**Ведомственные строительные нормы ВСН 49-86
"Указания по повышению несущей способности земляного полотна и дорожных одежд с применением синтетических материалов"
(утв. Минавтодором РСФСР 2 апреля 1986 г.)**

Срок введения 1 января 1987 г.

 [1. Общие положения](#sub_100)

 [2. Требования к рулонным синтетическим материалам дорожного](#sub_200)

 назначения

 [2.1. Основные виды синтетических материалов и их общая](#sub_21)

 характеристика

 [2.2. Требования к рулонным синтетическим материалам](#sub_22)

 [2.3. Методы контроля (испытаний) синтетических материалов](#sub_23)

 [3. Применение синтетических материалов для усиления земляного](#sub_300)

 полотна и нижних слоев дорожной одежды

 [3.1. Конструктивные решения](#sub_31)

 [3.2. Методика расчета](#sub_32)

 [3.3. Особенности технологии производства работ](#sub_33)

 [4. Применение синтетических материалов для обеспечения устойчивости](#sub_400)

 откосов

 [4.1. Конструктивные решения](#sub_41)

 [4.2. Методика расчета общей устойчивости откосов при их](#sub_42)

 армировании прослойками из синтетических материалов

 [4.3. Особенности технологии производства работ](#sub_43)

 [5. Применение синтетических материалов для дренирования грунтов](#sub_500)

 [5.1. Конструктивные решения](#sub_51)

 [5.2. Методика расчета](#sub_52)

 [5.3. Особенности технологии производства работ](#sub_53)

 [6. Техника безопасности при применении синтетических материалов](#sub_600)

 [7. Технико-экономическая эффективность применения синтетических](#sub_700)

 материалов

 [Приложение N 1. Методы испытаний рулонных синтетических материалов](#sub_1000)

 [Приложение N 2. Таблицы значений коэффициентов](#sub_2000)

 [Приложение N 3. Примеры расчета дорожных конструкций с прослойками из](#sub_3000)

 синтетических материалов

 [Приложение N 4. Пример расчета технико-экономического эффекта от](#sub_4000)

 применения СМ

 [Приложение N 5. Основные характеристики отечественных рулонных СМ](#sub_5000)

 [Приложение N 6. Устройство защитных прослоек из рулонных бумажных](#sub_6000)

 материалов

**1. Общие положения**

1.1. Настоящие Указания предусматривают применение рулонных синтетических материалов (СМ) для создания армирующих, дренирующих и защитных прослоек в активной зоне земляного полотна, нижних конструктивных слоях дорожных одежд, на обочинах, в основании насыпей и на откосах, в дренажных устройствах строящихся или ремонтируемых автомобильных дорог общей сети, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, временных автомобильных дорог, подъездных путей.

1.2. Под рулонными синтетическими материалами (называемыми в некоторых случаях также синтетическими текстильными, геотекстильными) подразумеваются тонкие, гибкие полотна, получаемые путем соединения волокон или нитей из синтетического (полиэфир, полиамид, полипропилен) или вторичного сырья, включающего в том числе несинтетические компоненты, механическими (плетение, иглопробивание), химическими (склеивание) или физическими (сплавление) способами.

1.3. Создание прослоек из СМ позволяет уменьшить расход традиционных дорожно-строительных материалов, снизить объемы земляных работ, материалоемкость дорожной конструкции, сократить сроки строительства, энергозатраты на строительных и ремонтных работах, транспортные расходы, повысить эксплуатационную надежность и сроки службы дорожной конструкции или отдельных ее элементов. Это достигается за счет выполнения СМ следующих функций:

армирования (усиление дорожных конструкций в результате перераспределения СМ возникающих в грунтовом массиве при действии нагрузок от транспортных средств и собственного веса напряжений);

дренирования (ускорение отвода воды) или гидроизоляции (уменьшение притока в земляное полотно поверхностных вод рассматривается, если СМ одновременно выполняют функции защиты или армирования);

защиты (предотвращение или замедление процесса эрозии грунтов, предотвращение взаимопроникания материалов контактирующих слоев, в том числе работа в качестве фильтра).

1.4. Возможность пополнения СМ перечисленных в п.1.3 функций определяется соответствием их свойств требованиям [п.2.2.](#sub_22) Эффективность применения дорожных конструкций с прослойками из СМ оценивают путем их технико-экономического сравнения с традиционными конструктивными решениями ([п.7](#sub_700)). Общая характеристика основных областей применения СМ, рассматриваемых в настоящих Указаниях, дана в табл.1.1.

**Таблица 1.1**



"Таблица 1.1"

