первоначальной длиной, поэтому в ней возникают растягивающие напряжения. При этом равновесие в трехслойной системе: насыпной слой – геосинтетическая прослойка – грунт – достигается под воздействием колесной нагрузки при меньшей величине остаточной деформации – осадке (колее) грунта.

Следовательно, Тайпар 3–4 класса выполняет функцию армирующей прослойки:

- в дорожных одеждах переходного типа;
- в период отсыпки вышележащих слоев зернистых материалов при воздействии строительной нагрузки.

Колея, возникающая при проходе строительного транспорта в процессе уплотнения вышележащего над геотекстилем слоя, устраняется при разравнивании и уплотнении его, однако прослойка геотекстиля остается в растянутом состоянии и способна в дальнейшем работать на растяжение.

Прослойки геотекстиля Тайпар, имеющие коэффициент фильтрации в плоскости, перпендикулярной полотну не менее 10–15 м/сут, одновременно с разделением слоев выполняет функцию дренирования, т.е. ускоряют отвод воды из дорожной одежды, тем самым возникает возможность уменьшения толщины песчаного основания на 20-30%, если при этом обеспечивается прочность на воздействие колесной нагрузки.

Типовые конструкции дорожных одежд для автомобильных дорог и улиц разных категорий приведены в прил. 1.

5.2. Конструкции дорожных одежд с геотекстилем Тайпар на слабых грунтах

В конструкциях дорожных одежд на слабых грунтах геотекстиль Тайпар применяется в сочетании со следующими элементами (рис. 4):

- георешетками двухосной ориентации;
- объемными геокорками.

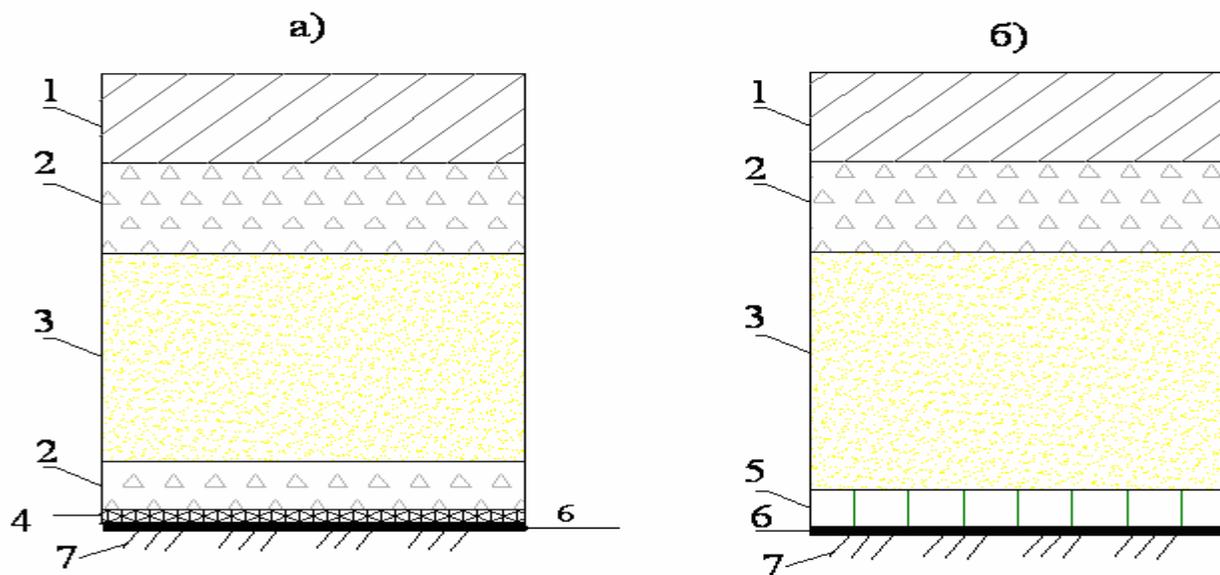


Рис. 4. Конструкции дорожных одежд с геотекстилем Тайпар для слабых грунтов:
 а – геотекстиль Тайпар в сочетании георешеткой;
 б – геотекстиль Тайпар в сочетании с объемным геокаркасом
 1 – слои дорожной одежды; 2 – щебень; 3 – песок; 4- георешетка; 5 – объемный геокаркас;
 6 – геотекстиль Тайпар; 7 – грунт земляного полотна

Тип армирующей георешетки зависит от конструкции дорожной одежды и несущей способности земляного полотна и определяется расчетом по одной из существующих методик [2, 3].

Объемные геокаркасы, изготовленные из полиэтиленовых или полипропиленовых полос высотой 0,1–0,3 м методом сшивания или склеивания, при их натяжении образуют гибкий каркас, каждая ячейка которого имеет форму шестиугольника. Геокаркасы заполняются дренирующим крупнообломочным грунтом фр. 5–40 мм. Принцип действия данной конструкции – сотовая структура перераспределяет напряжения в несвязном материале, обеспечивая передачу усилий через стенки сот. В результате модуль упругости армированного слоя, используемый при расчете на прочность увеличивается в 1,5–1,6 раза.

6. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОТЕКСТИЛЯ ТАЙПАР ДЛЯ УСТРОЙСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

6.1. Укрепление обочин

Применение геотекстиля Тайпар для укрепления обочин на автомобильных дорогах позволяет уменьшить толщину слоев из каменных материалов, обеспечивает защиту грунта от водной эрозии, предотвращает проникание крупнообломочного материала в грунт и способствует дренированию дорожной конструкции (рис. 5).

Тайпар укладывается под слой укрепления обочины на песчаное или грунтовое основания и закрепляется на откосе. Конструкция, приведенная на рис. 5, применяется также при уширении земляного полотна, когда обочина, а иногда и проезжая часть устраиваются на уширяемой части земляного полотна. В этом случае Тайпар 34 класса выполняет функцию анкера, перераспределяющего нагрузку со старой конструкции на вновь устраиваемую часть земляного полотна.

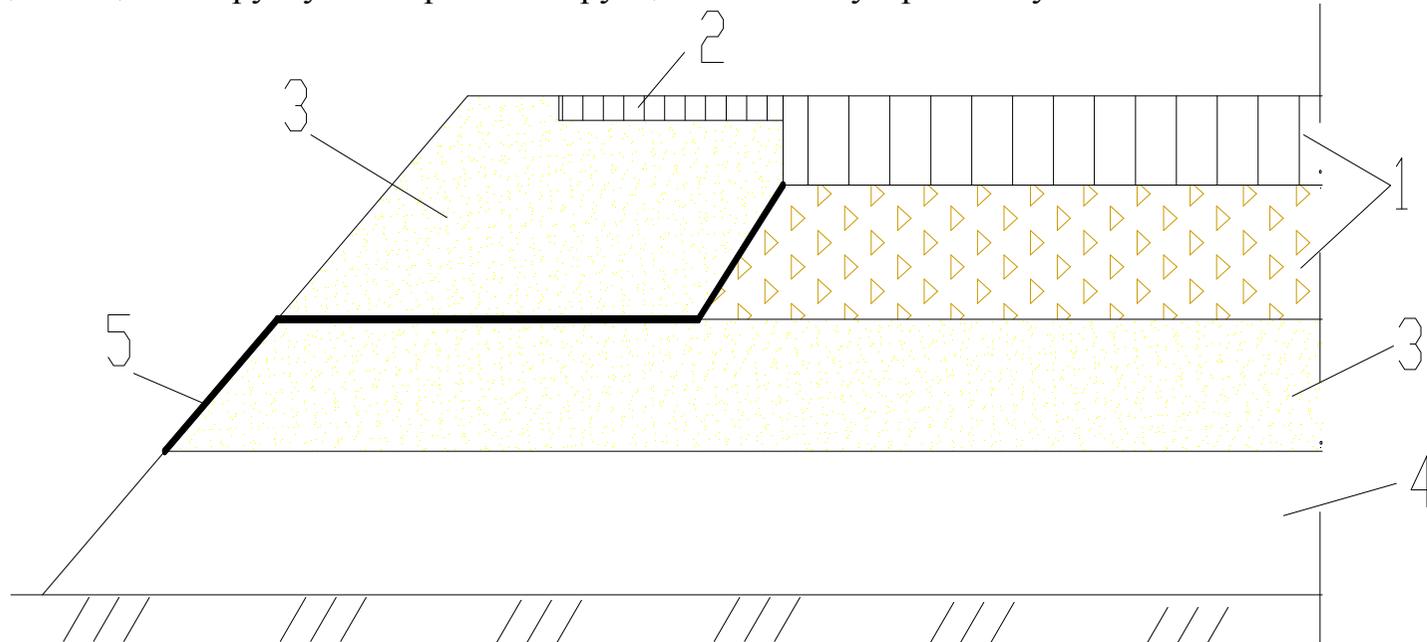


Рис. 5. Конструкция укрепления геотекстилем Тайпар обочины автомобильной дороги: 1 – дорожная одежда; 2 – слой укрепленной обочины; 3 – дренарующий грунт; 4 – грунт земляного полотна; 5 – геотекстиль Тайпар

6.2. Укрепление откосов земляного полотна

Геотекстиль Тайпар, укладываемый на откосы земляного полотна, выполняет две функции:

- защищает откос от водной и ветровой эрозии;
- повышает устойчивость от оползания.

Для защиты откоса от эрозии Тайпар 1–3 класса укладывается на поверхность откоса в сочетании с различными конструктивно-технологическими решениями: обработкой грунта вяжущими, укладкой поверх Тайпара сборных решетчатых или сплошных элементов, обсыпкой каменными материалами и др. (рис. 6).

Выбор типа укрепления зависит от высоты насыпи и ее крутизны (заложения откосов), уровня подтопляемости на пойменных участках, скорости водного потока и др. причин.

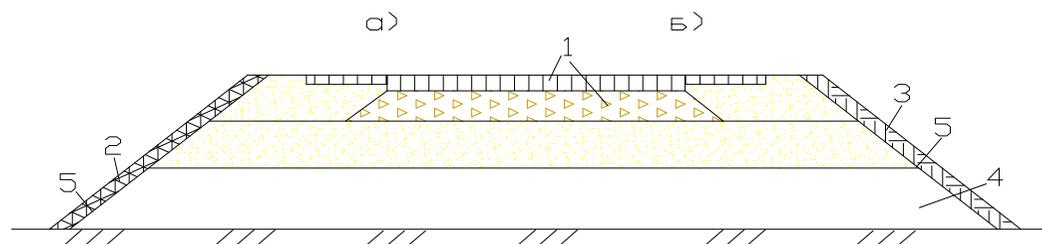


Рис. 6. Конструкция земляного полотна с укрепленными откосами:

а – Тайпар 2–3 класса в сочетании с материалами, укрепленными вяжущими, или щебнем;
б – Тайпар 2–3 класса в сочетании с бетонными плитами, объемными решетками и габионами;

1 – дорожная одежда; 2 – материалы для укрепления откосов; 3 – бетонные плиты, объемные решетки и габионы; 4 – грунт земляного полотна; 5 – геотекстиль Тайпар 1–3 класса

Применение термоупрочненного геотекстиля Тайпар в данной конструкции способствует уменьшению влажности грунтов в период весеннего и осеннего переувлажнения откосов, особенно северной экспозиции и, наоборот, способствует повышению влажности под прослойкой при высоких летних температурах воздуха и в районах сухим климатом (4–5 дорожно-климатические зоны). Таким образом, геотекстиль Тайпар выравнивает влажностный режим поверхностного слоя грунта на откосах земляного полотна.

Применение геотекстиля Тайпар, относящегося к 3–4 классу для повышения устойчивости откоса насыпи основано на совместной работе прослойки и грунта в зоне оползания откоса и частичном восприятии растягивающих напряжений, стремящихся вызвать оползание откоса.

С целью повышения устойчивости откосов, полотна Тайпара следует укладывать в виде горизонтальных полос в подоткосной части с выводом концов за пределы кривой скольжения (рис. 7,а). Нижний ряд укладывается на уровне подошвы насыпи, а верхний ряд на уровне низа дорожной одежды. Промежуточные ряды располагают равномерно между верхними и нижними полотнами с шагом 0,5–0,7 м.

Повышение устойчивости и одновременно защита грунта подоткосной части от суффозии могут быть достигнуты при заключении грунта в обойму из геотекстиля Тайпар (рис. 7,б).

При армировании откоса геотекстилем Тайпар 3–4 класса крутизна его повышается до 1:1. В этом случае откос следует отсыпать из крупнообломочного каменного материала, имеющего более высокий угол внутреннего трения, по сравнению со связным грунтом.

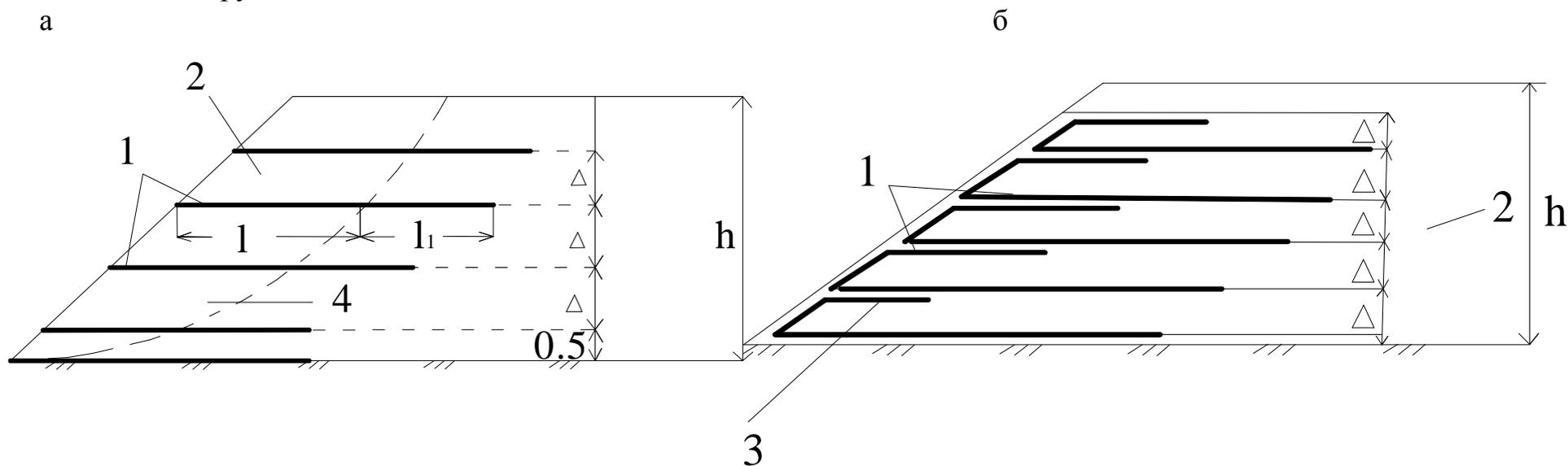


Рис. 7. Конструкция земляного полотна, обеспечивающая повышение устойчивости откоса:
а – армирование откосов горизонтальными полосами Тайпара; б – армирование откосов по схеме «грунт в обойме» из Тайпара; 1 – Тайпар 3–4 класса; 2 – грунт земляного полотна; 3 – грунт (крупнообломочный материал), заключенный в обойму; 4 – кривая скольжения

6.3. Устройство земляного полотна на переувлажненных грунтах

В земляном полотне, отсыпанном из пылеватых супесчаных и суглинистых грунтов, на участках 2–3 типа местности по характеру увлажнения возможны разрушения, связанные с деформациями морозного пучения. Для уменьшения пучения грунтов следует верхнюю часть земляного полотна на высоту рабочего слоя, то есть не менее 1,5 м отсыпать из дренирующего грунта с коэффициентом фильтрации не менее 0,5 м/сут. Для защиты дренирующего грунта от заиления рекомендуется заключать его в обойму из геотекстиля Тайпар 2–4 класса (рис. 8).