┌────┬────────────┬─────────────────┬──────────────┬────────────────────┐

│ N │ Область │Получаемый эффект│ Схема │Основные функции СМ │

│п/п │ применения │ │ применения │ │

├────┼────────────┼─────────────────┼──────────────┼────────────────────┤

│ I │Земляное │ │ │ │

│ │полотно и│ │ │ │

│ │нижние слои│ │ │ │

│ │дорожной │ │ │ │

│ │одежды │ │ │ │

│ │ │ │ │ │

│ А │Активная │Сокращение │ │Усиление грунта, в│

│ │зона │объемов │ │том числе за счет│

│ │земляного │используемых │ │снижения бокового│

│ │полотна │дренирующих │ │распора (обойма),│

│ │ │грунтов, │ │предотвращение │

│ │ │повышение сроков│ │заиления │

│ │ │службы и│ │дренирующего слоя,│

│ │ │эксплуатационной │ │повышение │

│ │ │надежности дорог │ │эффективности │

│ │ │ │ │дренирования │

│ │ │ │ │ │

│ Б │Нижние слои│Сокращение │ │Усиление дорожной│

│ │дорожных │объемов │ │одежды, сохранение│

│ │одежд │матриалов, │ │свойств материалов│

│ │ │используемых в│ │слоев за счет│

│ │ │нижних слоях│ │снижения степени их│

│ │ │дорожных одежд,│ │взаимопроникания при│

│ │ │повышение │ │строительстве и│

│ │ │эксплуатационной │ │эксплуатации дорог │

│ │ │надежности и│ │ │

│ │ │сроков службы│ │ │

│ │ │дорог │ │ │

│ │ │ │ │ │

│ В │Обочины │Повышение │ │Усиление конструкции│

│ │ │эксплуатационных │ │укрепления, │

│ │ │характеристик и│ │замедление водной│

│ │ │сроков службы,│ │эрозии обочины и│

│ │ │сокращение │ │откоса, повышение│

│ │ │расходов │ │прочности земляного│

│ │ │традиционных │ │полотна за счет│

│ │ │материалов │ │снижения притока│

│ │ │ │ │поверхностных вод │

│ │ │ │ │ │

│ Г │Земляное │Сокращение сроков│ │Ускорение │

│ │полотно │до устройства│ │консолидации │

│ │постоянных │покрытия, │ │основания насыпи за│

│ │дорог в│повышение │ │счет улучшения│

│ │сложных │эксплуатационной │ │условий отвода воды,│

│ │грунтовых │надежности, │ │сохранение │

│ │условиях │сокращение потерь│ │механических свойств│

│ │(слабые │традиционных │ │материалов за счет│

│ │основания) │материалов, │ │предотвращения │

│ │ │улучшение условий│ │взаимопроникания │

│ │ │производства │ │грунта насыпи и│

│ │ │работ, сокращение│ │материалов │

│ │ │объемов привозных│ │основания, усиление│

│ │ │грунтов │ │основания │

│ │ │ │ │ │

│ II │Откосы │ │ │ │

│ │ │ │ │ │

│ А │Общая │Повышение общей│ │Армирование откосов │

│ │устойчивость│устойчивости, │ │ │

│ │откосов │сокращение │ │ │

│ │ │объемов земляных│ │ │

│ │ │работ, площади│ │ │

│ │ │отводимых земель │ │ │

│ │ │ │ │ │

│ Б │Местная │Сокращение │ │Замена (защита)│

│ │устойчивость│объемов │ │обратного фильтра,│

│ │откосов │применяемых │ │снижение напора│

│ │ │материалов, │ │выклинивающихся │

│ │ │повышение │ │грунтовых вод,│

│ │ │эксплуатационной │ │предотвращение │

│ │ │надежности и│ │эрозии откоса │

│ │ │сроков службы│ │ │

│ │ │конструкций │ │ │

│ │ │защиты откосов │ │ │

│ │ │ │ │ │

│III │Дренирование│ │ │ │

│ │грунтов, │ │ │ │

│ │дренажные │ │ │ │

│ │устройства │ │ │ │

│ │ │ │ │ │

│ A │Дренирование│Сокращение сроков│ │Ускорение │

│ │нижней части│до устройства│ │консолидации │

│ │земляного │покрытия, объемов│ │земляного полотна за│

│ │полотна из│традиционных │ │счет улучшения│

│ │грунтов │материалов и│ │условий отвода воды,│

│ │повышенной │приводных │ │защита песчаных│

│ │влажности │грунтов, │ │прослоек │

│ │ │улучшение условий│ │ │

│ │ │производства │ │ │

│ │ │работ │ │ │

│ │ │ │ │ │

│ Б │Дренажные │Сокращение │ │Фильтр, повышение│

│ │устройства │объемов │ │эффективности │

│ │ │применяемых │ │дренирования │

│ │ │традиционных │ │ │

│ │ │материалов, │ │ │

│ │ │повышение сроков│ │ │

│ │ │службы дренажных│ │ │

│ │ │устройств │ │ │

│ │ │ │ │ │

│ IV │Временные │Повышение │ │Усиление основания,│

│ │дороги │эксплуатационных │ │предотвращение │

│ │ │качеств дороги,│ │взаимопроникновения │

│ │ │сокращение │ │грунта насыпи и│

│ │ │объемов │ │основания │

│ │ │применяемых │ │ │

│ │ │традиционных │ │ │

│ │ │материалов, │ │ │

│ │ │улучшение условий│ │ │

│ │ │производства │ │ │

│ │ │работ, увеличение│ │ │

│ │ │сроков службы,│ │ │

│ │ │обеспечение │ │ │

│ │ │проезда на период│ │ │

│ │ │строительства │ │ │

└────┴────────────┴─────────────────┴──────────────┴────────────────────┘

**Примечание.** 1 - рулонный синтетический материал; 2 - дорожная одежда; 3 - песчаный дренирующий слой; 4 - бетонные плиты.

**2. Требования к рулонным синтетическим материалам дорожного назначения**

**2.1. Основные виды синтетических материалов и их общая характеристика**

2.1.1. Область, эффективность и целесообразность применения синтетических рулонных материалов определяются их свойствами, которые зависят от состава сырья и технологии производства.

2.1.2. Общая характеристика СМ по наиболее распространенному сырью для изготовления (полиамид, полиэфир и полипропилен) приведена в табл.2.1.

**Таблица 2.1**

┌────────────────────────────┬──────────────────────────────────────────┐

│ Показатели │ Сырье │

│ ├────────────────┬────────────┬────────────┤

│ │ Полиэфир │ Пилиамид │Полипропилен│

├────────────────────────────┼────────────────┼────────────┼────────────┤

│Водостойкость │Хорошая │Снижение │Хорошая │

│ │ │прочности на│ │

│ │ │величину до│ │

│ │ │30% при│ │

│ │ │увлажнении │ │

│ │ │ │ │

│Биостойкость │ " │Хорошая │ " │

│ │ │ │ │

│Стойкость к действию│Снижение │Снижение │ " │

│кислотных и щелочных сред,│прочности в│прочности │ │

│возможных в условиях│щелочной среде│при рН среды│ │

│эксплуатации концентраций │(гидроокись │менее 5,5 │ │

│ │кальция) │ │ │

│ │ │ │ │

│Светостойкость │Хорошая │Плохая │Плохая │

│ │ │ │ │

│Механические свойства│Хорошие │Хорошие │Низкая │

│волокон │ │ │длительная │

│ │ │ │прочность │

└────────────────────────────┴────────────────┴────────────┴────────────┘

Предпочтительным видом сырья для изготовления СМ дорожного назначения является полиэфир. Следует ограничивать применение полиамидных СМ в кислотных средах (рН<5,5), полипропиленовых - в условиях длительного действия значительной по величине нагрузки, полиэфирных - на контакте со слоями, содержащими известь, цемент.

2.1.3. Для изготовления СМ дорожного назначения может применяться вторичное сырье, в том числе содержащее несинтетические компоненты, при условии соответствия вырабатываемых на их основе рулонных материалов требованиям [п.2.2.](#sub_22)

2.1.4. По технологии производства СМ разделяют на тканые и нетканые. Тканые СМ имеют регулярную структуру, повышенную прочность, высокий модуль упругости, но не обладают достаточной водопроницаемостью в плоскости полотна. Такие материалы целесообразно применять в случаях, когда прослойки СМ должны выполнять функции армирования, защиты, но не дренирования.

2.1.5. Свойства нетканых СМ, представляющих собой хаотичное переплетение коротких или длинных волокон, зависят от способа упрочнения (соединения волокон). Нетканые СМ упрочняют механическим, термическим или химическим способами.

Механические упрочненные (иглопробивные) нетканые синтетические материалы (типа дорнит) отличаются достаточной прочностью, высокой деформативностью, защитными свойствами, водопроницаемостью в плоскости полотна и направлении, ей нормальном. Их основные функции - дренирование и защита, в отдельных случаях при возникновении больших деформаций - армирование (например, при укладке в основание тонкой насыпи временной дороги). Термически упрочненные нетканые СМ имеют небольшую деформативность, применимы в качестве фильтров. При химическом упрочнении (склеивании) свойства получаемых полотен определяются видом связующего. Обычно такие материалы подвержены быстрому старению в условиях эксплуатации и применимы как временные элементы дорожных конструкций.

**2.2. Требования к рулонным синтетическим материалам**

2.2.1. Синтетические материалы должны поставляться, как правило, в рулонах массой до 80 кг, предпочтительно с длиной полотна не менее 40 м и шириной не менее 1,5 м. Исключение могут составить синтетических материалы, применяемые в дренажных конструкциях или для укрепления обочин. Рулоны необходимо транспортировать и хранить в закрытой светонепроницаемой упаковке.

2.2.2. СМ не должны иметь разрывов, вырывов и других нарушений сплошности. Максимальные отклонения от нормируемых значений по однородности (плотность и толщина), ровности кромок, ширине полотна не должны превышать 5% (не более 5 см по ширине) в сторону уменьшения от среднего значения.

2.2.3. Вид исходного сырья и структура СМ по возможности должны обеспечивать соединение отдельных полотен механическим, тепловым или другим технологически простым способом, в том числе и непосредственно на месте производства работ.

2.2.4. CM должны обладать стойкостью к воздействию воды, химически и биологически активных сред, температуры (в диапазоне - 30 - +40°С), солнечного света при его действии в течение 10 ч. Под стойкостью понимается сохранение свойств СМ во времени или их снижение до величин, обеспечивающих работоспособность конструкции на заданные сроки эксплуатации. При отсутствии данных изменение прочности СМ в процессе эксплуатации за период Т (лет) в средних грунтовых условиях может быть ориентировочно оценено путем умножения начального ее значения на поправочный коэффициент, принимаемый по [табл.1](#sub_2010) приложения 2 или рассчитываемый по формуле

 1

 K = ─────────, (2.1)

 в

 а Т + 1

 где

 а, в - параметры, зависящие от вида сырья СМ (при изготовления СМ на

 основе полиэфира и полипропилена а = 0,09, в=0,5; полиамида

 а = 0,4, в = 1).

2.2.5. Применяемые при строительстве и ремонте дорог СМ должны отвечать требованиям по следующим основным свойствам:

предел прочности на растяжение R\_p;

условный модуль деформации (упругости) при растяжении Е\_д(см) (Е\_см);

общее относительное удлинение при разрыве эпсилон\_о;

сопротивляемость местным повреждениям;

коэффициент фильтрации К\_ф;

фильтрующая способность;

стойкость к агрессивным воздействиям;

сопротивление сдвигу на контакте с грунтом.

2.2.6. При разработке и предварительном выборе новых видов СМ за основу могут быть взяты показатели их свойств, приведенные в табл.2.2. Окончательный выбор СМ для данной области применения осуществляется с помощью расчетов, приведенных в соответствующих пунктах Указаний.

**Таблица 2.2**

┌──────┬─────────────────────────────┬─────────────────────────────────────────────────────────────┐

│N п/п │ Область применения, │ Показатели (по [п.2.2.5](#sub_225)) │

│ │ функциональное назначение │ │

│ │ ├───────────┬───────────┬───────────┬────────────┬─────────── ┤

│ │ │R\_p, Н/см, │эпсилон\_о, │ Е\_д(см) х │Е\_см, Н/см, │К\_ф, м/сут,│

│ │ │ не менее │ % │Н/см, Н/см,│ не менее │ не менее │

│ │ │ │ │ не менее │ │ │

├──────┼─────────────────────────────┼───────────┼───────────┼───────────┼────────────┼────────────┤

│ 1 │ 2 │ 3 │ 4 │ 5 │ 6 │ 7 │

├──────┼─────────────────────────────┼───────────┼───────────┼───────────┼────────────┼────────────┤

│ 1 │Активная зона земляного│ │ │ │ │ │

│ │полотна, нижние слои дорожных│ │ │ │ │ │

│ │одежд дороги с покрытиями: │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ А │усовершенствованными: │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │армирование ([пп.2.3.2](#sub_232), [3.2.2](#sub_322))│ 50 │ <30[\*](#sub_901) │ 350 │ 450 │ - │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │дренирование ([пп.5.1.5](#sub_515),│ 40 │ <70\* │ 70\* │ 100\* │ 100 │

│ │[5.2.5](#sub_525)) │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │защита (пп.2.3.2, [3.1.8](#sub_318),│ 50 │ <70\* │ 150 │ 200 │ 20\* │

│ │[3.2.3](#sub_323), 5.2.5) │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ Б │переходными и низшими: │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │армирование (пп.2.3.2, 3.2.2)│ 50 │ <50\* │ 250 │ 350 │ - │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │защита (пп.2.3.2, 3.1.8,│ 50 │ <70\* │ 100 │ 150 │ 20\* │

│ │3.2.3, 5.2.5) │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 2 │Обочины: │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │армирование и защита│ 50 │ <70\* │ 250 │ 350 │ - │

│ │(пп.2.3.2, 3.2.2, 3.2.3) │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │дренирование и защита│ 40 │ <70\* │ 100\* │ 150\* │ 40 │

│ │(пп.2.3.2, 3.2.3, 5.1.5,│ │ │ │ │ │

│ │5.2.5) │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 3 │Слабые основания насыпей: │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │армирование и защита│ 70 │ <50 │ 150 │ - │ 20\* │

│ │(обеспечение устойчивости│ │ │ │ │ │

│ │основания и откосов,│ │ │ │ │ │

│ │[пп.3.2.8](#sub_328), [3.2.9](#sub_329)) │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │дренирование и защита│ 50 │ 70-120 │ 70[\*](#sub_901) │ - │ 100 │

│ │(ускорение консолидации│ │ │ │ │ │

│ │основания, [п.3.1.11](#sub_3111)) │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 4 │Откосы: │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │армирование (обеспечение│ 100 │ <50 │ 300 │ 400 │ - │

│ │общей устойчивости, [п.4.2.4](#sub_424)) │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │защита │ 30 │ >30\* │ - │ - │ 20\* │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 5 │Земляное полотно из грунтов│ │ │ │ │ │

│ │повышенной влажности: │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │дренирование ([п.5.1.3](#sub_513)) │ 30 │ 60-120[\*](#sub_901) │ 70\* │ 100\* │ 100 │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ │защита ([п.5.1.2](#sub_512)) │ 30 │ 70\* │ 100\* │ 150\* │ 20 │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 6 │Траншейный дренаж, защита и│ 30 │ >30\* │ - │ - │ 50 │

│ │дренирование ([п.5.2.5](#sub_525)) │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 7 │Временные дороги на слабых│ 60 │ 70-120\* │ 100 │ - │ 40 │

│ │основаниях, армирование и│ │ │ │ │ │

│ │защита ([п.3.2.10](#sub_3210)) │ │ │ │ │ │

└──────┴─────────────────────────────┴───────────┴───────────┴───────────┴────────────┴────────────┘

**Примечания.** 1. В таблице приведены показатели СМ на момент их производства.

2. Показатели, отмеченные знаком \*, представляют собой наиболее приемлемые значения и строго не нормируются: знак (-) обозначает, что показатель не нормируется.

3. Пункты Указаний, на которые сделана ссылка в [графе 2](#sub_34), содержат дополнительные требования к СМ для данной области применения и функционального назначения.

4. При необходимости выполнения СМ нескольких из перечисленных в графе 2 функций следует руководствоваться максимальными значениями показателей.

5. Значения показателей по [графам 3 - 6](#sub_34) даны для испытаний СМ по методике одноосного растяжения (см. [п.2.3.1](#sub_231), [приложение 1А](#sub_1100)). Их отклонение в меньшую сторону у анизотропных СМ допускается только для случая применения последних при армировании откосов и в направлении, нормальном действию растягивающих напряжений.

**2.3. Методы контроля (испытаний) синтетических материалов**

2.3.1. Механические характеристики СМ (R\_p, Е\_д(см), Е\_см, эпсилон\_о - cм. [п.2.2.5](#sub_225)) являются основными показателями, от которых зависит возможность, а также эффективность их применения. Они определяются предприятиями-изготовителями по ГОСТ 15902.3-79 путем одноосного растяжения образцов размерами 50х200 мм (100 мм - деформируемая часть). Упрощенный вариант данного метода, более доступный производственным подразделениям, изложен в [приложении 1А.](#sub_1100)

Поскольку условия деформирования образцов в данных испытаниях не соответствуют в ряде случаев условиям деформирования СМ в дорожной конструкции, полученные результаты применимы прежде всего для сопоставления СМ различных видов, предварительного их выбора и примерной оценки области применения. Такие испытания также применимы для оценки характеристик СМ, если последние не воспринимают значительных усилий в дорожной конструкции (фильтры дренажных устройств, обратные фильтры, защитные прослойки для повышения местной устойчивости откосов). В других же случаях они должны быть дополнены испытаниями, отражающими особенности работы прослоек из СМ в реальных условиях, а именно:

при усилении верхней части дорожных конструкций, обочин, армировании слабых основании насыпей - методом сферического растяжения по [приложению 1Б](#sub_1200) (возможно применение других аналогичных методов, предусматривающих испытание СМ в условиях сложного напряженного состояния);

при армировании откосов с целью повышения их общей устойчивости - методом длительного растяжения по [приложению 1В.](#sub_1300)

2.3.2. В случае возможности возникновения в отдельных точках СМ значительных локальных усилий (укладка СМ на контакте с крупнофракционными материалами, например под слой гравийного или щебеночного основания дорожной одежды) должна быть оценена сопротивляемость СМ местным повреждениям в соответствии с [приложением 1Г.](#sub_1400)

2.3.3. Водопроницаемость СМ, выполняющих функции дренирующих прослоек, оценивают по значениям коэффициентов фильтрации в плоскости полотна и нормальном ей направлении. В первом случае испытания проводят, пропуская воду порциями 30 см3 вдоль блока из 2 - 4 образцов CM, обжатых давлением не менее 0,01 МПа, и фиксируют время истечения. Во втором испытания проводят по методике, принятой для песка, заменяя его на блок из 20 - 30 образцов СМ. Коэффициенты фильтрации K\_ф, определяют по формуле

 К = 864Q/tlF Дельта t, (2.2)

 ф

 где

 Q - расход воды, м3;

 t - время истечения, с;

 l - градиент фильтрации;

 F - площадь сечения образцов, см2;

 Дельта - температурная поправка (аналогично испытаниям грунтов).

 t

Как правило, следует пользоваться данными организации и институтов по водопроницаемости СМ данного вида и табличными значениями ([приложение 5](#sub_5000)).