1/

Рис. 8. Конструкция земляного полотна на пучинистых участках:
1 – дорожная одежда; 2 – дренирующий слой; 3 – Тайпар 2–4 класса;
4 – пучинистый грунт

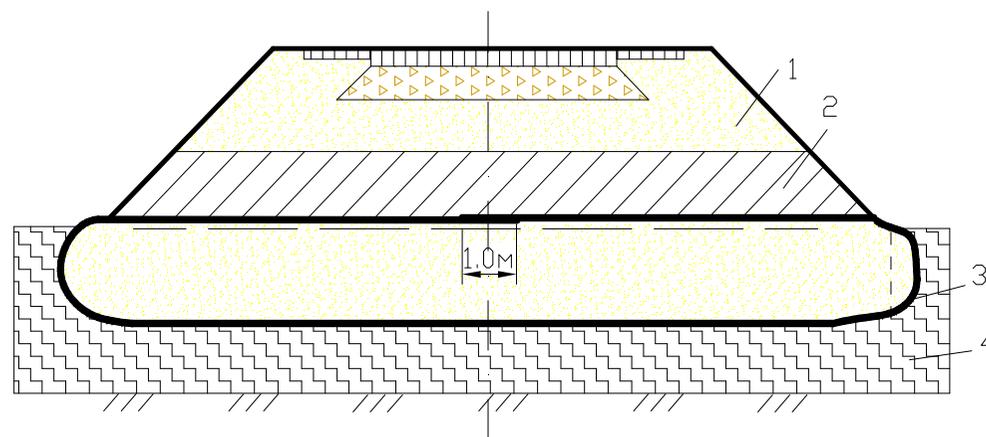
6.4. Устройство земляного полотна на слабых грунтах

В конструкциях земляного полотна на слабых грунтах (торфах и др.), Тайпар, находясь в растянутом состоянии, воспринимает и частично перераспределяет растягивающие напряжения с наиболее загруженных зон – под проезжей частью на недогруженных участках – под обочинами. В результате осадка слабого основания под осью проезжей части уменьша-

ется, а равновесие в системе «насыпной слой – слабое основание» достигается при меньшей толщине насыпного слоя, т.е. при меньшей высоте насыпи.

На болотах 1–2 типа при мощности торфа менее 3–4 м, когда возможно возведение насыпи без возникновения процесса бокового выдавливания слабого грунта, рекомендуется конструкция с разомкнутой обоймой. В случаях же когда при не соблюдении определенного режима возведения земляного полотна, кроме деформации сжатия торфа, возможно, его выдавливание из-под подошвы насыпи, рекомендуется конструкция по типу замкнутой обоймы (рис. 9).

а



б

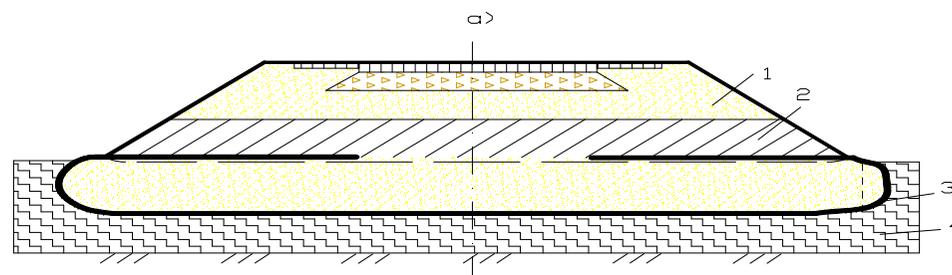


Рис. 9. Конструкция земляного полотна на слабом основании (болотах 1 и 2 типов):

а – по типу разомкнутой обоймы; б – по типу замкнутой обоймы;

1 – дренирующий грунт; 2 – связный пылеватый грунт; 3 – геотекстиль Тайпар 3–4 класса;
4 – слабый грунт

В приведенной конструкции земляного полотна на слабых грунтах прослойка геотекстиля Тайпар выполняет несколько функций: обеспечивает армирование дорожной конструкции, ускоряет дренирование – отвод воды в процессе консолидации торфа под нагрузкой от веса насыпи, предохраняет материал тела земляного полотна от взаимопроникновения с частицами торфа, т.е. защищает его от заиливания.

В целях экономии дренирующего грунта его используют только для устройства слоя, компенсирующего осадку торфа, и для отсыпки верхней части насыпи высотой менее 1 м. Остальная часть насыпи может устраиваться из связных непылеватых грунтов.

Стыковку полотен следует производить с помощью сшивания или другим способом, обеспечивающим сплошность и желательно водопроницаемость в месте стыка. При стыковке полотен внахлестку ширина стыка должна быть не менее 0,3 – 0,5 м, что приводит к значительному перерасходу материала, не гарантируя надежности стыка.

7. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ В ДОРОЖНОМ, ГРАЖДАНСКОМ И В ПРОМЫШЛЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ПРИ ОСВОЕНИИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

7.1. Конструкции с покрытиями из штучных материалов для дорожного строительства

В дорожных конструкциях из штучных материалов: каменных – брусчатки, мозаики и др. или искусственных – бетона, керамзитобетона и шлакобетона, изготовленных в виде блоков и плит различной конфигурации, Тайпар выполняет функцию разделительной мембраны.

Конструкции из штучных материалов используют (рис. 10):

- при устройстве дорожных одежд для тротуаров, пешеходных зон, кратковременных стоянок автомобилей на газонах и двухуровневых тротуарах, паркингов, пешеходных дорожек в скверах и парках;
- при мощении внутриквартальных территорий (дворов);
- при устройстве трамборта, отделяющего трамвайные пути от проезжей части,
- на дорогах со сборными бетонными покрытиями и в других случаях.

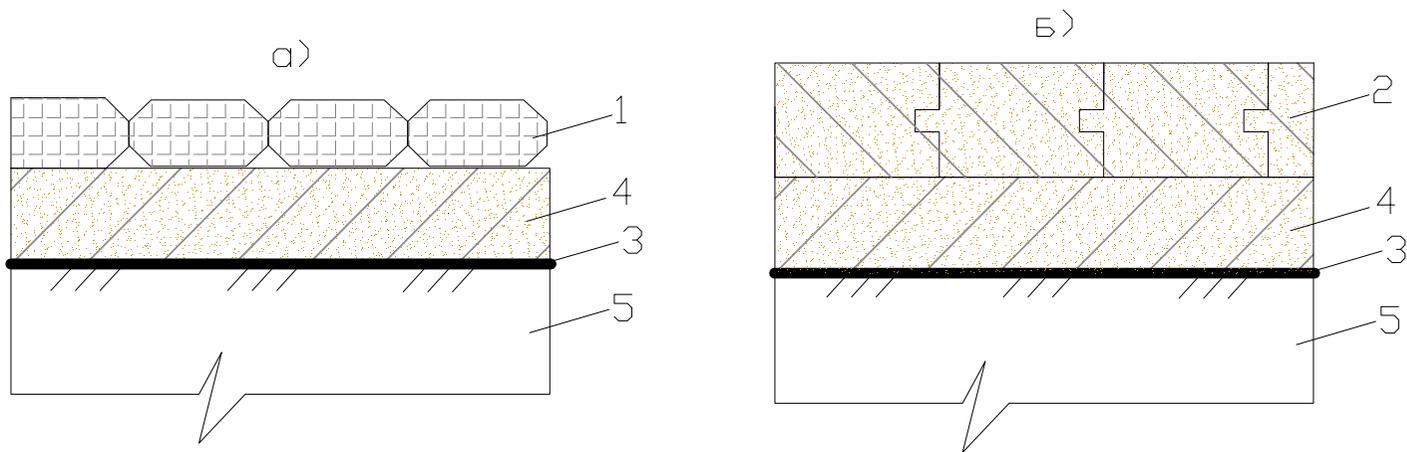


Рис. 10. Дорожные конструкции из штучных материалов:

а – покрытие из каменных материалов (гранитных плит, брусчатки и мозаики);

б – покрытие из искусственных материалов (бетона, керамзитобетона и шлакобетона)

1 – брусчатка; 2 – бетонные камни (блоки); 3 – геотекстиль Тайпар 1–3 класса;

4 – пескоцемент; 5 – грунт

Геотекстиль Тайпар 24 класса используются так же на улицах в городских условиях в конструкциях дорожных одежд в зоне трамвайных путей, совмещенных в одном уровне с проезжей частью с покрытием из асфальтобетона, бетонных камней или плит (рис. 11).

В этой конструкции геотекстиль Тайпар обеспечивает:

- защиту слоев дренирующего слоя от заиления (проникания тонкодисперсных пылеватых и глинистых частиц вместе с водой из грунта в песок);
- более равномерное распределение нагрузки на грунт.

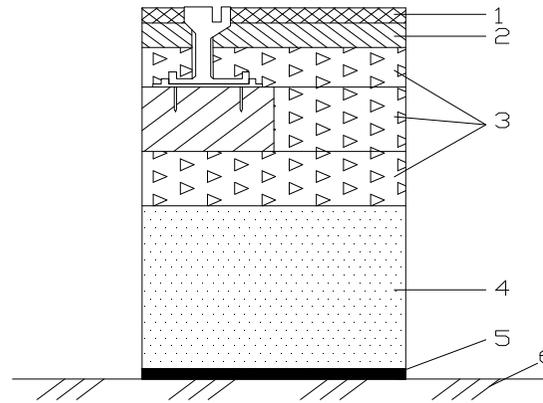


Рис. 11. Конструкция дорожной одежды в зоне трамвайных путей:

1 – покрытие (асфальтобетон, бетонные камни и плиты); 2 – несущий слой основания из укрепленных материалов; 3 – слои основания из щебня, щебеночно-гравийной смеси; 4 – дренирующий слой из песка; 5 – геотекстиль Тайпар 2–3 класса; 6 – грунт

Использование газонной решетки сотовой конструкции из полиэтилена высокой плотности позволяет, устраивая парковочные места, сохранить озеленение на газонах (рис. 12). Сотовидные ячейки заполняют дерном или грунтовым субстратом (плодородным грунтом) с последующей посадкой травы. Подобного вида автостоянки называют экопарковками.

Геотекстиль Тайпар 1–2 класса в конструкции на рис. 12 укладывается, как правило, с целью:

- защиты слоя основания из крупнообломочного материала (щебня) от заиления частицами вышележащего растительного грунта и песка;
- в качестве разделительной мембраны между основаниями из различных по гранулометрическому составу материалов (щебня и песка).

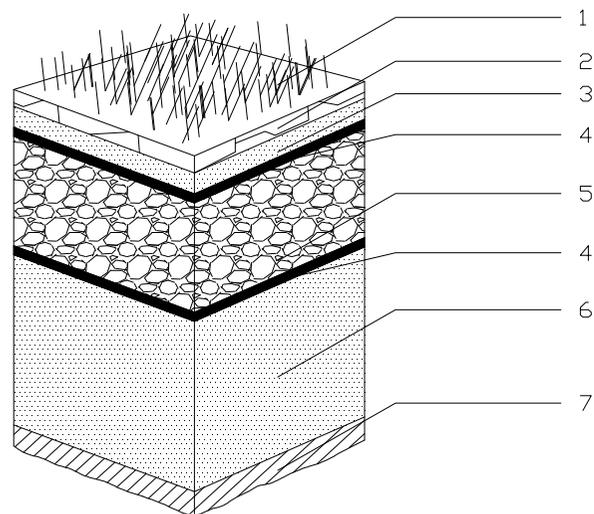


Рис. 12. Экопарковка с покрытием из газонной решетки:

1 – газонная трава; 2 – газонная решетка, заполненная растительным грунтом;
3 – защитный песчаный слой; 4 – геотекстиль Тайпар 1–2 класса; 5 – щебеночное основание; 6 – песчаный дренирующий слой; 7 - грунт

Применение Тайпара любого типа в конструкциях, представленных на рис. 10–12, уменьшает концентрацию напряжений под отдельными плитами – блоками. В результате уменьшается осадка плит и повышается ровность покрытия в процессе эксплуатации.

7.2. Дренажные конструкции с Тайпаром

Особенностью работы дренажного фильтра является способность, взаимодействуя с прилегающим тонкодисперсным грунтом, препятствовать выносу из грунта частиц, перемещающихся совместно с водой, не только превышающих размеры фильтра, но и более мелких за счет самопроизвольного образования обратного грунтового фильтра.

Варианты конструктивных решений дренажа траншейного типа приведены на рис. 13. В приведенных конструкциях при наличии трубы-дрены в качестве фильтрующей обсыпки используется любой дренирующий материал, имеющий ко-

эффицент фильтрации не менее 5 м/сут, при отсутствии трубы – дрены в качестве водопрводящего элемента используется щебень.

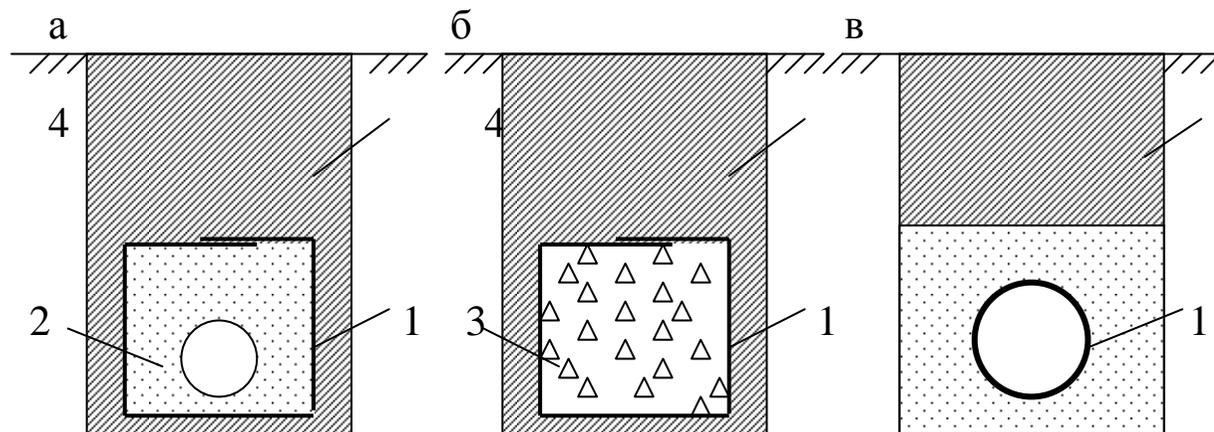


Рис. 13. Конструкция траншейного дренажа:

- а – труба-дрена с фильтрующей обсыпкой и Тайпаром 1–2 класса, уложенным вдоль стенок и дна траншеи;
- б – беструбный дренаж с щебеночным фильтром в обойме из Тайпара 1–2 класса;
- в – дрена в обойме из Тайпара 1–2 класса;
- 1 – Тайпар 1–2 класса; 2 – дренирующая обсыпка; 3 – щебеночный фильтр

На городских дорогах и улицах с целью ускорения осушения дорожной одежды в пределах проезжей части, дрена укладывают в ровик – трапецидальную траншею глубиной не менее 0,8 глубины капиллярного поднятия воды в материале, заполняющем ровик (рис. 14). Геотекстиль Тайпар в этой конструкции следует укладывать вдоль стенок и дна ровика или обматывать им трубу-дрену. За пределами ровика полотна Тайпара укладывают на всю ширину проезжей части.

Рис. 14. Конструкция дорожного дренажа на городской улице:

а – дренаж с дренажной трубой и Тайпаром 1-2 класса, уложенным вдоль стенок дна ровика;

б – дренаж с дренажной трубой, обернутой Тайпаром 1 класса

1 – Тайпар 1–2 класса; 2 – ровик; 3 – труба-дрена; 4 – фильтрующая засыпка;

5 – дренирующий слой дорожной одежды

7.3. Конструкции опор мостов и путепроводов, фундаментов зданий

Конструкции с Тайпаром используются для защиты от заиливания и вертикального дренирования:

- стен подвалов;
- фундаментных блоков опор искусственных сооружений (мостов, эстакад и др.);
- различных конструкций фундаментов зданий

Тайпар 2–3 класса в конструкциях рис. 15 предотвращает заиливание дренажных труб и фильтровой обсыпки, обеспечивая эффективную работу этих сооружений и продлевая срок их службы.

Рис. 15. Конструкция вертикального дренажа:

а – дренаж стен подвалов;

б – дренаж опор искусственных сооружений и фундаментов зданий;

1 – Тайпар; 2 – фильтровая обсыпка; 3 – труба-дрена; 4 – обратный фильтр;

5 – водонасыщенный грунт

7.4. Конструкции при благоустройстве городских территорий и прокладке подземных коммуникаций

Геотекстиль Тайпар 2–3 класса используется для защиты растительного грунта (гумуса) от вымывания на газонах и насыпных участках набережных, площадей и парковых зон при посадке деревьев и кустарников (рис. 16).

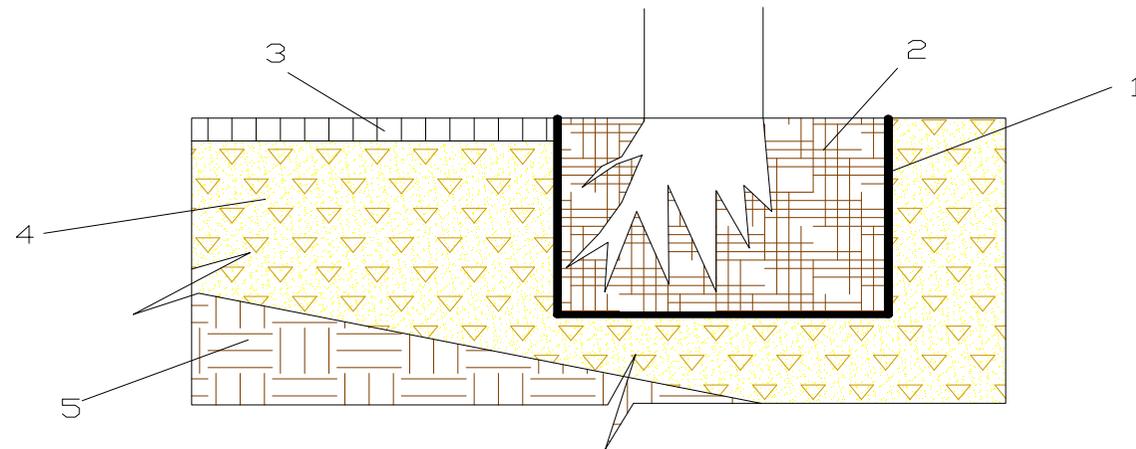


Рис. 16. Конструкция при благоустройстве городской территории:
 1 – Тайпар 2–3 класса; 2 – плодородный грунт; 3 – укрепленная полоса (тротуар, велодорожка);
 4 – насыпной грунт (щебень, песок); 5 – грунт

Геотекстиль Тайпар 2–4 класса применяется при прокладке подземных сетей в траншеях в тех случаях, когда на переувлажненных и слабых грунтах под подземными коммуникациями необходимо устраивать основание из неукрепленной или укрепленной цементом щебеночной или гравийной смеси (рис. 17).

Назначение обоймы из геотекстиля Тайпар:

- защита материала основания от загрязнения;
- достижение большей степени уплотнения;
- уменьшение вероятности неравномерных осадок.

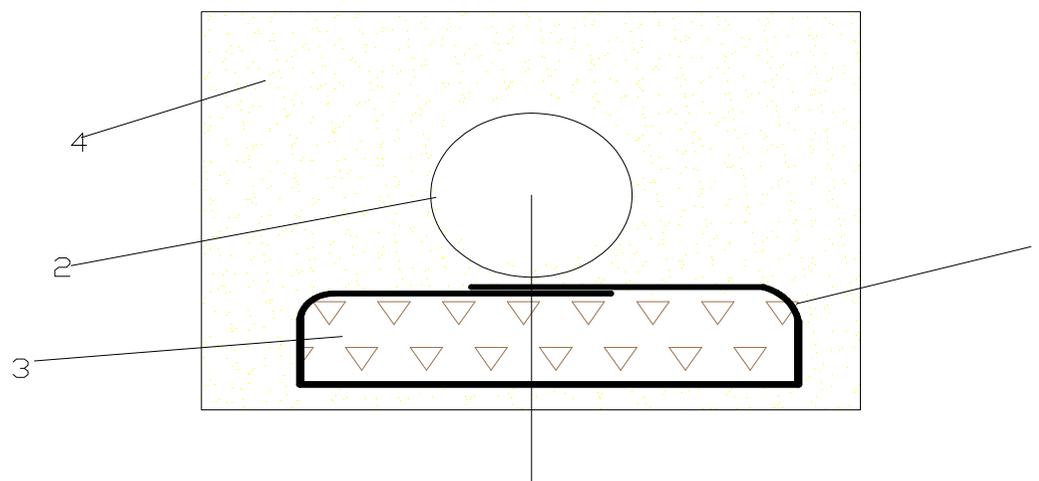


Рис. 17. Конструкция инженерных сетей в траншеи:
 1 – Тайпар 2–4 класса; 2 – труба; 3 – основание под трубой из щебеночной, гравийной или бетонной смеси;
 4 – дренирующий грунт обратной засыпки

7.5. Устройство покрытий для водоемов и свалок (могильников) различных отходов. Рекультивации карьеров

В конструкции, предоставленной на рис. 18,а, геотекстиль Тайпар 1–3 класса укладывается на поверхность берегов и дно естественных или искусственных водоемов, используется при рекультивации карьеров с целью превращения их в искусственные пляжи.

Геотекстиль Тайпар выполняет следующие функции:

- предотвращает потери дренирующего песка в илистый или связный грунт водоема или карьера;
- препятствует, росту травы снизу.

В районах с устойчивым ледовым покровом целесообразно геотекстиль Тайпар и отсыпaeмый на его поверхность дренирующий грунт укладывать на поверхность льда. При таянии льда они опустятся на откосы и дно водоема.

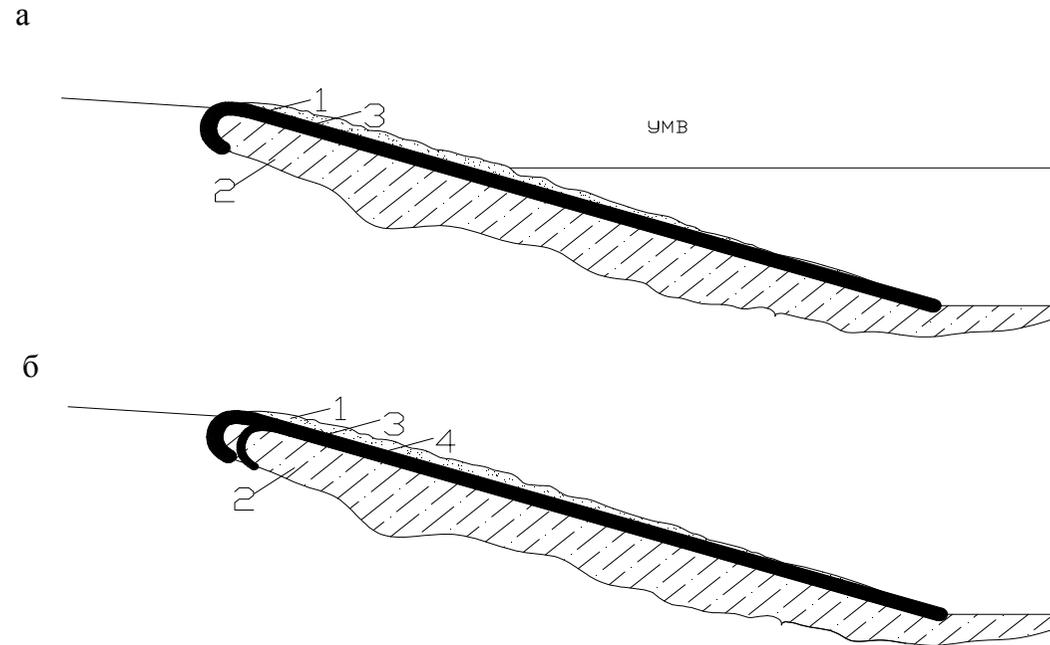


Рис. 18. Защитные покрытия на водоемах с использованием геотекстиля Тайпар:
 а – защита берегов и дна водоемов; б – защита откосов и дна свалок-могильников;
 1 – дренирующий грунт или щебень; 2 – илистый или связный грунт; 3 – геотекстиль Тайпар 2–4 класса;
 4 – гидроизолирующая мембрана

В конструкции свалки (могильника) (рис. 19) очень важно обеспечить защиту окружающего грунта и близко расположенных грунтовых вод от загрязнения химическими и другими отходами. Для этого по дну и стенкам могильника укладывается гидроизолирующая прослойка (геомембрана или геокомпозит). Геотекстиль Тайпар 2–4 класса обеспечивает защиту геомембраны от физических повреждений и проколов. Особенно опасно нарушение сплошности гидроизолирующего слоя при устройстве поверх защитного слоя покрытия из щебня, по которому осуществляется движение построечного транспорта и транспорта, привозящего отходы. В этом случае под щебнем следует укладывать геотекстиль Тайпар в сочетании с георешетками.

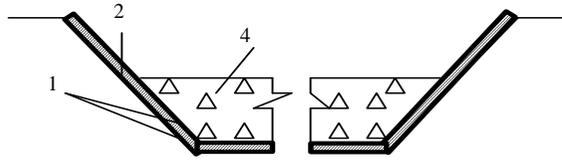


Рис. 19. Защитные покрытия на свалках (могильниках отходов) с использованием геотекстиля Тайпар:
1 – геотекстиль Тайпар 2–4 класса; 2 – гидроизолирующая мембрана; 4 – щебень (гравий)

7.6. Конструкции покрытий на крышах, в подвалах и гаражах

Геотекстиль Тайпар применяется как разделительная мембрана для устройства «зеленых» и инверсионных кровель на крышах различного назначения (рис. 20).

В конструкции «зеленых» кровель (рис. 20а) Тайпар укладывается под плодородный грунт (растительный или субстрат) и на поверхность геомембраны, образуя обойму, внутри которой расположен слой дренажа.

В этой конструкции Тайпар 1–2 класса используется:

- как разделительная мембрана для предотвращения перемешивания слоев и вымывания плодородного грунта в дренаж;
- для защиты гидроизоляционной мембраны от механических повреждений;
- для ограничения роста корней растений.

В конструкции рис. 19б, предназначенной для инверсионных кровель крыш, чердаков, полов подвалов различного назначения и гаражей, Тайпар укладывается между слоем зернистого основания и слоем теплоизоляции с целью:

- предотвращения засорения мелкими частицами щелей между плитами теплоизоляции;
- для более равномерного распределения нагрузки.

Тип покрытия в данной конструкции может быть любой: асфальтобетон, бетонные плитки, слой гидроизоляции.

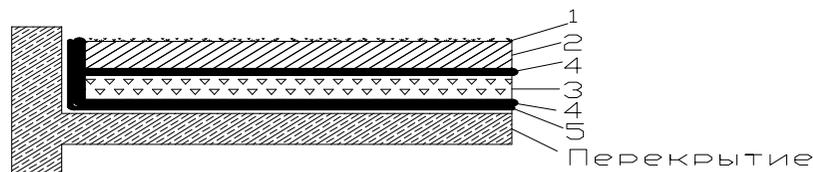
В конструкциях с гидроизоляционными мембранами. Тайпар 1–2 класса может укладываться в качестве защиты сверху и снизу слоя гидроизоляции, что позволяет использовать более тонкие и дешевые геомембраны.

Геотекстиль Тайпар также используется в качестве армирующего слоя при устройстве гидроизолирующих покрытий из холодных битумных эмульсий или горячего битума, наносимых методом распыления в два слоя:

- на бетонные перекрытия и полы;
- непосредственно на поверхность геотекстиля Тайпар

Геотекстиль Тайпар обеспечивает повышенную прочность гидроизоляционного покрытия к механическим повреждениям и стабильность при температурных воздействиях. Максимальная температура битума при укладке не должна превышать 120⁰ С.

а



б

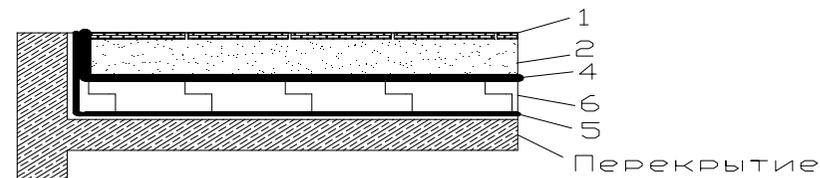


Рис. 20. Конструкции на крышах и в подвалах (гаражах) с геотекстилем Тайпар:
 а – «зеленые» кровли; б – инверсионные кровли, полы ;
 1 – покрытие (зеленый газон, асфальтобетон, бетонные плитки);
 2 – основание под покрытие (плодородный грунт, щебеночно-песчаная смесь);
 3 – дренажный слой; 4 – геотекстиль Тайпар; 5 – гидроизоляционная мембрана;
 6 – плиты теплоизоляции

7.7. Конструкции фундаментов плиточного типа

При строительстве легких каркасных домов или домов из пенобетона, как правило на слабых грунтах, , устраивают фундаменты плиточного типа из армированного бетона, небольшого веса. Для исключения промерзания грунта под фундаментом укладываются теплоизоляцию из плит пенополистирола. Для предотвращения переувлажнения пола под армированную бетонную плиту укладывается геомембрана и устраивается пластовый дренаж из пористого материала (щебня, гравия, керамзита) (рис. 21).

Геотекстиль Тайпар 24 класса, укладываемый в виде обоймы, защищает дренажную обсыпку от заиливания, перераспределяет напряжения на грунт, тем самым продлевая срок службы всей конструкции.

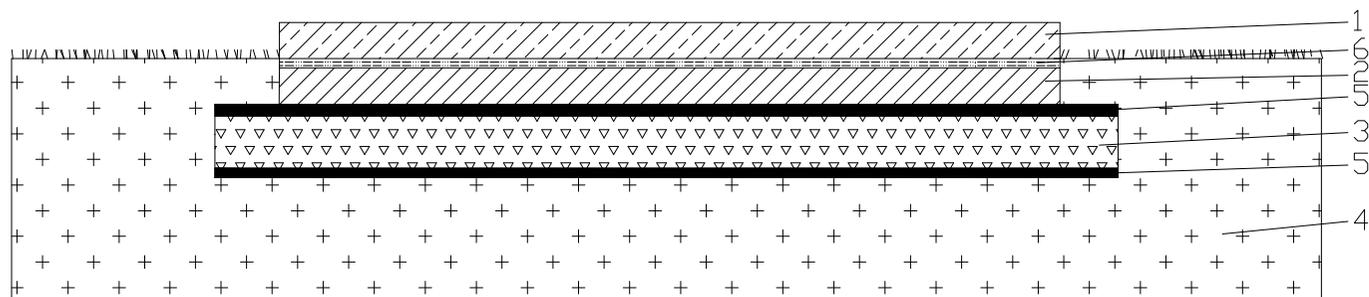


Рис. 21. Конструкция фундамента плиточного типа:

- 1 – бетонная армированная плита; 2 – теплоизолирующая плита из пенополистирола;
- 3 – пластовый дренаж из пористых материалов (щебня, гравия или керамзита);
- 4 – слабый грунт; 5 – геотекстиль Тайпар 2–4 класса; 6 – геомембрана

8. ВЫБОР ТИПА ГЕОТЕКСТИЛЯ ТАЙПАР

Области применения конкретной марки геотекстиля Тайпар зависят по методике Школы Гражданского Строительства Института Технологий Джорджии – Атланта, США от несущей способности грунта (показателя *CBR*).

В зависимости от расчетных показателей все типы геотекстиля Тайпар разделяются на три группы (табл. 4) [2].