2.3.4. Стойкость CM к агрессивным воздействиям определяет срок их службы и оценивается специальными испытаниями, проводимыми предприятиями-поставщиками или разработчиками СМ. Испытания заключаются в воздействии на образцы СМ водной среды, растворов химически активных веществ реально возможных концентраций (рН 2 - 11), биологических и температурных (в диапазоне - 30 - 40°С) факторов с оценкой изменения механических характеристик образцов. Испытания проводятся на основе ГОСТ 9.022-74 "Ткани из натуральных, искусственных и синтетических волокон, кожа искусственная и материалы пленочные. Методы испытаний на старение в природных и лабораторных условиях", ГОСТ 9.060-75 "Ткани. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к микробиологическому разрушению", ГОСТ 12020-72 "Пластмассы. Метод определения стойки# к действию химических сред". При отсутствии данных по стойкости СМ дорожные организации должны получить соответствующую информацию в специализированных организациях - разработчиках СМ.

Стойкость СМ к агрессивным воздействиям в целом или к воздействию отдельных факторов можно не оценивать при их изготовлении из чисто синтетического сырья и требуемом сроке службы не более одного года (с учетом [п.2.1.2](#sub_212)); при сроке службы более года тех же материалов, если стойкость к воздействию отдельных факторов составляющего сырья известна; при незначительном воздействии биологических, химических и температурных факторов. Стойкость СМ к агрессивным воздействиям должна оцениваться во всех случаях, если в состав сырья входят несинтетические компоненты в любом количестве, а также если синтетические материалы упрочняются химическим способом.

2.3.5. Сопротивление сдвигу СМ на контакте с окружающим грунтом определяют во всех случаях, когда в результате внешних воздействий возможен сдвиг СМ и контактирующего с ним грунта относительно друг друга, например при армировании откосов, в соответствии с [приложением 1Д.](#sub_1500)

В отдельных случаях для повышения сопротивления сдвигу на контакте в СМ целесообразно создавать отверстия диаметром 1,5 - 4 см на расстоянии до 1 - 3 м друг от друга[\*](#sub_902).

2.3.6. Другие из названных в [п.2.2.](#sub_22) характеристик СМ определяют следующим образом:

поверхностную плотность (массу 1 м2) - взвешиванием образца размером 500Х500 мм с увеличением полученного результата в 4 раза. Точность взвешивания 5 гс;

толщину - замером ее по каждой из сторон пригруженного нагрузкой 1Н образца размером 50Х200 мм для нетканых и замером ее в трех точках на расстоянии не менее 20 мм от кромки полотна для других материалов с вычислением среднего значения. Точность замеров 0,05 мм. Замеры выполняют толщиномерами, микрометрами (ГОСТ 6507-78). В условиях строительных организаций допускается применение штангенциркуля;

*Взамен ГОСТ 6507-78 постановлением Госстандарта СССР от 25 января 1990 г. N 86 с 1 января 1991 г. введен в действие ГОСТ 6507-90*

ширину - измерением металлической линейкой (ГОСТ 427-75) с точностью до 5 см.

**3. Применение синтетических материалов для усиления земляного полотна и нижних слоев дорожной одежды**

**3.1. Конструктивные решения**

3.1.1. Принимаемые решения по введению в дорожную конструкцию прослоек из рулонных синтетических материалов должны обеспечивать максимальное использование комплекса их эксплуатационных свойств для полной реализации возможностей СМ как армирующих, дренирующих (гидроизолирующих) и защитных элементов.

В зависимости от конкретных условий строительства и ставящихся целей такие прослойки устраивают в верхней части дорожных конструкций (пп.3.1.2 - 3.1.9) или в нижней части (основании) земляного полотна ([пп.3.1.10 - 3.1.14).](#sub_3110)

3.1.2. Усиление верхней части земляного полотна, нижних конструктивных слоев дорожной одежды и обочин направлено на повышение прочности дорожной конструкции. Оно может выполняться введением армирующей прослойки СМ тканого и нетканого типов, если их характеристики соответствуют требованиям [табл.2.2.](#sub_30) Основные конструктивные решения приведены на рис.1.

**Рис.1. Прослойки из CM в верхней части дорожных конструкций:**

****

"Рис.1. Прослойки из CM в верхней части дорожных конструкций"

3.1.3. При армировании с одновременным улучшением условий дренирования прослойки СМ укладывают на всю ширину земляного полотна на контакте между песчаным дренирующим слоем и грунтом (рис.1, а). При повышенной влажности грунтов земляного полотна возможно устройство одновременно двух прослоек из СМ (на поверхности земляного полотна и на глубине 0,5 - 0,8 м) с объединением их в обойму (рис.1, б). В таких случаях следует использовать СМ нетканого типа, удовлетворяющие дополнительным требованиям [п.5.1.5](#sub_515), а при расчете учитывать положения [п.5.2.](#sub_52)

3.1.4. При армировании верхней части дорожных конструкций, если одновременно не ставят цели улучшения условий дренирования, СМ укладывают непосредственно под нижний слой основания дорожной одежды только в пределах ширины проезжей части (рис.1, в). К СМ в этом случае предъявляют дополнительные требования по деформативности ([п.3.2.2](#sub_322)).

3.1.5. Если основание дорожной одежды представлено крупнофракционным материалом (щебень, гравий, шлак), прослойка СМ дополнительно выполняет защитные функции (см. [п.1.3](#sub_13)). В этом случае можно не устраивать защитные слои из традиционных дорожно-строительных материалов, рекомендуемых п.2.39 Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа BCН 46-83, Минтрансстрой СССР. М.: Транспорт, 1985 г. К СМ предъявляют дополнительные требования по сопротивляемости местным повреждениям (см. [п.2.2](#sub_22)) и деформативности ([п.3.2.3](#sub_323)).

*Взамен ВСН 46-83 распоряжением Минтранса РФ от 20 декабря 2000 г. N ОС-35-Р с 1 января 2001 г. введены в действие ОДН 218.046-01*

При небольшой распределяющей способности дорожной одежды (дороги с переходным типом покрытия) и отсутствии необходимости выполнения СМ других функций возможно устройство защитных прослоек только в пределах полос наката ([рис.1, г](#sub_110)). Такое решение не следует применять, если грунт под СМ имеет повышенную влажность.

3.1.6. Прослойки СМ в качестве защитных целесообразно использовать также для обеспечения принятой технологии устройства слоя основания - [п.3.1.7](#sub_317) (песчаного дренирующего слоя - [п.5.1.2](#sub_512)), улучшения работы сборных железобетонных покрытий - [п.3.1.8.](#sub_318)

3.1.7. Защитные прослойки из СМ для обеспечения принятой технологии устройства основания целесообразны в сложных условиях строительства: грунты земляного полотна повышенной влажности, значительная интенсивность движения в период строительства. Они выполняют свои функции только в период строительства дороги и могут создаваться из относительно недолговечных рулонных материалов - несинтетических или включающих в значительном объеме несинтетические компоненты. В частности, защитные прослойки на период строительства могут быть устроены из дешевых рулонных бумажных материалов ([приложение 6](#sub_6000)).