Таблица 4

Расчетные показатели	Единицы измерения	Тип		
		А	В	С
Прочность на растяжение	кН/м	7 – 11	11 - 18	> 18
Относительное удлинение	%	> 25	> 25	> 25
Модуль упругости при удлинении 10 %	кН/м	> 50	> 70	> 100
Прочность на прокол	Н	> 1000	> 1500	> 2500

Зависимость между модулем упругости и показателем *CBR* приведена на рис. 22.

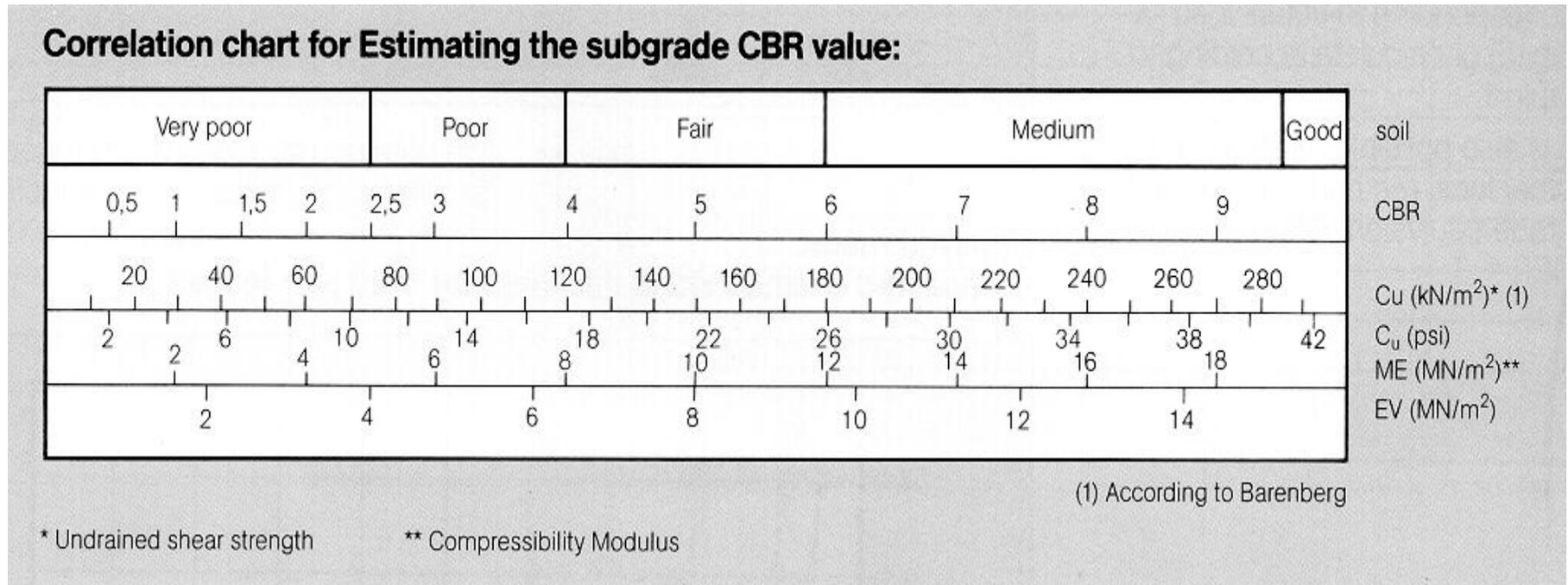


Рис. 22. Расчетные характеристики грунта:
ME – модуль упругости грунта после уплотнения, МПа

Согласно рис. 23 выбор типа Тайпара зависит от несущей способности грунта и количества приложений нагрузки за срок службы дорожной конструкции. При использовании осевых нагрузок до 130 кН используется график рис. 22а, более 130 кН, когда усталостные явления в геотекстиле развиваются более интенсивно (рис. 23, б). Во втором случае необходимо применять более прочные марки Тайпара класса 3–4 .

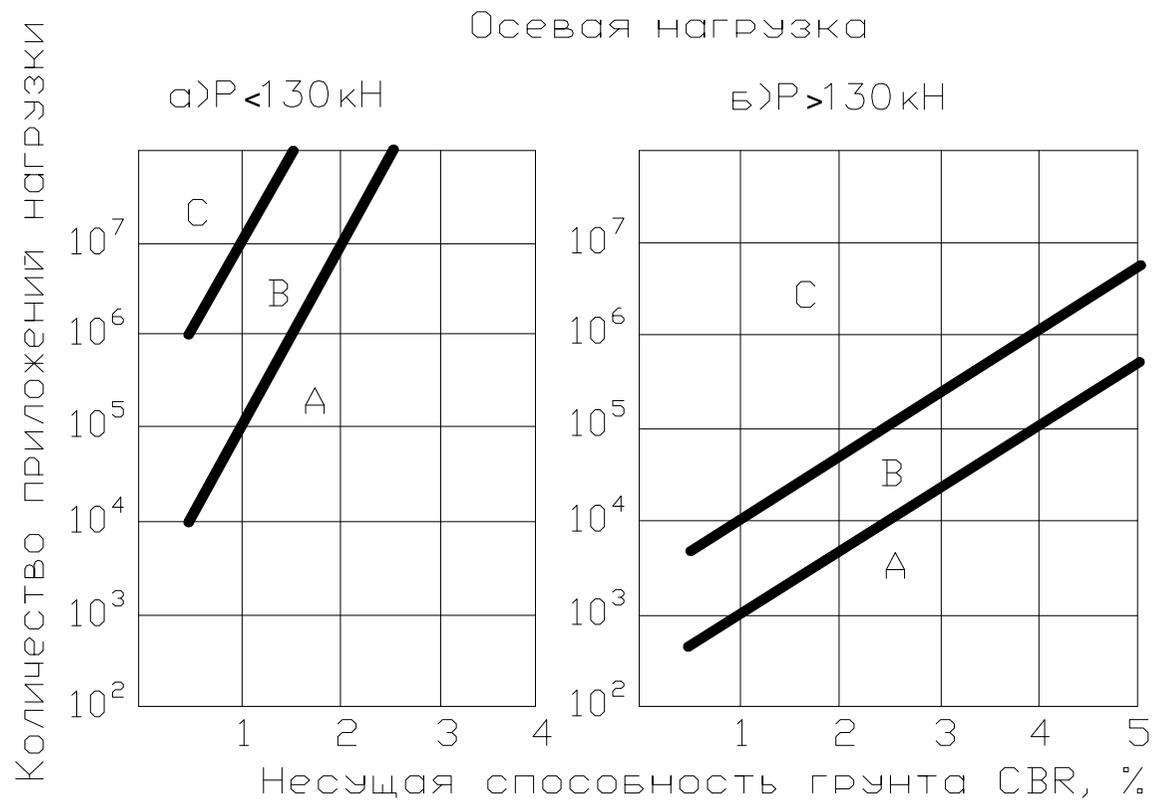


Рис. 23. Выбор типа Тайпара в зависимости от несущей способности грунта и количества приложений нагрузки

Геотекстиль Тайпар может порваться при отсыпке зернистого материала непосредственно на поверхность материала. Чем больше высота падения и крупнее зернистый материал, тем прочнее должна быть прослойка (рис. 24).

Рис. 24. Выбор типа геотекстиля Тайпар в зависимости от размера зерен и высоты падения зернистого материала

Очевидно, что для возможности применения более дешевых, но менее прочных типов Тайпар необходимо вначале отсыпать слой порядка 25 см из более мелкого материала, а потом уже по нему отсыпать более крупный заполнитель.

В процессе уплотнения вышележащего материала, имеющего острые края, возможно протыкание геотекстиля.

Выбор типа геотекстиля зависит от размеров частиц D_{90} (диаметра частиц, соответствующего полному остатку 90%) (рис. 25).

Рис. 25. Выбор типа геотекстиля Тайпар в зависимости от размера частиц D_{90} и несущей способности грунта

Для выполнения функции разделительной и фильтрующей прослойки необходимо, чтобы размеры волокон "Турар" были меньше величин O_{\max} , приведенных в табл. 5, зависящих от размера частиц подстилающего грунта.

Таблица 5

Вид грунта	Размеры волокон Тайпара
Тонкодисперсные, связанные грунты $D_{85} < 0,06$ мм, $D_{10} < 0,002$ мм	$O_{\max} < 0,200$ мм
Несвязные грунты	$O_{\max} < 2 D_{85}$

8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УСТРОЙСТВА ПРОСЛОЙКИ ТАЙПАР НА ГРАНИЦЕ «ДОРОЖНАЯ ОДЕЖДА – ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО»

Технологический процесс устройства прослойки Тайпар, выполняющей функции разделительной, дренирующей и армирующей мембраны, состоит из следующих операций (рис. 26) [5]:

- подготовка основания;
- устройство прослойки из геотекстиля Тайпар;
- устройство вышележащего слоя.

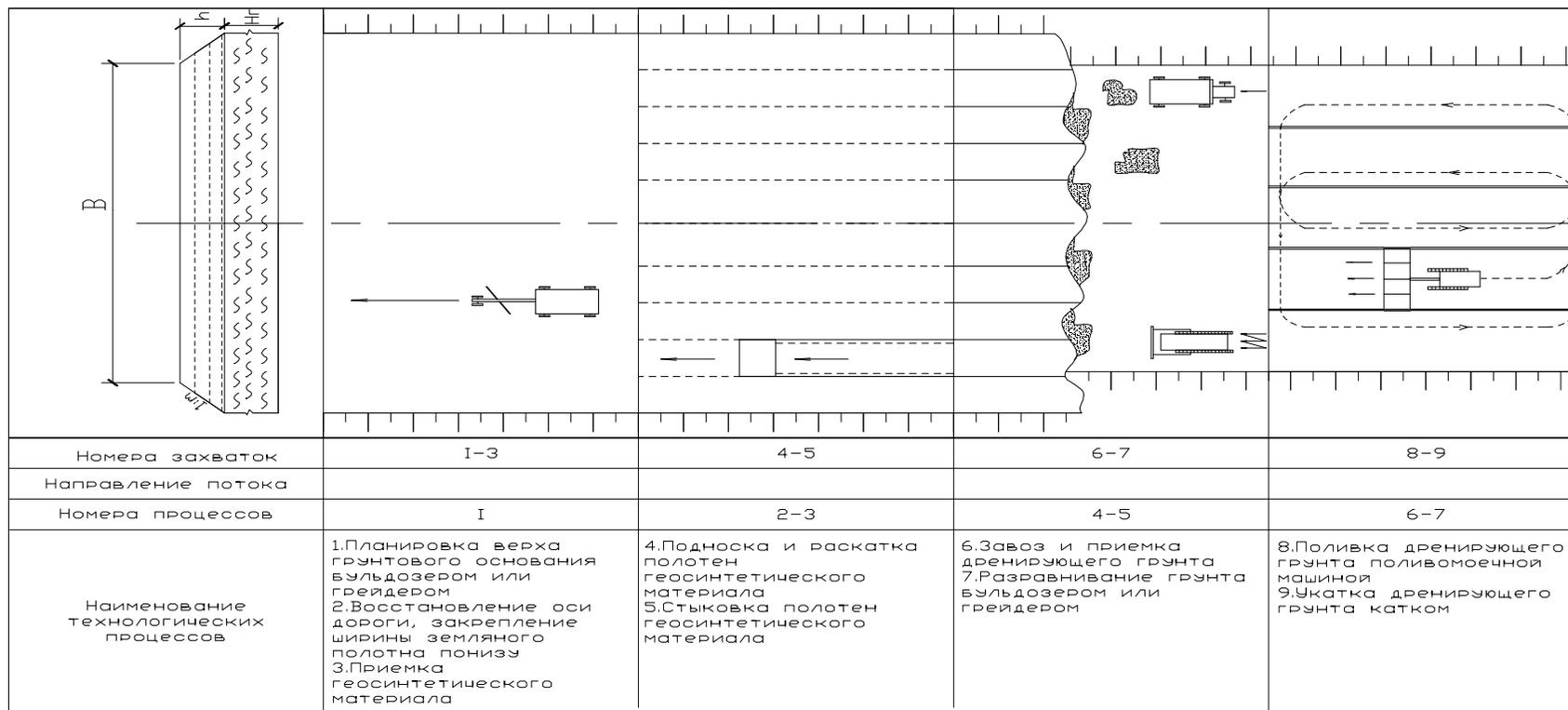


Рис. 26. Технологическая схема устройства прослойки Тайпар на границе «дорожная одежда – грунт земляного полотна»

9.1. Подготовка основания

Работы производят на длине захватки кратной длине рулона так, чтобы в конце рабочей смены вся прослойка была полностью перекрыта вышележащим слоем.

При подготовке основания производят профилирование грунтового основания с приданием ему необходимых вертикальных отметок и соответствующих продольных и поперечных уклонов.

На участках, где Тайпар укладывается непосредственно на поверхность болота, при наличии пней, кочек и углублений следует вначале отсыпать выравнивающий слой из дренирующего грунта с коэффициентом фильтрации не менее 0,5 м/сут толщиной не менее высоты неровностей на поверхности болота во избежание нарушения сплошности прослойки.

9.2. Устройство прослойки из геотекстиля Тайпар

Геотекстиль Тайпар доставляется на строительную площадку в рулонах, имеющих защитные чехлы.

Разгрузка рулонов и их временное складирование производятся вручную с использованием строповочных приспособлений. Технологические характеристики рулонов Тайпара приведены в табл. 6.

Таблица 6

Технологические характеристики рулонов

Размеры и вес рулонов	Ед-цы изм.	Марка геотекстиля Тайпар													
		SF20	SF27	SF32	SF37	SF40	SF44	SF49	SF56	SF65	SF70	SF77	SF85	SF94	SF111
Ширина	м	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Длина	м	400	200	200	150	150	150	100	100	100	100	100	100	100	100
Площадь	кв.м	2080	1040	1040	780	780	780	520	520	520	520	520	520	520	520
Диаметр рулона	см	38	29	30	29	30	31	26	29	30	31	32	33	35	37
Вес рулона	кг	154	107	127	111	119	130	99	112	127	138	148	164	179	208
Ширина	м	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Длина	м	200	200	200	150	150	150	100	100	100	100	100	100	100	100
Площадь	кв.м	900	900	900	675	675	675	450	450	450	450	450	450	450	450
Диаметр рулона	см	28	29	30	29	30	31	26	29	30	31	32	33	35	37
Вес рулона	кг	72	92	110	96	103	113	86	97	110	119	128	142	155	180

Подноску и укладку рулонов производит бригада из 2–3-х человек.

При прочном грунтовом основании рулоны Тайпара раскатывают, как правило, параллельно оси дороги. При необходимости укладки параллельно более одного рулона следует предусматривать запас на стыковку полотен. Величина нахлестки зависит от способа соединения полотен. При скреплении с помощью скоб ширина нахлестки должна быть порядка 30 см, при стыковке внахлестку – 30–50 см. Ширина нахлестки торцов рулонов должна быть не менее 50–100 см. Работы по раскатке рулонов начинают с низовой по отношению к стоку воды стороны. В начале укладывают крайние полосы, передвигаясь к оси сооружения, т.е. при двускатном поперечном профиле работы производят с двух сторон, например, от обеих кромок дороги (рис. 27) при односкатном поперечном профиле – с одной низовой стороны.

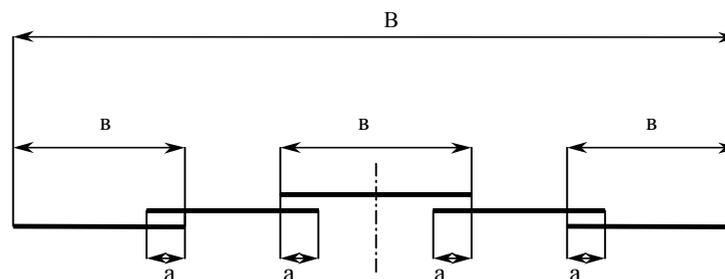


Рис. 27. Схема раскладки полотен геотекстиля при двускатном поперечном профиле сооружения

При укладке Тайпара на деформируемое слабое основание (болото) рулоны рекомендуется раскатывать перпендикулярно оси рулона, то есть в направлении основных деформаций слабого основания под нагрузкой от веса насыпи и проходящего транспорта, оставляя концы для образования разомкнутой или замкнутой обоймы, в которую заключается вышележащий материал. Ширина стыковки внахлестку полотен Тайпара на слабом основании определяется в зависимости от ожидаемой осадки по формуле

$$a = 0,15 + 0,20S,$$

где S – ожидаемая величина осадки слабого основания, м.

Потребность в геотекстиле Тайпар в m^2 определяется по формуле

$$B = [nb + a(n-1)]L,$$

где b – ширина рулона, м;
 n – количество рулонов;
 a – ширина стыковки, м;
 L – длина участка.

Устройство вышележащего слоя из щебня или другого зернистого материала производят сразу после укладки и стыковки полотен геотекстиля. При наличии сильного ветра во избежание сдувания полотен их вручную присыпают в нескольких местах материалом вышележащего слоя.

Завоз зернистого материала производится автомобилями без заезда на геотекстиль. Распределение и разравнивание материала вышележащего слоя производится по схеме «от себя» с использованием бульдозера, автогрейдера или другого механизма с передним отвалом. Наименьшая толщина распределяемого слоя должно быть в 1,5 раза больше наиболее крупных частиц каменного материала, на не менее 20 см. Не разрешается заезд строительного транспорта на незащищенную поверхность геотекстиля.

Уплотнение вышележащего слоя производят по типовой технологии. Колеи, образующиеся при укатке глубиной более 1/3 толщины слоя, должны быть засыпаны материалом этого слоя. Признаками окончания уплотнения являются: отсутствие волн перед катком и прекращение осадки слоя, заметной на глаз.

9.3. Устройство вышележащего слоя

Устройство вышележащего слоя производят сразу после укладки и стыковки полотен Тайпара по схеме «от себя». Самосвал, двигаясь задним ходом разгружает материал вышележащего слоя, находясь на участке с уже засыпанной прослойкой. Затем бульдозер или автогрейдер разравнивает грунт заданной толщины и прикатывает его своим весом.

Минимальная толщина слоя при прочном грунтовом основании, по которому возможно движение строительной техники: из щебня – 15 см, из песка – 25–30 см.

На болоте движение строительного транспорта, включая автомобили-самосвалы, осуществляется в зависимости от типа болота по слою толщиной не менее 0,50–0,60 м. При этом работы по отсыпке земляного полотна на слабых грунтах могут производиться как по замерзшему, так и по оттаявшему основанию.

9.4. Особенности производства работ в зимнее время

При производстве работ в зимнее время допускается укладка геотекстиля Тайпар на мерзлое основание. Однако поверхность грунтового основания должна быть тщательно очищена от снега и льда, для чего можно применять хлористые соли, рассыпаемые в количестве 0,3–0,5 кг/м². Производство работ во время снегопада недопустимо. Распределение и разравнивание материала вышележащего слоя производятся до его смерзания, во избежание образования мерзлых комьев из грунта, снега и льда.

9.5. Контроль качества работ по устройству прослойки из Тайпара

Производственный контроль качества подразделяется на три вида:

- ✚ входной;
- ✚ операционный;
- ✚ приемочный.

При входном контроле до укладки партия геотекстиля должна быть осмотрена и принята в соответствии с правилами приемки. На каждом рулоне должен быть ярлык с указанием наименования и товарного знака предприятия – изготовителя, условного обозначения материала, массы нетто, длины рулона, даты изготовления.

Операционный контроль качества устройства прослойки из геотекстиля Тайпар осуществляется в процессе выполнения работ мастером или бригадиром. Особое внимание при укладке геотекстиля уделяется соблюдению параллельности раскатки полотен без образования пузырей и волнистости материала. Систематически контролируются с помощью рулетки ширина раскатки и ширина нахлестки полотен геотекстиля. При термическом скреплении полотен следует следить, чтобы материал был только сплавлен, не допуская пережога волокон.

Перед отсыпкой вышележащего слоя необходимо проверить качество уложенной прослойки: требуемую по проекту ширину укладки, сплошность прослойки, величину перекрытия и качество устройства стыков отдельных полотен.

При приемке выполненных работ на основании визуального осмотра уложенной прослойки составляют акт на скрытые работы, в которых указывают все указанные выше сведения.

При отсыпке вышележащего слоя ведется систематический контроль толщины распределяемого слоя и соблюдением поперечных и продольных уклонов. Окончательная толщина слоя, по которому разрешается движение транспорта, контролируется промерами и нивелировкой.

В случае прорыва геотекстиля в процессе производства работ он очищается в радиусе 1 м от места прорыва от материала вышележащего слоя и на него накладывается заплатка из этого же геотекстиля. После чего геотекстиль снова засыпается материалом вышележащего слоя.

9.6. Техника безопасности при работе с геотекстилем Тайпар

При устройстве оснований с прослойкой геотекстиля Тайпар к работе допускаются только лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Приступить к производству работ разрешается только после проведения мероприятий по организации движения и ограждению мест производства работ.

Геотекстиль Тайпар не является токсичным материалом и при использовании его при температурах воздуха от -30 до $+30^{\circ}\text{C}$ не требует специальных мер безопасности. При возгорании геотекстиля Тайпар применяют огнетушители любого вида, воду, водяной пар, пену, инертные газы, песок, асбестовые одеяла. Для защиты от токсичных продуктов, образующихся в условиях пожара, при необходимости применяют изолирующие противогазы любого типа или фильтрующие противогазы марки БКФ.

На строительных объектах должны быть аптечки с медикаментами и средствами для оказания первой медицинской помощи. Администрация организации должна обеспечить рабочих соответствующей спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты в зависимости от характера выполняемой работы.

9.7. Правила транспортировки и хранения геотекстиля Тайпар

Для погрузки, транспортирования и хранения рулонов геотекстиля Тайпар должны быть приняты меры по защите их от механических повреждений.

Временное хранение рулона геотекстиля Тайпар должно осуществляться, как правило, в закрытых помещениях с целью защиты их от ультрафиолетового облучения, дождя и других (биологических и химических) воздействий. Рулоны укладываются параллельно друг другу в штабеля. Не допускается укладывать более 4–5 рулонов друг на друга

9.8. Гарантии изготовителя и поставщика

Геотекстиль Тайпар поставляется на условиях, согласованных с потребителем. Изготовитель и поставщик гарантируют соответствие качества материала характеристиками, приведенными в разд. 2 (табл. 2). По требованию потребителя могут быть выполнены испытания образцов каждой партии по одной или нескольким методикам, приведенным в прил. 2. При несоответствии качества материала требованиям табл. 2. потребитель может предъявить иск поставщику.

10. Методы расчета конструкций дорожных одежд автомобильных, городских и промышленных дорог

10.1. Метод расчета дорожных одежд с геотекстилем Тайпар по ОДН 218.046-01

Дорожную одежду проектируют с таким расчетом, чтобы под действием кратковременных или длительных нагрузок в подстилающем грунте или малосвязных (песчаных) слоях за весь срок службы не накапливались недопустимые остаточные деформации формоизменения. Недопустимые деформации сдвига в конструкции не будут накапливаться, если в грунте земляного полотна и в малосвязных (песчаных) слоях обеспечено условие

$$T \leq \frac{T_{np}}{K_{np}^{mp}},$$

где T – активное расчетное напряжение сдвига от действующей временной нагрузки;

T_{np} – предельная величина напряжения сдвига;

K_{np}^{mp} – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию сдвига, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности по табл. 2 ОДН 218.046-01 [2].

При практических расчетах многослойную дорожную конструкцию приводят к двухслойной расчетной модели: в качестве нижнего полубесконечного слоя принимают грунт (с его характеристиками),

а в качестве верхнего – всю дорожную одежду толщиной $\left(\sum_{i=1}^k h_i \right)$ и средним модулем, определяемым как средневзвешенный по формуле

$$E_s = \sum_{i=1}^{i-k} E_i h_i : \sum_{i=1}^{i-k} h_i$$

где k – число слоев дорожной одежды;

E_i – модуль упругости i -го слоя;

h_i – толщина i -го слоя.

3.33. При расчете дорожных одежд по условию сдвигоустойчивости значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, принимают соответствующими температурам, указанным в табл. 7.

Таблица 7

Дорожно-климатическая зона	I – II	III	IV	V
Расчетная температура, °C	20	30	40	50

Действующие в грунте или в песчаном слое активные напряжения сдвига вычисляют по формуле

$$T = \bar{\tau}_* p,$$

где $\bar{\tau}_*$ – активное удельное напряжение сдвига от единичной нагрузки, определяемое с помощью номограмм рис. 3.2 и 3.3 ОДН 218.046-01;

p – расчетное давление колеса на покрытие.

Предельное напряжение сдвига T_{np} в грунте рабочего слоя (или в песчаном материале промежуточного слоя) определяют по формуле

$$T_{np} = k_\delta (c_N + 0,1 g_{cp} z_{ont} \operatorname{tg} \varphi_{cm}),$$

где c_N – сцепление в грунте земляного полотна (или в промежуточном песчаном слое), принимаемое с учетом повторности нагрузки, МПа;

z_{on} – глубина расположения поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость, от верха конструкции, см;

γ_{cp} – средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, расположенных выше проверяемого слоя, кг/см³;

φ_{cm} – расчетный угол внутреннего трения материала проверяемого слоя при статическом действии нагрузки, град;

k_δ – коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания.

При укладке на границе «песчаный грунт–связный грунт земляного полотна» разделяющей геотекстильной прослойки k_0 следует принимать равным 1,5 (п. 5. [1]).

В качестве расчетных значений угла внутреннего трения грунта и малосвязных слоев используют его значения, отвечающие расчетному суммарному числу воздействия нагрузки за межремонтный срок $\sum N_p$.

Расчет дорожной одежды по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна, а также в песчаных материалах промежуточных слоев дорожных одежд ведут в такой последовательности:

1. По табл. 2 прил. 3 ОДН [2] назначают расчетные модули упругости для слоев из асфальтобетона, соответствующие максимально возможным температурам в ранний весенний (расчетный) период.
2. По табл. 4 и 6 прил. 2 ОДН [2] назначают (с учетом расчетной влажности и общего числа воздействия нагрузки) расчетные прочностные характеристики ϕ и c грунта земляного полотна и песка промежуточного слоя одежды (если таковой имеется).
3. Модули упругости грунта и материалов конструктивных слоев (кроме слоев асфальтобетона) принимают те же, что и в расчете по упругому прогибу.
4. По рис. 3.2 или 3.3 ОДН [2] определяют активное удельное напряжение сдвига $\bar{\tau}_a$ от единичной временной нагрузки, для чего многослойную конструкцию приводят к двухслойной модели. По формуле определяют активное расчетное напряжение сдвига от действующей временной нагрузки T .
5. Вычисляют предельное напряжение сдвига в грунте земляного полотна или в песчаном слое одежды T_{np} .
6. Проверяют выполнение условия прочности (с учетом требуемой надежности);
е) при необходимости, изменяя толщину конструктивных слоев, подбирают конструкцию, удовлетворяющую условию прочности.

Типовые конструкции дорожных одежд приведены в прил. 1.

10.2. Метод расчета Школы Гражданского Строительства Института Технологий Джорджии - Атланта, США

Предлагаемый метод проектирования дорожных одежд с применением геотекстиля Тайпар основан на оценке несущей способности грунтового основания с помощью **CBR** – California Bearing Ratio (Калифорнийский коэффициент несущей способности).

Расчетные характеристики грунтов: по методу CBR и соответствующие значения модулей упругости можно определить по графику рис. 18..

Предлагаемый метод проектирования основан на том, что применение геотекстиля между грунтом земляного полотна и зернистым слоем основания обеспечивает:

- более высокую степень уплотнения зернистого основания;
- консолидацию подстилающего грунта под воздействием динамических нагрузок в процессе эксплуатации дороги;
- усиление конструкции за счет проявления мембранного эффекта и перераспределяющего механизма взаимодействия прослойки с нижележащим грунтом.

10.2.1. Метод проектирования для дорожных одежд переходного и низшего типа (без твердого покрытия)

Дорожные одежды переходного и низшего типа используются на дорогах V–IV категорий, на временных дорогах, подъездах к промышленным предприятиям и карьерам, для устройства набивных дорожек в парках, пожарных проездов и др. Кроме того часто зернистые основания дорожных одежд с капитального и облегченного типа используются как покрытия временных дорог или для пропуска строительного транспорта.

Армирующий эффект в таких конструкциях с Тайпаром проявляется в полной мере, когда глубина колеи под нагрузкой составляет 1/3 от толщины зернистого основания. Для обеспечения нормальных условий эксплуатации дороги колеи такой глубины устраняются путем дополнительной подсыпки зернистым материалом, однако прослойка Тайпар после этого остается в растянутом состоянии и, следовательно, проявляется мембранный эффект – в прослойке Тайпар в плоскости полотна действуют растягивающие напряжения.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

1. Определяют приведенную к уплотненному щебню общую толщину дорожной одежды в см по формуле

$$H = H_0 C ,$$

где H_0 – толщина щебня, при количестве приложений нагрузки $\sum N_{np} = 1000$ авт, определяемая по формуле

$$H_0 = F_1 \sqrt{P_p},$$

где F_1 – коэффициент, определяемый по табл. 8;

P – осевая нагрузка расчетного автомобиля, кН;

C – коэффициент, зависящий от суммарного количества приложений расчетной нагрузки, определяемый по формуле

$$C = 0,27 \lg \sum N_{np} + 0,19,$$

где $\sum N_{np}$ – суммарное количество проходов транспорта по одной полосе за срок эксплуатации дорожной одежды;

N_{np} – приведенная к расчетной нагрузке интенсивность движения на одну полосу, определяемая по формуле

$$N_{np} = \sum N_i K_i,$$

где N_i – фактическая нагрузка по видам транспорта, авт/сут;

K_i – коэффициенты приведения, определяемые по формуле

$$K_i = (P_i / P_p)^{3,95}.$$

Таблица 8

CBR, %	F1, кН	CBR, %	F1, кН
0,5	4,531	5,0	1,714
1,0	3,237	6,0	1,600
1,5	2,589	7,0	1,485
2,0	2,247	8,0	1,371
3,0	2,056	9,0	1,295
4,0	1,866	10,0	1,295

2. Подбор фактической толщины H дорожной одежды, состоящей из нескольких слоев выполняется с использованием коэффициентов α , определяемых по табл. 9.

При этом должно выполняться условие

$$H = \sum H_i \alpha_i.$$

Таблица 9

Материал	Коэффициент α_i
Горячий асфальтобетон	2,0
Цементогрунт ($R > 5$ МПа сжатия), грунт, обработанный битумом	1,5
Щебень фр. 20-40 или 40-70 мм	1,0
Щебень фр. 70-100 мм, гравий $D_{\max}=100$ мм ($CBR > 80$ %) (0,8
Гравий $D_{\max}=300$ мм, песчано-гравийная смесь ($CBR=20-30$ %), известняковый щебень фр. 40-70	0,5
Песок	0,4

Примечание. Например, 50 см песка соответствует 20 см дробленого щебня фр. 40-70 мм

10.2.2. Метод проектирования для дорожных одежд облегченного и капитального типов (с твердым покрытием)

В дорожных одеждах дорог с облегченного типа с небольшой интенсивностью движения (внутриквартальные проезды, стоянки и т.п.) применение геотекстиля Тайпар" на границе "дорожная одежда – грунт земляного полотна" позволяет увеличить срок службы дорожной одежды. Такая конструкция выдерживает большее количество приложений нагрузки при той же толщине зернистого основания за счет лучшего уплотнения вышележащего основания и нижележащего грунта под действием динамических нагрузок, защиты зернистого основания от загрязнения.