3.1.8. Защитные прослойки из СМ под швами сборных железобетонных плит позволяют исключить выплески песка из-под плит при нарушении его динамической устойчивости, предотвратить размыв песка под швами и кромками покрытия. Полосы СМ, шириной не менее половины ширины плиты, укладывают как под продольные, так и под поперечные швы, причем в последнем случае их выводят на откосную часть ([рис.1, д](#sub_110)). Следует применять нетканые СМ толщиной более 3,5 мм, с коэффициентом фильтрации более 50 м/сут и прочностью более 70 Н/см.

Прослойки из СМ при двухстадийном строительстве устраивают на второй стадии после завершения консолидации грунта при перекладке плит. На дорогах IV категории они заменяют монтажный слой из песко-цемента и основание из песчано-гравийной смеси при обеспеченной морозоустойчивости конструкции.

3.1.9. Прослойки из СМ для укрепления обочин применяют в качестве армирующих, защитных, дренирующих элементов. Их укладывают только в пределах краевой укрепительной полосы ([рис.1, е](#sub_110)), если нет необходимости в выполнении ими дренирующих (гидроизолирующих) функций и не ставится задача защиты обочины от эрозии, или в противном случае на всю ширину обочины с выводом на откосную часть ([рис.1, ж](#sub_110)). Для обеспечения лучших условий работы конструкции укрепления обочины допустимо в отдельных случаях устраивать прослойки СМ с обратным уклоном ([рис.1, з](#sub_110)), если это не будет способствовать дополнительному увлажнению земляного полотна (например, укладка СМ, водопроницаемых только в направлении, нормальном к плоскости полотен (сетки, тканые CM) - на водопроницаемое основание).

При выборе места расположения СМ в конструкции укрепления обочин (уровень заложения, размещение по ширине) следует учитывать положения [пп.3.1.2 - 3.1.6](#sub_312) Указаний. Если применяемый СМ выполняет функции гидроизолирующей прослойки и занимает не менее 2/3 ширины обочины, при расчете дорожной одежды проезжей части величина расчетной влажности грунтов земляного полотна может быть снижена на 0,04 (в долях от W\_т во II - III и на 0,02 в IV - V дорожно-климатических зонах.

3.1.10. При строительстве постоянных и временных дорог в районах распространения слабых грунтов (торф, переувлажненные минеральные грунты) целесообразно применение прослоек из СМ в качестве армирующих, дренирующих и защитных элементов в нижней части (основании) насыпей, параметры которых выбираются согласно положениям действующих документов. Их устройство позволяет снизить объемы земляных работ (исключение в ряде случаев необходимости удаления слабых грунтов, сокращение расхода привозных грунтов), обеспечить устойчивость основания и откосов насыпей, сократить сроки консолидации основания дорог. Устройство прослоек также исключает (уменьшает) взаимопроникновение материалов насыпи и грунта основания, улучшает условия отсыпки и уплотнения насыпи, что облегчает технологию производства работ, сокращает потери материала насыпи.

**Рис.2. Прослойки из CM в нижней части и основании насыпи постоянных (а, б) и временных (а, г, д) дорог:**

****

"Рис.2. Прослойки из CM в нижней части и основании насыпи постоянных (а, б) и временных (а, г, д) дорог"

3.1.11. При устройстве насыпей постоянных дорог для решения задачи ускорения консолидации грунтов (уменьшения сроков до устройств покрытия) применяют нетканые иглопробивные СМ толщиной более 3,5 мм (толщина под нагрузкой от веса насыпи не менее 2 мм), отвечающие требованиям по водопроницаемости. Прослойку из СМ устраивают непосредственно на слабом грунте - по всей ширине подошвы насыпи с запасом не менее 1,0 м в каждую сторону (рис.2, а). Полотна СМ укладывают с перекрытием в, назначаемым с учетом осадки насыпи (в = 0,15 + 0,2S, м), рассчитанной в соответствии с действующими нормативными документами. Ориентировочные значения осадок S (м) для насыпей высотой 2 - 3 м, возводимых на болотах глубиной до 8 м приведены в табл.3.1.

Подобное решение рекомендуется применять, если коэффициент фильтрации песка нижней части насыпи менее 1 м/сут. Расчетную степень консолидации основания, по достижении которой допустимо устройство покрытия, можно в этом случае снизить до 0,95 от требуемой нормами для дорог не выше III категории.

**Таблица 3.1**

┌──────────────────────┬────────────────────────────────────────────────┐

│ Группа болота, м │ Материал основания │

│ ├───────────────────────┬────────────────────────┤

│ │ Плотные торфы │ Высокопористые торфы │

│ │(коэффициент пористости│(коэффициент пористости │

│ │ до 15) │ более 15) │

├──────────────────────┼───────────────────────┼────────────────────────┤

│ 2 │ 0,5 │ 0,9 │

│ │ │ │

│ 4 │ 1,0 │ 1,5 │

│ │ │ │

│ 6 │ 1,5 │ 2,0 │

│ │ │ │

│ 8 │ 2,0 │ 2,5 │

└──────────────────────┴───────────────────────┴────────────────────────┘

3.1.12. Обеспечение устойчивости основания и откосов постоянных дорог достигается путем увеличения жесткости нижней части насыпи. В этом случае должна быть обеспечена равнопрочность устраиваемой прослойки из СМ в поперечном направлении ([п.3.3.4](#sub_334)). CM укладывают в один или в два слоя, объединяя их в обойму ([рис.2, б](#sub_220)). Устойчивость откосов оценивают по методике [п.3.2.7.](#sub_327)

3.1.13. Конструкции по рис.2, а, б применяют на дорогах II - V категорий на болотах I, II типов, а для дорог I категории с асфальтобетонным покрытием на болотах I типа. Минимальную высоту насыпи назначают из условий снегозаносимости, возвышения низа дорожной одежды над уровнем поверхностных вод и исключения упругих колебаний от проходящего транспорта.

Нижняя часть насыпи постоянных дорог может быть возведена при применении СМ из местных грунтов в следующих случаях:

на дорогах III - V категории на болотах I, II типов. Местный грунт связный с К\_\_w <= 1,2 (K\_w - коэффициент переувлажнения, отношение фактической влажности к оптимальной). СМ укладывают на поверхность местного грунта (аналогично [рис.2, г](#sub_220));

на дорогах IV - V категорий на болотах I, II типов. Местный грунт связный с K\_w>1,2 или торф сильноразложившийся влажностью до 400 - 500%. Местный грунт заключают в замкнутую обойму (см. [рис.2, б](#sub_220)).

Толщину верхней части насыпи назначают в этих случаях расчетом исходя из исключения упругих колебаний от проходящего транспорта, но не менее 1,0 м для дорог с асфальтобетонным и 1,2 м с цементобетонным покрытием. Толщину нижней части насыпи назначают из условия возвышения низа дорожной одежды над уровнем поверхностных вод или поверхности слабого основания с учетом осадки насыпи.

3.1.14. При устройстве временных автомобильных дорог, подъездов, обеспечении проезда на период строительства в сложных грунтово-гидрологических условиях СМ укладывают непосредственно на основание ([рис.2, в](#sub_220)), в нижней части насыпи (см. [рис.2, г](#sub_220)) или на лежневой настил, фашинную выстилку ([рис.2, д](#sub_220)). При этом:

насыпь по рис.2, д устраивают на болотах I типа глубиной до 4 м, сложенных плотным торфом, на минеральных грунтах повышенной влажности, если толщина насыпи по условию обеспечения проезда ([п.3.1.15](#sub_3115)) превышает осадку насыпи за период эксплуатации не менее чем на 0,2 м (на подтопляемых участках - не менее чем на глубину поверхностных вод + 0,2 м). При возможности подтопления целесообразно отгибать край СМ на откос с анкеровкой его в теле насыпи;

насыпь на рис.2, г устраивают па глубоких болотах I типа, сложенных торфом малой и средней влажности, на болотах II типа и в перечисленных выше случаях, когда условие превышения толщины насыпи над осадкой за период эксплуатации не соблюдается. Нижняя часть насыпи может быть отсыпана из местного торфяного грунта с обязательным его уплотнением;

**Таблица 3.2**

┌─────────────────┬─────────────────────────────────────────────────────┐

│ Среднемесячная │ Минимальная толщина насыпей h\_п, см, при грунтах │

│ интенсивность │ основания │

│движения в одном ├────────────┬─────────────┬────────────┬─────────────┤

│ направлении, │ Осушенный │ Маловлажный │ Глинистый │Заторфованный│

│ авт/сут │ торф │торф (W=300 -│грунт (W<0,9│или глинистый│

│ │ (W<300%) │ 600%) │ W\_т) │ грунт │

│ │ │ │ │ (W>0,9W\_т) │

├─────────────────┼────────────┼─────────────┼────────────┼─────────────┤

│Одиночные │ 40-60 │ 50-70 │ 25-40 │ 40-60 │

│автомобили │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │

│До 50 │ 50-80 │ 60-90 │ 40-60 │ 50-80 │

│ │ │ │ │ │

│Свыше 50 │ 60-90 │ 70-100 │ 50-80 │ 60-90 │

│ │ │ │ │ │

│Сверхтяжелые │ 60-80 │ 60-90 │ 40-60 │ 60-90 │

│нагрузки (разовый│ │ │ │ │

│проезд) │ │ │ │ │

└─────────────────┴────────────┴─────────────┴────────────┴─────────────┘

**Примечание.** Общая продолжительность периодов эксплуатации дороги с названной интенсивностью до одного года; меньшие значения толщин принимают для насыпей из песчано-гравийных смесей оптимального состава, большие - для насыпей из мелких непылеватых песков.

насыпь толщиной 0,6 - 0,7 м по [рис.2, д](#sub_220) устраивают на болотах II - III типов, сложенных сильносжимаемым слаборазложившимся торфом и на болотах сплавинного типа.

Минимальную толщину насыпей (см. [рис.2, в, г](#sub_220)) по условию обеспечения проезда (h\_п) назначают по расчету или ориентировочно по [табл.3.2](#sub_50).

3.1.15. Параметры конструкций по [пп.3.1.13](#sub_3113) и [3.1.14](#sub_3114) принимаются согласно рекомендаций[\*\*](#sub_903) и настоящих Указаний.

**3.2. Методика расчета**

3.2.1. Расчет дорожных конструкции с армирующими и защитными прослойками из СМ в верхней части (активная зона земляного полотна, нижние конструктивные слои дорожной одежды, обочины) проводят в два этапа. На первом этапе рассчитывают конструкцию без прослоек. При этом:

дорожную одежду проезжей части дороги рассчитывают в соответствии с Инструкцией по проектированию дорожных одежд нежесткого типа ВСН 46-83 Минтрансстроя СССР. М.: Транспорт, 1985, с учетом п.3.1.9 Указаний;

конструкции укрепления обочин рассчитывают по Техническим указаниям по укреплению обочин автомобильных дорог ВСН 39-79 Минавтодора РСФСР. М.: Транспорт, 1980.

На втором этапе после назначения вида материалов, количества и толщин слоев проводят корректировку (уменьшение) толщин, соответствующую усилению конструкции и результате применения СМ ([пп.3.2.2 - 3.2.5](#sub_322) Указаний). При этом:

оценивают по [пп.3.2.2](#sub_322) и [3.2.3](#sub_323) соответствие применяемого СМ требованиям по деформативности;

выполняют расчеты по п.3.2.3 (защитные прослойки) и по [п.3.2.4](#sub_324) (армирующие прослойки - перерасчет толщин слоев);

оценивают по [п.3.2.5](#sub_325) соответствие прочности СМ действующим в конструкции напряжениям.

При уменьшении толщин слоев проводят также повторный расчет дорожной одежды по сопротивлению сдвигу в грунтах, слабосвязных материалах и сопротивлению растяжению при изгибе монолитных слоев в соответствии с ВСН 46-83, причем при расчете дорожной одежды по сопротивлению сдвигу (п.3.36 и 3.42 ВСН 46-83) величину активных напряжений сдвига в грунте, расположенном непосредственно под армирующей или защитной прослойкой из СМ (грунт земляного полотна, песок подстилающего слоя), уменьшают в 1,2 раза. Предварительно проводят расчет дренирующего слоя с CM из условия осушения по [п.5.2](#sub_52), если СМ выполняют функцию дренирования.

3.2.2. Корректировку толщин и количества слоев дорожной одежды проводят по [п.3.2.4](#sub_324), если СМ выполняют функции армирующих прослоек при условии, что Е\_см не менее 350 Н/см и удовлетворяется неравенство

 0,01 f/Е

 см

 ─────────── > 0,5 Е , (3.1)

 дельта 0

 где

 0,01 - коэффициент приведения размерностей;

 f - коэффициент, зависящий от методики определения Е\_см (f=2 -

 для методики [приложения 1А](#sub_1100), f = 1 - для методики приложения

 1Б и других методик, предусматривающих проведение испытаний

 в условиях сложного напряженного состояния);

 Е - условный модуль упругости СМ, принимаемый по результатам

 см - испытаний или приложению 5, Н/см;

 дельта - толщина синтетического материала, см;

 Е - модуль упругости на поверхности лежащих под СМ грунтовых

 0 - слоев (см. п.3.2.4), МПа.

3.2.3. Если 150 <= Е\_см < 350 Н/см и прослойку из СМ укладывают на контакте "крупнофракционный материал (щебень, гравий) - грунт", модуль упругости на поверхности грунта без расчета повышают в 1,2 раза. Корректировку толщин в этом случае не выполняют, а конечный эффект от применения СМ выражают в увеличении межремонтных сроков службы ([п.7.6](#sub_76)).

3.2.4. Корректировку толщин проводят следующим образом:

приводят к двухслойной назначенную согласно ВСН 46-83 конструкцию дорожной одежды (рис.3, а), границей между слоями которой является прослойка СМ (рис.3, б). Верхний слой имеет параметры (обозначения по рис.3):

 (h Е + ... + h Е

 1 1 i i

 Е = ─────────────────── ; (3.2)

 ср Н

 Н = сумма h .

 i

**Рис.3. Схемы к расчету по п.3.2**

****

"Рис.3. Схемы к расчету по п.3.2"

**Рис.4. Номограмма к расчету по п.3.2**

****

" Рис.4. Номограмма к расчету по п.3.2"

Нижний слой имеет модуль упругости Е\_0, равный модулю упругости на поверхности лежащих под СМ грунтовых слоев. Значение Е\_0 находят по номограмме (рис.4). При укладке СМ непосредственно на поверхность земляного полотна Е\_0 равен модулю упругости грунта земляного полотна;

определяют общий модуль упругости на поверхности покрытия дорожной одежды:

Е\_Общ(а) = Е\_Общ/альфа\_1(2), где альфа\_1(2) - коэффициент усиления, принимаемый по [табл.3](#sub_2030) приложения 2 при известных значениях Е\_ср, Н, Е\_см, Е\_0, D (D = 37 см);

уменьшают толщину одного из слоев дорожной одежды до соблюдения условия Е\_Общ(а) = Е\_тр, так как Е\_Общ(а) > Е\_Общ >= Е\_тр. Для этого исходя из нового значения модуля упругости на поверхности покрытия Е\_Общ(а) последовательно сверху вниз с использованием номограммы (см. [рис.4](#sub_440)) определяют значения модулей упругости на поверхности каждого слоя дорожной одежды вплоть до слоя, толщину которого предполагается уменьшить. По той же номограмме находят его условную толщину h\_i при найденном новом (увеличенном) значении модуля упругости на поверхности этого слоя и скорректированное значение этой толщины h\_i из выражения

 а '

 h = 2h - h . (3.3)

 i i i

Последовательность расчета показана в [приложении 3А.](#sub_3100)

3.2.5. Проверку прочности прослойки СМ проводят во всех случаях (независимо от величины Е\_см и выполняемых СМ функций) на действие строительных н эксплуатационных нагрузок в соответствии с критерием