На дорогах с капитальным типом дорожной одежды с интенсивным движением транспорта (автомагистрали, грузовые дороги, городские магистральные улицы и др.) применение геотекстиля Тайпар позволяет, используя разделительные и фильтрующие механизмы работы прослойки, обеспечить более эффективную работу зернистого основания без его загрязнения частицами грунта. Как известно, на слабых грунтах в конструкциях без прослойки геотекстиля Тайпар от 3–5 % материала основания проникают в поры грунта уже в процессе укатки зернистого основания.

Таким образом, применение прослойки Тайпар в этих конструкциях эффективно в той же степени, что и укрепление грунта вяжущим.

Дорожную одежду капитального и облегченного типов рассчитывают из двух условий:

На строительную нагрузку N_c аналогично рассмотренному выше методу расчета дорожных одежд без твердого покрытия. Определяют толщины дисперсных слоев основания (песка и щебня), необходимые для возможности эксплуатации дороги как временной или на стадии строительства дорожной одежды.

На эксплуатационную нагрузку определяют толщины всех конструктивных слоев по следующей методике:

1. Определяют приведенную к уплотненному щебню общую толщину дорожной одежды по формуле

$$H = H_0 C,$$

где H_0 – толщина слоя щебня, определяемая по рис. 26 в зависимости от несущей способности грунта.

Рис. 26. Зависимость приведенной к щебню толщины дорожной одежды от показателя CBR, %

2. Подбор фактической толщины H дорожной одежды, состоящей из нескольких слоев, выполняется с использованием коэффициентов α , по формуле

$$H = \sum H_i \alpha_i.$$

Литература

1. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Росавтодор М. 2003
2. Resl., S., Wernel, G, «The influence of non-woven needle-punched geotextiles on the ultimate bearing capacity of the subgrade». 3rd Int. Conference on Geotextiles, Vienna, 1986.
3. Проектирование нежестких дорожных одежд. ОДН 218.046-01. М. 2001.
- 4 Инструкция по использованию геотекстилей и геосеток в дорожном строительстве. Научно-исследовательское общество дорожного транспортного строительства. Германия 1994.
5. Рекомендации по применению дорожных конструкций с использованием геотекстиля Тайпар. УО «БГТУ» Минск 2008.

Типовые конструкции дорожной одежды (расчет выполнен по ОДН 218.046-01)

1.1. Конструкции дорожных одежд для автомобильных дорог 1–2 категорий, магистральных улиц городского и районного значений

Исходные данные для расчета:

Дорога 1 и 2 категории (улица городского и районного значения)

Тип дорожной одежды – капитальный

Расчетная нагрузка – АК-11.5: $P = 57,5$ кН, $p = 0,6$ МПа, $D = 40$ см, $p = 0,6$ МПа

Принятый уровень надежности $K_n = 0,95$

Уровень грунтовых вод от низа дорожной одежды: 2 тип местности – 2,5 м. 3 тип местности – 1,0 м

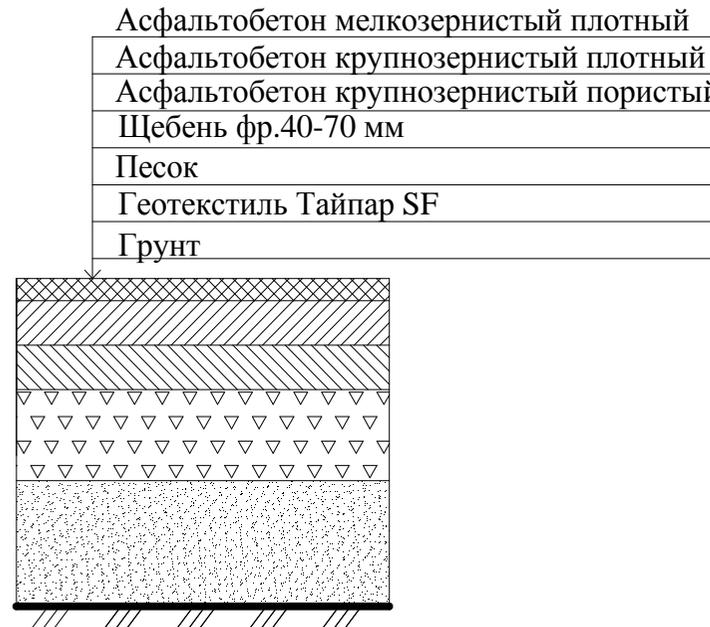


Таблица 1

Дорожно-климатическая зона	Суммарное количество приложенных грузов на колесу по формуле $\sum N$, авт	Грунт земляного полотна	Тип местности по характеру увлажнения	Средняя глубина промерзания грунта (по рис. 4.4 ОДН), см	Толщина слоев дорожной одежды, см				
					Асфальтобетон мелкозернистый плотный М 1	Асфальтобетон крупнозернистый плотный М 1-	Асфальтобетон крупнозернистый пористый М 1-	Щебень гранитный фр. 40–70 мм с расклинкой мелким щебнем М 1000	Песок
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 ₁	500000	Супесь пылеватая	2	220	5	6	6	26	46
			3		5	6	6	25	70
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	6	6	24	58
			3		5	6	6	25	80
	1000000	Супесь пылеватая	2		5	7	7	30	40
			3		5	7	7	25	68
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	6	6	33	49
			3		5	6	6	29	76
	2000000	Супесь пылеватая	2		5	7	8	35	42
			3		5	7	8	32	60
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	7	7	35	49
			3		5	7	7	31	73
	3000000	Супесь пылеватая	2		5	8	8	35	46
			3		5	8	8	34	57
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	7	8	35	58
			3		5	7	8	34	68
	4000000	Супесь пылеватая	2		5	9	10	34	31
			3		5	9	10	27	61
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	8	8	35	57
			3		5	8	8	34	67
	Супесь пылеватая	2	5	9	10	35	34		

	5000000	тая	3		5	9	10	32	56
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	8	10	35	42
			3		5	8	10	30	69
Ш ₁	500000	Супесь пылеватая	2	120	5	6	6	26	55
			3		5	6	6	23	71
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	6	6	24	60
			3		5	6	6	25	77
	1000000	Супесь пылеватая	2		5	7	7	28	57
			3		5	7	7	26	67
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	7	7	26	57
			3		5	7	7	24	77
	2000000	Супесь пылеватая	2		5	7	8	30	57
			3		5	7	8	33	60
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	7	8	32	55
			3		5	7	8	30	70
	3000000	Супесь пылеватая	2		5	8	8	35	57
			3		5	8	8	35	58
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	8	8	33	56
			3		5	8	8	32	66
	4000000	Супесь пылеватая	2		5	8	9	35	59
			3		5	8	9	33	69
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	8	9	34	55
			3		5	8	9	28	64
	5000000	Супесь пылеватая	2		5	9	10	31	58
			3		5	9	10	32	55
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	9	10	29	57
			3		5	9	10	28	67
500000	Супесь пылеватая	2	5	6	6	25	55		
		3	5	6	6	24	75		
	Суглинок тяжелый пылеватый	2	5	6	6	24	61		
		3	5	6	6	25	82		
	1000000	Супесь пылеватая	2	5	7	7	28	57	
			3	5	7	7	26	67	
	Суглинок тяже-	2	5	7	7	24	61		

II ₂	2000000	льй пылеватый	3	160	5	7	7	24	81
		Супесь пылева- тая	2		5	7	8	32	58
			3		5	7	8	31	67
		Суглинок тяже- лый пылеватый	2		5	7	8	30	57
			3		5	7	8	28	76
		3000000	Супесь пылева- тая		2	5	8	8	34
	3				5	8	8	33	64
	Суглинок тяже- лый пылеватый		2		5	8	8	32	55
			3		5	8	8	29	76
	4000000	Супесь пылева- тая	2		5	8	9	34	57
			3		5	8	9	34	61
		Суглинок тяже- лый пылеватый	2		5	8	9	32	56
			3		5	8	9	30	72
	5000000	Супесь пылева- тая	2		5	9	10	30	57
			3		5	9	10	30	62
		Суглинок тяже- лый пылеватый	2		5	9	10	28	56
			3		5	9	10	26	74
	III ₁ , III ₂	500000	Супесь пылева- тая		2	140	5	6	6
3				5	6		6	29	65
Суглинок тяже- лый пылеватый			2	5	6		6	29	55
			3	5	6		6	30	73
1000000		Супесь пылева- тая	2	5	6		6	32	56
			3	5	7		7	31	63
		Суглинок тяже- лый пылеватый	2	5	6		6	31	55
			3	5	6		6	32	71
2000000		Супесь пылева- тая	2	5	7		7	34	57
			3	5	7		7	34	58
		Суглинок тяже- лый пылеватый	2	5	7		7	32	58
			3	5	7		7	30	71
3000000		Супесь пылева- тая	2	5	7		8	35	62
			3	5	7		8	32	62
		Суглинок тяже- лый пылеватый	2	5	7		8	34	58
			3	5	7		8	33	67
		Супесь пылева-	2	5	8		8	35	61

	4000000	тая	3		5	8	8	35	61
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	8	8	34	57
			3		5	8	8	32	69
	5000000	Супесь пылеватая	2		5	9	10	30	57
			3		5	9	10	29	61
		Суглинок тяжелый пылеватый	2		5	9	10	28	58
3	5		9	10	26	73			

Примечание. Расчеты выполнены при использовании для устройства слоев асфальтобетона битума БНД 60/90. При использовании битума БНД 90/130 толщину нижнего слоя асфальтобетона следует увеличить на 2 см.

1.2. Конструкции дорожных одежд для автомобильных дорог 3–4 категорий и улиц промышленно-складских районов

Исходные данные для расчета:

Дорога 3 и 4 категории (улица промышленно-складских районов)

Тип дорожной одежды капитальный

Расчетная нагрузка – АК-10: $P = 50,0$ кН, $p = 0,6$ МПа, $D = 37$ см, $p = 0,6$ МПа

Принятый уровень надежности $K_n = 0,90$

Уровень грунтовых вод от низа дорожной одежды: 2 тип местности – 2,5 м. 3 тип местности – 1,0 м

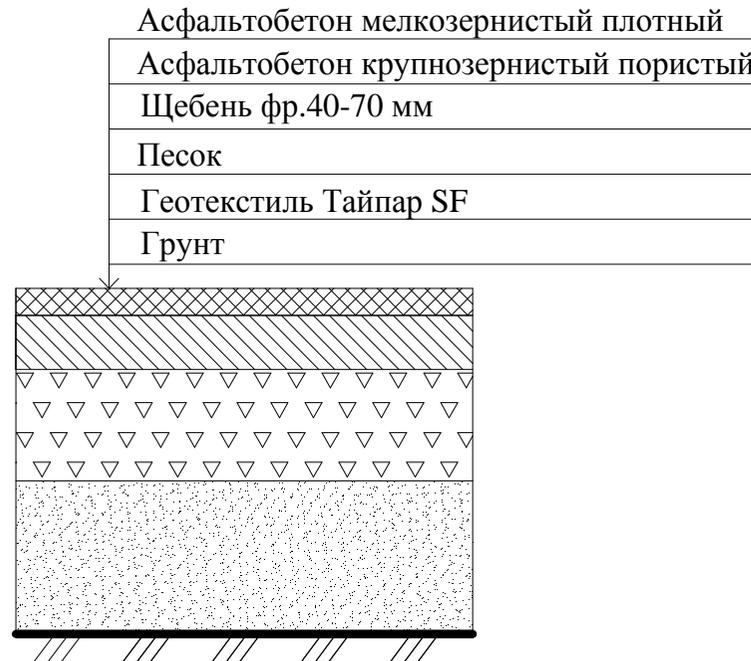


Таблица 2

Дорожно-климатическая зона	Суммарное количество проложений грузовки на полосе ΣN , авт	Грунт земляного полотна	Средняя глубина промерзания грунта (по рис. 4.4 ОДН), см	Тип местности по характеру увлажнения	Толщина слоев, см			
					Асфальтобетон мелкозернистый плотный М 1	Асфальтобетон крупнозернистый пористый М 1	Щебень гранитный фр. 40-70 мм с расклинкой мелким щебнем М 1000	Песок
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	200000	Супесь пылеватая		2	5	6	29	47
			3	5	6	30	69	

I ₁	500000	Суглинок тяжелый пылеватый	220	2	5	6	30	57
		Супесь пылеватая		3	5	6	31	79
				2	5	7	28	47
		Суглинок тяжелый пылеватый		3	5	7	30	68
	2				7	30	56	
	1000000	Супесь пылеватая		3	5	7	31	78
				2	5	8	29	45
		Суглинок тяжелый пылеватый		3	5	8	30	67
				2	5	8	30	55
	2000000	Супесь пылеватая		3	5	8	31	77
				2	5	10	26	46
		Суглинок тяжелый пылеватый		3	5	10	27	68
				2	5	10	27	56
	3000000	Супесь пылеватая		3	5	10	28	78
				2	5	11	24	47
		Суглинок тяжелый пылеватый		3	5	11	26	68
2			5	11	26	56		
4000000	Супесь пылеватая	3	5	11	27	78		
		2	5	11	35	52		
	Суглинок тяжелый пылеватый	3	5	11	35	59		
		2	5	11	35	48		
II ₁	200000	Супесь пылеватая	3	5	11	32	73	
			2	5	6	28	53	
		Суглинок тяжелый пылеватый	3	5	6	28	54	
			2	5	6	30	58	
	500000	Супесь пылеватая	3	5	6	31	76	
			2	5	6	29	52	
		Суглинок тяжелый пылеватый	3	5	6	31	68	
			2	5	6	31	57	
	1000000	Супесь пылеватая	3	5	6	32	75	
			2	5	8	28	51	
		Суглинок тяжелый пылеватый	3	5	7	34	66	
			2	5	7	34	53	
			3	5	7	32	74	

	2000000	Супесь пылеватая	120	2	5	10	25	52	
				3	5	10	26	69	
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	5	10	27	57	
				3	5	10	28	75	
	3000000	Супесь пылеватая			2	5	11	25	53
					3	5	11	25	69
		Суглинок тяжелый пылеватый			2	5	11	25	58
					3	5	11	26	76
	4000000	Супесь пылеватая			2	5	11	37	54
					3	5	11	37	58
		Суглинок тяжелый пылеватый			2	5	11	36	49
					3	5	11	33	69
II ₂	200000	Супесь пылеватая	160	2	5	6	29	52	
				3	5	6	30	73	
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	5	6	30	59	
				3	5	6	31	81	
	500000	Супесь пылеватая			2	5	6	30	51
					3	5	6	31	72
		Суглинок тяжелый пылеватый			2	5	6	31	58
					3	5	6	32	80
	1000000	Супесь пылеватая			2	5	8	29	50
					3	5	8	30	71
		Суглинок тяжелый пылеватый			2	5	8	30	57
					3	5	8	31	79
	2000000	Супесь пылеватая			2	5	10	26	51
					3	5	10	27	72
		Суглинок тяжелый пылеватый			2	5	10	27	58
					3	5	9	30	79
	3000000	Супесь пылеватая			2	5	10	38	56
					3	5	10	38	61
		Суглинок тяжелый пылеватый			2	5	9	38	47
					3	5	10	34	74
	4000000	Супесь пылеватая			2	5	11	37	49
					3	5	11	35	63

		Суглинок тяжелый пылеватый		2	5	11	35	49
				3	5	11	31	77
Ш ₁ , Ш ₂	200000	Супесь пылеватая	140	2	5	6	32	49
				3	5	6	34	67
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	5	6	33	57
				3	5	6	35	75
	500000	Супесь пылеватая		2	5	6	33	48
				3	5	6	35	66
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	5	6	34	56
				3	5	6	36	74
	1000000	Супесь пылеватая		2	5	7	33	47
				3	5	7	35	65
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	5	7	35	54
				3	5	7	36	73
	2000000	Супесь пылеватая		2	5	7	33	47
				3	5	7	35	65
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	5	7	35	54
				3	5	7	36	73
	3000000	Супесь пылеватая		2	5	8	35	45
				3	5	8	34	65
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	5	8	34	54
				3	5	8	35	73
4000000	Супесь пылеватая	2	5	9	35	45		
		3	5	9	32	66		
	Суглинок тяжелый пылеватый	2	5	9	32	55		
		3	5	9	33	74		

Примечание. Расчеты выполнены при использовании для устройства слоев асфальтобетона битума БНД 60/90. При использовании битума БНД 90/130 толщину нижнего слоя асфальтобетона следует увеличить на 2 см

1.3. Конструкции дорожных одежд для временных промышленных дорог (без твердого покрытия)

Исходные данные для расчета:

Временные дороги 4 и 5 категории

Тип дорожной одежды – переходный

Расчетная нагрузка – АК-10: $P = 50,0$ кН, $p = 0,6$ МПа, $D = 37$ см, $p = 0,6$ МПа

Принятый уровень надежности $K_n = 0,85$

Уровень грунтовых вод от низа дорожной одежды: 2 тип местности – 2,5 м. 3 тип местности – 1,0 м



Таблица 3

Дорожно-климатическая зона	Суммарное количество проложений грузов на ось колесу $\sum N$, авт	Грунт земляного полотна	Средняя глубина промерзания грунта (по рис. 4.4 ОДН), см	Тип местности по характеру увлажнения	Толщина слоя, см	
					Щебень гранитный фр. 40–70 мм с расклинкой мелким	Песок
1		3	4	5	6	7
I ₁	100000	Супесь пылеватая	220	2, 3	46	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	47	30
	200000	Супесь пылеватая		2, 3	47	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	47	30
	500000	Супесь пылеватая		2, 3	48	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	48	31
	1000000	Супесь пылеватая		2, 3	50	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	50	32
II ₁	100000	Супесь пылеватая	120	2, 3	48	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	51	39
	200000	Супесь пылеватая		2, 3	48	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	51	39
	1000000	Супесь пылеватая		2, 3	48	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	51	39
II ₂	100000	Супесь пылеватая	160	2, 3	45	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	47	30
	200000	Супесь пылеватая		2, 3	46	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	47	30
	500000	Супесь пылеватая		2, 3	47	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	48	31
	1000000	Супесь пылеватая		2, 3	49	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	50	32
	100000	Супесь пылеватая		2, 3	45	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	47	32
	200000	Супесь пылеватая		2, 3	46	30

Ш ₁ , Ш ₂	500000	Суглинок тяжелый пылеватый	140	2, 3	47	33
		Супесь пылеватая		2, 3	47	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2, 3	48	34
	1000000	Супесь пылеватая		2, 3	49	30
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	51	33

1.4. Типовые конструкции дорожных одежд для паркингов, стоянок и тротуаров

1.4.1. Конструкции с покрытием из асфальтобетона

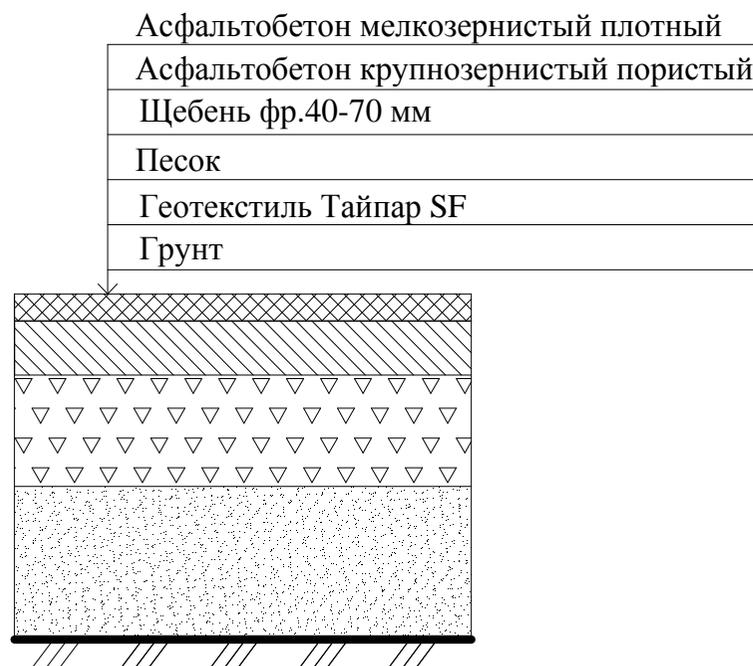


Таблица 4

Дорожно-климатическая зона	Суммарное количество проложений грузов на дорожному полотну $\sum N$, авт	Грунт земляного полотна	Средняя глубина промерзания грунта (по рис. 4.4 ОДН), см	Тип местности по характеру увлажнения	Толщина слоев, см			
					Асфальтобетон мелкозернистый плотный тип ГМ 2	Асфальтобетон крупнозернистый пористый М 1-2	Щебень гранитный фр. 40-70 мм с расклинкой мелким щебнем М 1000	Песок
I ₁	110000	Супесь пылеватая	220	2	4	6	21	30
				3	4	6	22	43
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	4	6	22	30
				3	4	6	2	55
II ₁	110000	Супесь пылеватая	120	2	4	6	21	30
				3	4	6	22	50
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	4	6	22	37
				3	4	6	22	58
II ₂	110000	Супесь пылеватая	160	2	4	6	21	30
				3	4	6	22	46
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	4	6	22	35
				3	4	6	22	55
III ₁ , III ₂	200000	Супесь пылеватая	140	2	4	6	21	30
				3	4	6	22	46
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	4	6	22	34
				3	4	6	22	56

1.4.2. Конструкции с покрытием из бетонных штучных камней

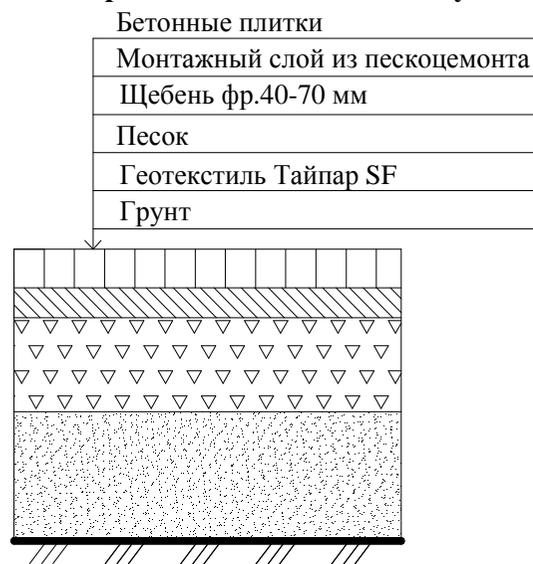
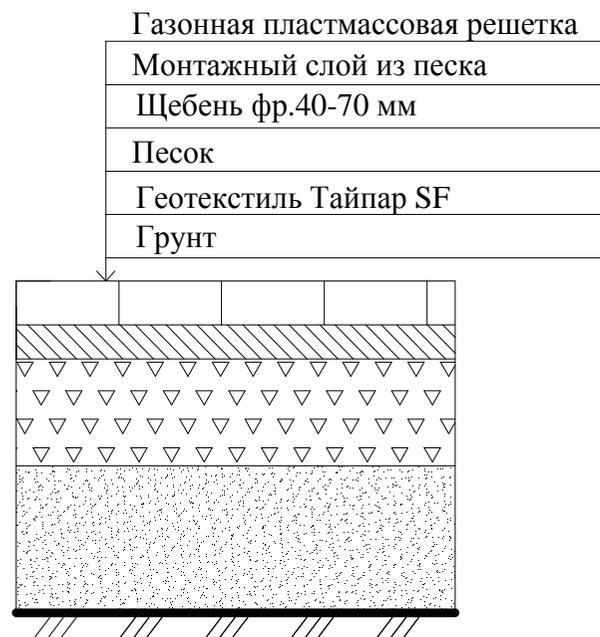


Таблица 5

Дорожно-климатическая зона	Суммарное количество проложений грузов на полосе $\sum N$, авт	Грунт земляного полотна	Средняя глубина промерзания грунта (по рис. 4.4 ОДН), см	Тип местности по характеру увлажнения	Толщина слоев, см			
					Бетонные плитки	Монтажный слой из пескоцемента	Щебень гранитный фр. 40-70 мм с раскладкой мелким щебнем М 1000	Песок
I ₁	110000	Супесь пылеватая	220	2	8	5	15	30
				3	8	5	16	46
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	8	5	16	33
				3	8	5	16	58
		Супесь пылеватая		2	8	5	15	31

II ₁	110000		120	3	8	5	16	53
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	8	5	16	40
				3	8	5	16	61
II ₂	110000	Супесь пылеватая	160	2	8	5	15	30
				3	8	5	16	50
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	8	5	16	36
				3	8	5	16	60
III ₁ , III ₂	110000	Супесь пылеватая	140	2	8	5	15	30
				3	8	5	16	49
		Суглинок тяжелый пылеватый		2	8	5	16	37
				3	8	5	17	58

1.4.3. Конструкции с покрытием из газонной пластмассовой решетки



Примеры расчета по методике Школы Гражданского Строительства Института Технологий
Джорджии - Атланта, США

Пример 1

Исходные данные:

Срок службы временной дороги 4 месяца

Интенсивность движения по одной полосе автомобилей с прицепами, имеющими четыре нагруженных оси – 5 авт/сут

Осевая нагрузка $P_o=80$ кН

Дорожная одежда устраивается из гравия с размерами частиц до $D_{max}=150$ мм ($\alpha = 0,4$)

Грунт земляного полотна – суглинок тяжелый пылеватый мягкопластичный с CBR = 3 %.

Расчет

1. Приведенная к уплотненному щебню толщина дорожной одежды при $\sum N = 1000$ авт

$$H_o = F_1 \sqrt{P_p} = 2,056 \sqrt{80} = 18,39 \text{ см.}$$

2. Суммарная интенсивность движения автомобилей с нагрузкой на ось 80 кН

$$\sum N = 4 \times 30,5 \times 5 \times 4 = 2440 \text{ авт.}$$

3. Коэффициент C

$$C = 0,27 \lg \sum N + 0,19 = 0,27 \lg 2440 + 0,19 = 1,104.$$

4. Приведенная к уплотненному щебню толщину дорожной одежды при суммарной интенсивности движения $\sum N = 2440$ авт

$$H = H_o C = 18,40 \times 1,104 = 20,31 \text{ см.}$$

5. Фактическая толщина дорожной одежды из гравия при коэффициенте $\alpha_1 = 0,4$ (табл. 2)

$$H_{zp} = H/\alpha_1 = 20,31/0,4=51 \text{ см.}$$

Рекомендации по выбору геотекстиля Тайпар

Согласно рис. 17, а при $CBR = 3 \%$, $P_o=80$ кН и $N=2400$ авт может быть использована прослойка "Тайпара тип А.

Как следует из рис. 18, этот тип Тайпара может выдержать отсыпку материала с размерами частиц 150 мм при высоте падения 0,5 м. Прорыва материала прослойки при уплотнении зернистого материала основания не произойдет, т.к. она имеет округлые частицы. Поскольку грунт земляного полотна— суглинок тяжелый пылеватый мягкопластичный, то показатель $O_{\max} < 0,200$ мм, следовательно для армирования грунта можно использовать Тайпар марок от SF 20 до SF 44.

Пример 2

Исходные данные:

После производства взрывных работ необходимо переместить $V = 500000$ м³ породы плотностью $\delta=2,00$ т/куб.м. Транспортировка будет производиться автосамосвалами грузоподъемностью $q = 100$ т с максимальной нагрузкой на ось $P_o = 900$ кН.

Грунт земляного полотна суглинок тяжелый пылеватый пластичный, имеющий $CBR=2 \%$.

Для устройства дорожной одежды используется крупнообломочная гравийная смесь с размерами частиц до $D_{\max}=300$ мм ($\alpha_2=0,5$), поверх которой предусматривается отсыпка слоя щебня фр. 40-70 мм толщиной 20 см ($\alpha_1=1$).

Расчет

1. Суммарное количество приложений нагрузки при $P_o = 900$ кН

$$\sum N = V\delta/q = 500000 \times 2/100 = 10000 \text{ авт.}$$

2. Приведенная к уплотненному щебню толщина слоя дорожной одежды при $\sum N = 1000$ авт

$$H_o = F_1 \sqrt{P_p} = 2,247 \sqrt{900} = 67,41 \text{ см},$$

3. Коэффициент C

$$C = 0,27 \lg \sum N_{np} + 0,19 = 0,27 \lg 10000 + 0,19 = 1,270.$$

4. Приведенная к уплотненному щебню общая толщину дорожной одежды при $\sum N = 10000$ авт

$$H = H_o C = 67,41 \times 1,270 = 85,61 \text{ см}.$$

5. Принимаем следующую конструкцию дорожной одежды:

верхний слой из щебня фр. 40-70 мм $H_1=20$ см;

нижний слой из крупнообломочной гравийной смеси $D_{max}=300$ мм

$$H_2 = (H - H_1 \bullet \alpha_1) / \alpha_2 = (85,61 - 20 \bullet 1) / 0,5 = 131,0 \text{ см}.$$

Рекомендации по выбору геотекстиля Тайпар

Согласно рис. 17, б при $CBR = 2 \%$, $P_o > 130$ кН и $N = 10000$ авт необходим тип В.

Однако при высоте падения $H \geq 0,75$ м камней диаметром 300 мм (рис. 18) и из условия обеспечения сплошности материала прослойки при уплотнении (рис. 19) необходимо применять материал типа С, то есть геотекстиль Тайпар марок от SF 85 до SF 111.

Пример 3

Исходные данные:

Подъездная дорога к промышленному предприятию проектируется на срок службы 15 лет.

Суточная интенсивность движения составляет 12 груженых в обе стороны автомобиля (осевая нагрузка $P_o=80$ кН) и 8 автомобилей, груженых только в одну сторону (осевая нагрузка порожнего автомобиля $P_o=40$ кН).

Автомобили имеют 4 нагруженные оси.

Дорога проходит по очень слабым грунтам – супеси пластичной, имеющей показатель CBR=1 %.

Количество приложений нагрузки в строительный период $N_c = 3000$ авт при $P_o = 80$ кН.

Нижний слой основания, по которому открывается движение, устраивается из щебня фр. 70-100 мм ($D_{\max} = 100$ мм, $\alpha_3=0,8$).

Несущий слой основания отсыпается из щебня фр. 40-70 мм ($\alpha_2=1$), поверх которого устраивается слой покрытия из плотного асфальтобетона толщиной $H_1=7,0$ см ($\alpha_1=2$).

Расчет

I. Расчет на строительную нагрузку

1. Приведенная к уплотненному щебню толщина дорожной одежды при $\sum N = 1000$ авт для $P_o = 80$ кН

$$H_o = F_1 \sqrt{P_p} = 3,237 \sqrt{80} = 28,95 \text{ см,}$$

3. Коэффициент C_1 ,

$$C_1 = 0,27 \lg \sum N_{np} + 0,19 = 0,27 \lg 3000 + 0,19 = 1,129.$$

4. Приведенная к уплотненному щебню общую толщину дорожной одежды при суммарной интенсивности движения $\sum N = 10000$ авт

$$H = H_o C_1 = 28,95 \times 1,129 = 32,67 \text{ см.}$$

5. Фактическая толщина дорожной одежды из щебня фр. 70-100 мм при коэффициенте $\alpha_3 = 0,8$ (табл. 2)

$$H_3 = H / \alpha_3 = 32,67 / 0,8 = 41 \text{ см.}$$

II. Расчет на эксплуатационную нагрузку

1. Интенсивность движения, приведенную к расчетной нагрузке ($P_0 = 80$ кН),

$$N_{np} = \sum N_i K_i = \left(12 \times 2 + 8 + 8 \times \left(\frac{40}{80} \right)^{3,95} \right) \times 4 = (24 + 8 + 8 \times 0,0647) \times 4 = 130 \text{ авт/сут.}$$

2. Суммарное количество приложений нагрузки за срок службы дорожной одежды $T=15$ лет при 300 рабочих днях в году при $P_0 = 80$ кН

$$\sum N_{np} = 130 \times 300 \times 15 = 585000 \text{ авт.}$$

3. Коэффициент C_2 , зависящий от суммарного количества приложений расчетной нагрузки,

$$C_2 = 0,27 \lg \sum N_{np} + 0,19 = 0,27 \lg 585000 + 0,19 = 1,747.$$

4. Согласно рис. 2, для дорог, имеющих усовершенствованное облегченное (твердое) покрытие,

$$H_o' = 41,0 \text{ см.}$$

5. Необходимая общая толщина дорожной одежды, эквивалентная слою щебня, при $C = 1,747$

$$H' = H_o' C_2 = 41,0 \times 1,747 = 72 \text{ см.}$$

6. Суммарная эквивалентная щебню толщина двух верхних слоев

$$\sum H_i \alpha_i = H' - H_o C_1 = 72 - 28,95 \cdot 1,129 = 39,31 \text{ см.}$$

7. Поскольку эквивалентная толщина слоя покрытия из асфальтобетона $H_1 \alpha_1 = 7,0 \times 2 = 14,0$ см, толщина основания из щебня фр. 40-70 мм

$$H_2 = (\sum H_i \alpha_i - H_1 \alpha_1) / \alpha_2 = (39,31 - 14,0) / 1 = 25,31 \text{ см.}$$

Вывод.