 0,01 х 1,9 РЕ 0,01 К R

 см \_ р р

 сигма = ──────────────── эпсилон <= R = ─────────────, (3.4)

 а дельта Е расч дельта

 0

 где

 сигма , R - соответственно напряжения, возникающие в СМ от

 а, расч действия колесной нагрузки, и расчетное значение

 прочности СМ, МПа;

 0,01 - коэффициент приведения размерностей;

 1,9 - коэффициент, зависящий от соотношения коэффициентов

 Пуассона грунта мю\_о и СМ мю\_см (принято

 мю\_о = мю\_см = 0,3);

 P - удельное давление от колеса расчетного автомобиля,

 МПа; Е\_0 - см. [п.3.2.2](#sub_322); эпсилон - безразмерный

 параметр ([табл.2](#sub_2020) приложения 2);

 К - коэффициент, определяемый из выражения К\_р = K\_n/m

 р при значении K по [п.2.2.4](#sub_224);

 n = 0,7 для полиамидных и полиэфирных, n = 0,4 для полипропиленовых

 СМ (вводится, если СМ выполняют функции армирующей

 прослойки);

 m = 1,2 (вводится при укладке СМ на контакте крупнофракционный

 материал - грунт);

 R - прочность СМ по результатам испытаний (приложение

 p [1А](#sub_1100), [Б](#sub_1200)), Н/см;

 дельта - толщина прослоек СМ.

При проверке прочности на действие строительных нагрузок принимают К = 1, а параметры Н\_a и Е\_ср(а) (см. [сноску](#sub_919) к табл.2 приложения 2) - равными параметрам отсыпаемого непосредственно на СМ слоя.

3.2.6. Расыет насыпей на слабом основании с прослойкой из СМ на контакт "насыпь - слабое основание" выполняют в соответствии с действующими нормативными документами, руководствуясь также дополнительными положениями:

при расчете дорожных одежд расчетное значение относительной влажности слабого грунта основания может быть уменьшено на 5 - 10%;

расчетную степень консолидации основания назначают с учетом [п.3.1.11](#sub_3111);

при применении CM для обеспечения устойчивости основания и откосов ([п.3.1.12](#sub_3112)) расчет устойчивости откосов проводят с учетом армирующего действия СМ (пп.3.2.7, [3.2.8](#sub_328), [4.2](#sub_42)) и оценивают соответствие механических характеристик СМ условиям его применения ([пп.3.2.9](#sub_329), [3.2.10](#sub_3210)).

3.2.7. Коэффициент запаса устойчивости откосов насыпи с прослойкой СМ на слабом основании насыпи рассчитывают по формуле

 сумма (сигма L B) + nR дельта B

 pi i дл

 К = ──────────────────────────────────────────────────────────, (3.5)

 зап 2 2

 0,5 сумма P (cos бета - кв.корень (cos бета + 4sin бета )

 i i i i

 где

 дельтаp - предельное значение растягивающих напряжений для

 i грунта ([п.4.2.3](#sub_423));

 n, дельта - количество и толщина прослоек СМ;

 R - длительная прочность СМ (п.3.2.8);

 дл

 P = гамма, F , B - вес каждого из блоков, на которые разбивается

 i i откос над поверхностью скольжения;

 F , В, гамма , L - соответственно площадь, толщина, удельный вес

 i i i грунта блоков и длина поверхности скольжения в

 их пределах;

 бета - угол наклона поверхности скольжения в пределах

 i i-го блока.

Если прослойки СМ расположены также в теле насыпи, расчет выполняют по [п.4.2](#sub_42) Указаний, заменяя сигма\_р на R\_дл для прослойки, расположенной в основании насыпи.

3.2.8. Значения длительной прочности СМ R\_дл (по [п.3.2.7](#sub_327)) назначают по результатам испытаний (см. [приложение 1В](#sub_1300)). При использовании данных приложения 5 за R\_дл принимают: для нетканых иглопробивных CM - 1,2 сигма\_д, для остальных - сигма\_д. Для СМ, не вошедших в таблицу приложения 5, можно ориентировочно принимать:

для тканых материалов, жестких сеток из полиамидного, полиэфирного сырья R\_дл = 0,7 R\_p/дельта, полипропиленового R\_дл = 0,4R\_р/дельта;

для нетканых иглопробивных СМ из полиамидного, полиэфирного сырья R\_дл = 0,5R\_р/сигма, полипропиленового R\_дл = 0,2R\_р/дельта, R\_р - предел прочности СМ, определяемый по [приложению 1А.](#sub_1100)

В любом случае величина R\_дл не должна превышать значения KR\_p/дельта (см. [п.2.2.4](#sub_224)).

3.2.9. Приближенную оценку соответствия механических характеристик СМ, отвечающих требованиям [табл.2.2](#sub_30), условиям применения для нетканных иглопробивных и других сильно деформируемых материалов (эпсилон\_0 >= 30%) выполняют в соответствии с выражением

 2 2

 кв.корень (S + (Hm ) )

 1

 f (─────────────────────── - 1)100 < эпсилон , (3.6)

 Hm 0

 1

 где

 f - см. [п.3.2.2](#sub_322); m\_1,

 H - соответственно заложение откоса и высота насыпи;

 S - осадка насыпи, определяемая по действующим нормативным

 документам;

 эпсилон - общее относительное удлинение СМ при разрыве (назначается

 0 после испытаний по методике [приложения 1А](#sub_1100) или по

 паспортным данным).

В случае применения жестких СМ с эпсилон < 30% для армирования оснований ([п.3.1.12](#sub_3112)) такую оценку выполняют исходя из условий восприятия ими всего усилия, соответствующего растягивающим напряжениям сигма\_х в нижней части насыпи.

 2

 сигма = гамма Н tg (45° - фи/2), (3.7)

 х

 где

 Н - высота насыпи;

 гамма, фи - удельный вес и угол внутреннего трения грунта насыпи;

 остальные обозначения по [п.3.2.8](#sub_328), т.е. величина сигма\_х не должна

 превышать значения R\_дл (R\_дл - см. п.3.2.8).

3.2.10. При укладке СМ в основание насыпи на лежневой настил ([п.3.1.14](#sub_3114)) должно быть проверено соблюдение условия

 -2

 3 х 10 Е

 дсм

 l = ───────────────, (3.8)

 п Р

 где

 l - размер пустот (щелей), перекрываемых СМ, см;

 п

 P - давление песчаной засыпки на прослойку, МПа.

**3.3. Особенности технологии производства работ**

3.3.1. При устройстве прослоек из СМ в применяемые технологии дополнительно вводятся операции:

подготовка подстилающего прослойку грунта;

транспортировка, распределение по участку рулонов СМ, их укладка и при необходимости соединение;

отсыпка на СМ материала вышележащего слоя, его распределение и уплотнение.

Общая технологическая схема устройства прослоек из СМ приведена на рис.5.

3.3.2. Подготовка подстилающего СМ грунта состоит в профилировании его поверхности и уплотнении. Коэффициент уплотнения грунта должен соответствовать нормативным требованиям, поверхность не должна иметь колей, ям и других неровностей глубиной более 5 см.

**Рис.5. Общая технологическая схема устройства прослоек из СМ**

****

"Рис.5. Общая технологическая схема устройства прослоек из СМ"

**Рис.6. Способы укладки CM (а, б) и отсыпка на поверхность СМ материала, лежащего выше слоя (в):**

****

"Рис.6. Способы укладки CM (а, б) и отсыпка на поверхность СМ материала, лежащего выше слоя (в)"

При устройстве прослойки из СМ в основании насыпи, сложенном слабыми грунтами, подготовка может не выполняться, если отсутствует опасность повреждения СМ. При наличии глубокой колеи или ям их засыпают грунтом, планируют автогрейдером или бульдозером. Кустарник, деревья вырубают и спиливают в одном уровне с поверхностью. В этом случае корчевка пней может не проводиться. Если в момент производства работ на участке имеются поверхностные воды, то отсыпают защитный слой из местного грунта толщиной 20 - 30 см, но не менее чем на глубину подтопления.