Дорожная одежда подъездной дороги устраивается из следующих слоев:
слой дробленой породы ($D_{max}=100$ мм) толщиной $H_3 = 41,0$ см,
слой гранитного щебня фр. 40-70 мм толщиной $H_2 = 25,0$ см;
слой покрытия из асфальтобетона толщиной $H_1 = 7,0$ см.

Рекомендации по выбору геотекстиля Тайпар

Учитывая большое количество приложений нагрузки в период эксплуатации дороги, согласно рис. 17,а принимаем геотекстиль Тайпар тип В. При этом остальные требования к нему (рис. 8 и 9) также выполняются. Таким образом, в данной конструкции целесообразно использовать Тайпар марок от SF 49 до SF 70.

Пример 4

Исходные данные:

Дорожная одежда на автомобильной дороге III категории с суточной интенсивностью движения на первый год эксплуатации 1000 авт/сут с нагрузкой на ось $P_0 = 100$ кН проектируется на срок службы 18 лет.

Ежегодный прирост интенсивности движения $r = 4$ %.

Дорога проходит по переувлажненным грунтам с показателем $CBR = 8,3$ %.

Дорожная одежда устраивается из следующих слоев: асфальтобетон $H_1=10$ см ($\alpha_1=2$), слой основания из щебня гранитного ($\alpha_2=1$) и песка ($\alpha_3=0,40$).

Интенсивность движения строительного транспорта по дорожным слоям основания незначительна. Расчет дорожной одежды следует произвести только на эксплуатационную нагрузку

Расчет

1. Количество приложений расчетной нагрузки за срок службы $T = 18$ лет при $q=(1+r)/100=(1+4)/100=1,04$ определяется по формуле

$$N_c = 365N_1(q^T - 1)/(q - 1) = 365 \times 1000 \times (1,04^{18} - 1)/(1,04 - 1) = 9,36 \cdot 10^6 \text{ авт.}$$

2. Коэффициент

$$C = 0,27 \times \lg(9,36 \times 10^6) + 0,19 = 2,07.$$

3. Приведенная к щебню толщина дорожной одежды при $CBR = 8,3 \%$ (рис. 2) $H_o = 25$ см.

4. Необходимая общая толщина дорожной одежды, эквивалентная слою щебня, при $C = 2,07$

$$H' = H_o \cdot C = 25,0 \times 2,07 = 51,8 \text{ см.}$$

5. Приведенная толщина зернистых слоев основания (песка и щебня)

$$H_{np} = H' - H_1 \alpha_1 = 51,8 - 10,0 \times 2 = 31,8 \text{ см.}$$

6. Толщина слоя песка при известной толщине слоя щебня определяется по формуле

$$H_3 = (H_{np} - H_2 \alpha_2) / \alpha_3 = (31,8 - H_2 \times 1) / 0,4$$

Варианты соотношения слоев щебня и песка:

Варианты	1	2	3
Толщина щебня H_2 , см	15,0	20,0	25,0
Толщина песка H_3 , см	42,0	30,0	17,0

Оптимальное соотношение между толщинами слоев в основании из щебня и песка определяется на основании технико-экономических расчетов.

Поскольку грунтовое основание относительно прочное ($CBR=8,3 \%$), а высота падения песка меньше 0,5 м, согласно рис. 17– 19, для усиления дорожной одежды может использоваться геотекстиль “Турар” типа А марок от SF 20 до SF 44.

Примеры конструктивных решений с геотекстилем Тайпар на автомобильных и городских дорогах

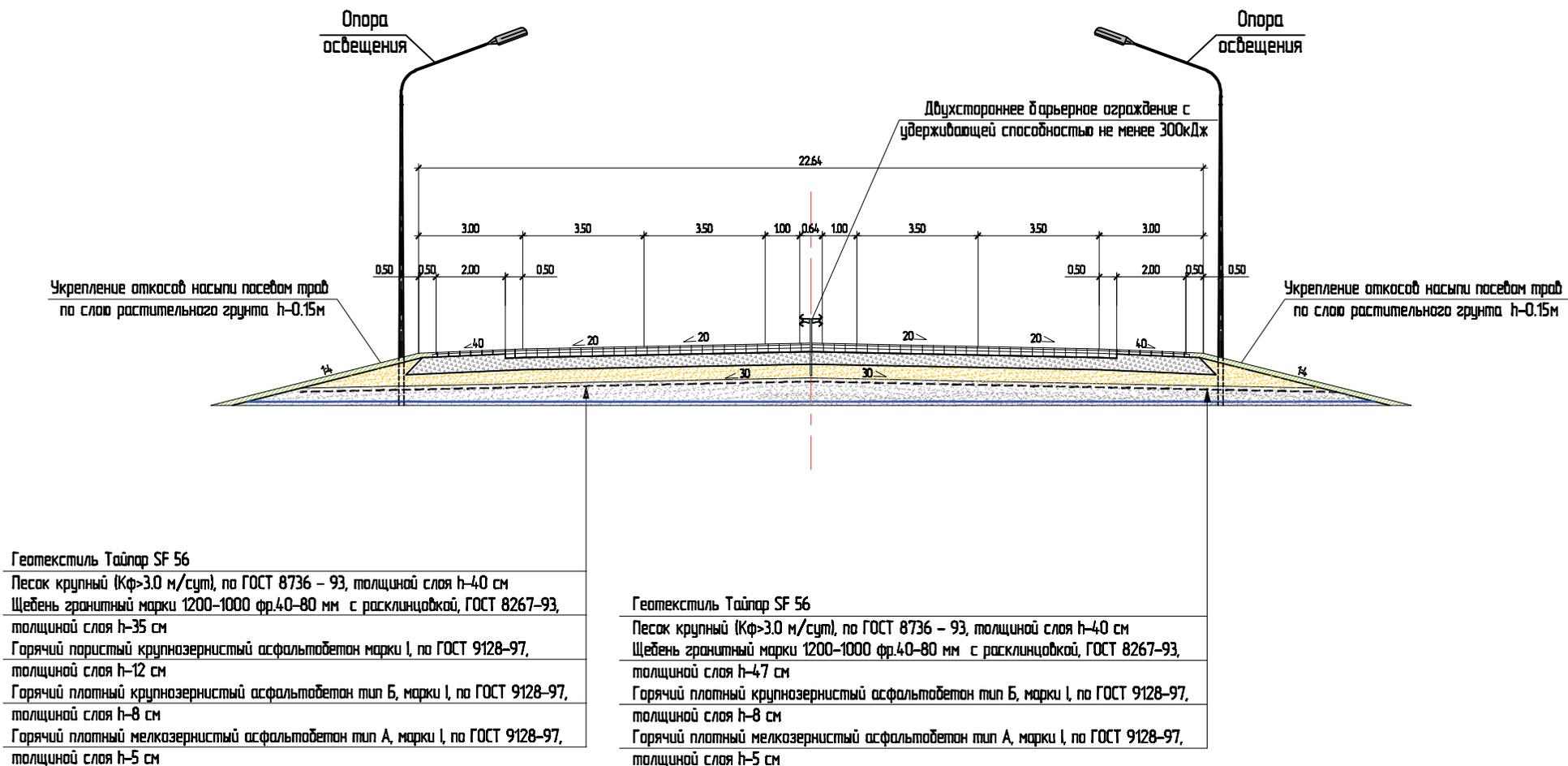


Рис. 1. Конструкция дорожной одежды с геотекстилем Тайпар SF56 в основании земляного полотна на автомобильной дороге II категории с 4 полосами движения

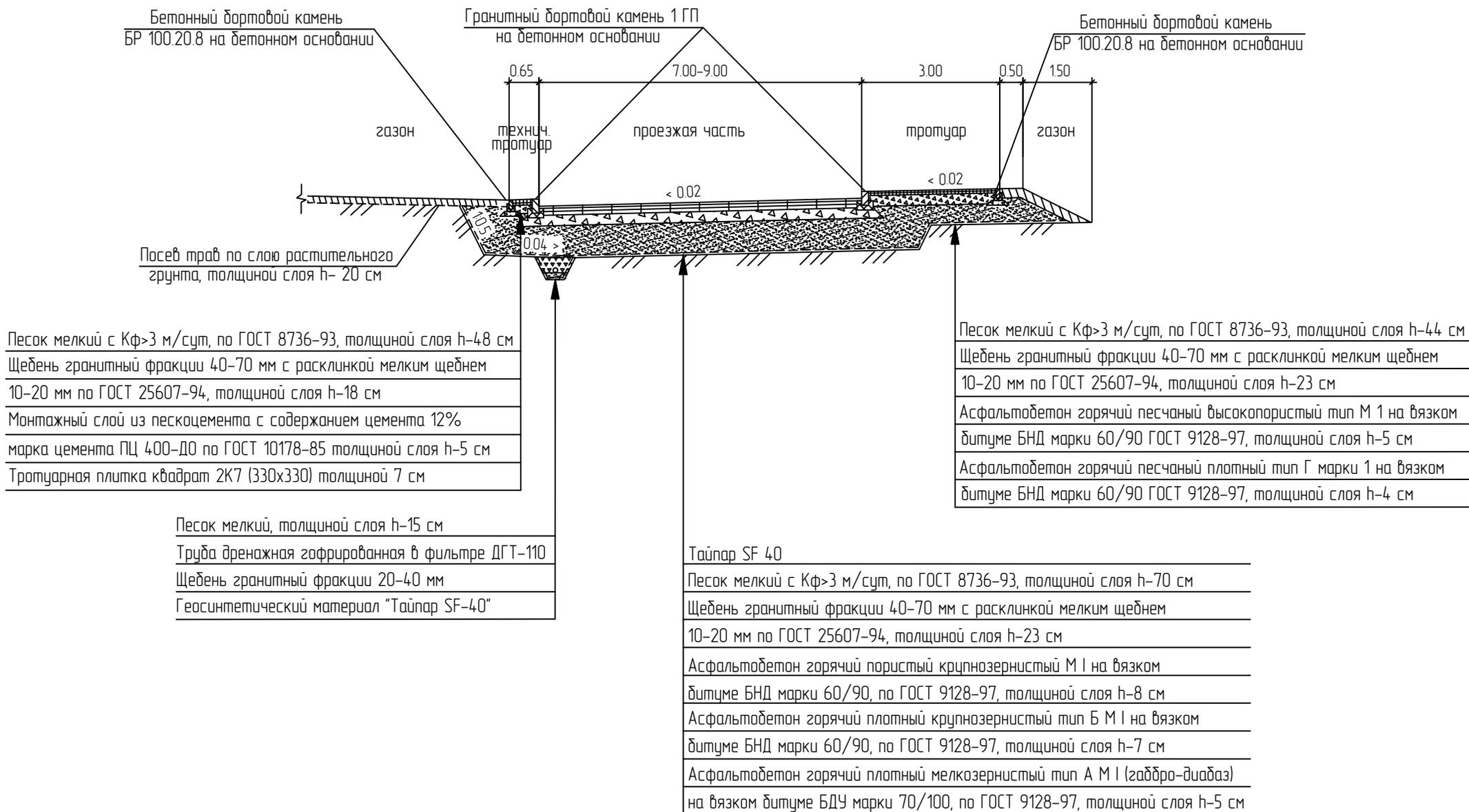


Рис. 2. Конструктивный разрез городской улицы с геотекстилем Тайпар SF 40, уложенным в основании дорожной одежды

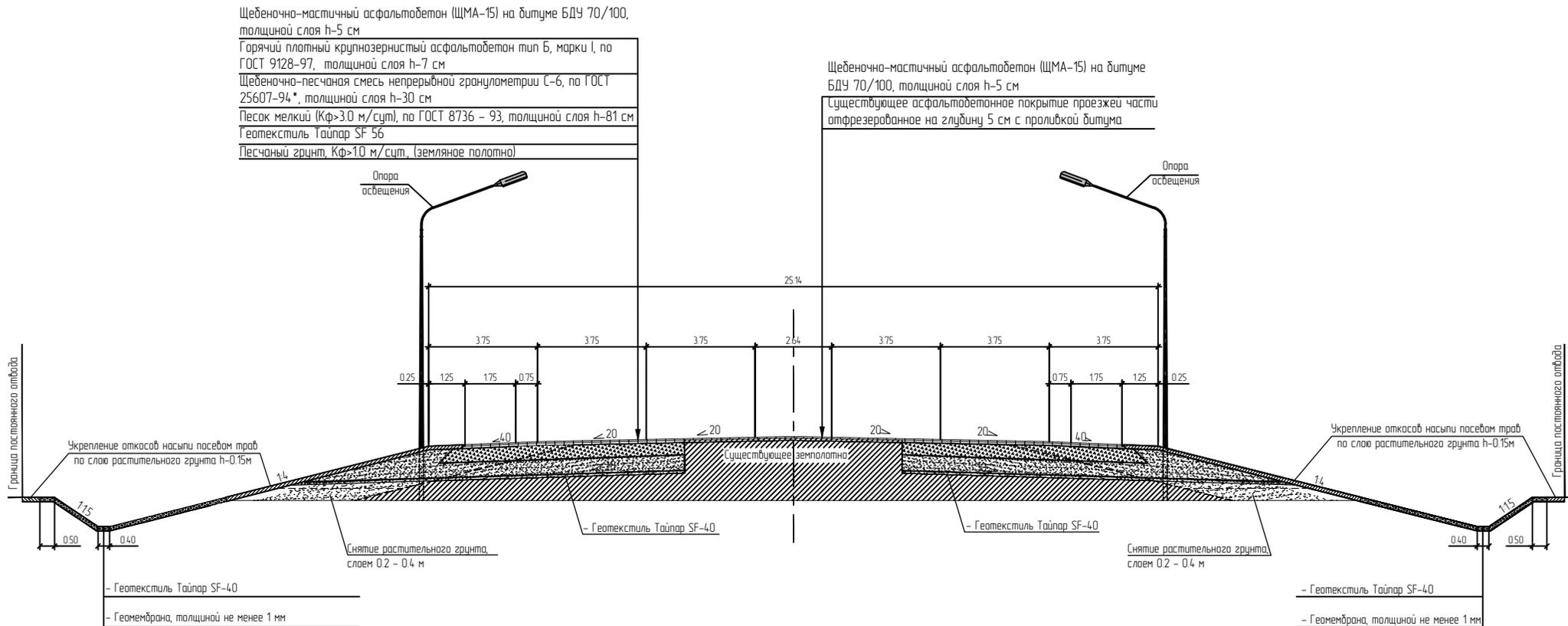


Рис. 4. Конструкция уширения земляного полотна с применением геотекстиля Тайпар до параметров автомобильной дороги Iб категории