3.3.3. Рулоны СМ транспортируют к месту производства работ непосредственно перед укладкой и распределяют по длине участка работ через расстояние, соответствующее длине полотна в рулоне.

3.3.4. Укладку полотен выполняют, как правило, вдоль земляного полотна путем раскатки рулонов вручную звеном из трех дорожных рабочих. После раскатки первых метров краевую часть (по ширине) полотна принимают к грунту двумя-тремя анкерами (стержни диаметром 3 - 5 мм) длиной 15 - 20 см с отогнутым верхним и заостренным нижним концами. При дальнейшей раскатке производят разравнивание полотна с небольшим продольным его натяжением и креплением к грунту анкерами (или другим способом) через 10 - 15 м (через 1,5 - 2,0 м при устройстве прослойки из CM на слабом основании). Крепление выполняют во избежание смещения полотна при действии ветровой нагрузки, укладке вышележащего слоя, а также для сохранения небольшого предварительного натяжения СМ. Полотна укладывают с перекрытием не менее 0,15 м (рис.6, а) и при необходимости дополнительно соединяют. При устройстве прослойки из СМ в основании насыпи, сложенном слабыми грунтами, величину перекрытия назначают в соответствии с [п.3.1.11](#sub_3111), но не менее 0,3 м.

Укладку полотен в поперечном направлении выполняют, если необходимо обеспечить равнопрочность полотна по ширине насыпи (устройство прослойки с целью обеспечения устойчивости слабого основания и откосов насыпи и невозможно обеспечить надежное соединение отдельных полотен. Величина перекрытия полотен в этом случае должна быть не менее 0,2 - 0,3 м; полотна крепят к грунту анкерами, устанавливаемыми на ширине перекрытия через 1,5 - 2,0 м.

В тяжелых грунтовых условиях возможна также укладка СМ по принципу, указанному на [рис.6, б](#sub_660) ([п.3.3.5](#sub_335)).

Производительность работ по укладке полотен может быть определена исходя из следующих данных: скорость раскатывания рулонов при их ширине 1,5 - 2,0 м составляет 1500 - 2000 м2/ч; потери времени на выравнивание и анкеровку полотен составляют в среднем 0,18 - 0,20 ч на одно полотно при его длине 80 - 100 м. В зависимости от условий выполнения работ, ширины полотна СМ в рулоне производительность колеблется от 1000 (грунты повышенной влажности, ширина полотна 1,5 - 2,0 м) до 10000 м2/смену (ширина полота 4,5 м, продольная укладка).

**Рис.7. Схема установки для соединения полотен СМ тепловым способом**

****

"Рис.7. Схема установки для соединения полотен СМ тепловым способом"

3.3.5. Соединение отдельных полотен СМ выполняют одним из технологически возможных способов (тепловое соединение, сшивание, склеивание и т.д.), которые наиболее приемлемы для данного вида синтетического материала и окружающих условий. Для обеспечения прочного соединения краевые зоны полотна в этих случаях перекрываются на 0,1 м. При соединении тепловым способом может быть применена установка[\*\*\*](#sub_904), схема которой приведена на рис.7.

При производстве работ в сложных грунтово-гидрологических условиях (например, наличие грунтов повышенной влажности) для облегчения выполнения работ, улучшения их качества целесообразно соединение полотен частично или полностью выполнять за пределами участка строительства (на производственной базе строительной организации, предприятия-изготовителя). В этом случае выполняют укладку полотен увеличенной ширины. Раскатывают одно полотно поверх другого с соединением по краю одним из названных способов, а также иглопробиванием (в условиях предприятия-изготовигеля), с последующим свертыванием в рулон, транспортировкой и раскладкой полученного блока полотен на месте производства работ (см. [рис.6, б](#sub_660)).

3.3.6. Отсыпку на СМ материала вышележащего слоя необходимо вести с таким расчетом, чтобы СМ находился под действием дневного света не более 5 ч. Перед отсыпкой грунта проверяют качество усложненной прослойки путем визуального осмотра и фиксации сплошности, величины перекрытия, качества стыковки полотен. Также оценивают визуально качество самого СМ. По результатам осмотра составляют акт на скрытые работы, где приводят результаты осмотра, данные о поставщике и характеристики СМ, указанные в паспорте на партию СМ или на этикетках рулонов, а также данные, полученные при приемке СМ (прежде всего массу 1 м2 и толщину). В случае несоответствия фактических данных приведенным в паспорте, на этикетке или общим требованиям ([п.2.2](#sub_22) Указаний) производство работ следует приостановить и провести контрольные испытания образцов СМ ([п.2.3](#sub_23) Указаний).

Отсыпку материала на СМ ведут по способу "от себя" без заезда занятых на строительстве машин на открытое полотно. Толщина отсыпаемого слоя в плотном теле должна быть не менее 15 см, а при устройстве прослойки из СМ на слабом основании - не менее 20 см при разовом пропуске транспорта и не менее величин, указанных в [табл.3.2](#sub_50) при регулярном проезде автомобилей. Разравнивание отсыпаемого непосредственно на СМ материала ведут бульдозером с последовательной срезкой и надвижкой его не менее чем за три прохода ([рис.6, в](#sub_660)).

3.3.7. При устройстве прослойки на слабом основании уплотнение отсыпанного слоя ведут средствами, выбранными с учетом несущей способности основания. Уплотнение начинают легкими катками и выполняют от середины к краям насыпи. Последующие операции выполняют без изменения.

При планировании производства работ следует руководствоваться положениями Технологических карт по устройству дорожных одежд, и земляного полотна с применением рулонных синтетических текстильных материалов (Гипродорнии. М.: ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1981), Технологической карты на возведение земляного полотна с прослойкой в основании насыпи из синтетических нетканых материалов (ВПТИТрансстрой, М.: Минтрансстрой СССР, 1985).

**4. Применение синтетических материалов для обеспечения устойчивости откосов**

**4.1. Конструктивные решения**

4.1.1. Рулонные синтетические материалы применяют как для укрепления откосов земляного полотна (повышение местной устойчивости), так и для усиления грунтового массива (повышение общей устойчивости откосов).

4.1.2. При укреплении откосов СМ служит временным или постоянным элементом, выполняющим в первую очередь функции защиты и играющим роль: покрытия на откосе, замедляющего или предотвращающего его эрозию под действием воды и ветра; арматуры, повышающей устойчивость грунтов поверхностной зоны откоса; фильтра, предотвращающего вынос частиц грунтовыми водами. В первых двух случаях применимы сплошные или мелкосетчатые СМ (сетки), в третьем - сплошные дренирующие СМ обычно нетканого типа, отвечающие требованиям [раздела 2.2](#sub_22) настоящих Указаний. Как правило, СМ используют в комбинации с другими типами укрепления - биологическими, несущими, защитными и изолирующими.

4.1.3. CM применяют в сочетании с биологическими типами конструкций укрепления в виде посева трав различными способами (механизированный посев по предварительно нанесенному на откосы растительному грунту слоем 10 см с содержанием гумуса не менее 2%, гидропосев с мульчированием).

СМ укладывают непосредственно на поверхность откоса под растительный грунт ([рис.8, а](#sub_880)) или с гидропосевом трав на его поверхности, для создания более плотного травяного покрова, выравнивания влажностного режима. СМ укладывают на поверхность растительного грунта с засевом трав или с гидропосевом трав непосредственно на поверхность откоса под СМ и районах с неблагоприятными для развития травяного покрова климатическими условиями или при наличии интенсивного размыва грунта для защиты семян от вымывания, создания более благоприятного температурно-влажностного режима, защиты откоса от эрозии только на период формирования травяного покрова (СМ - временный элемент, рис.8, б). Если в последнем случае СМ должен служить в качестве постоянного элемента, над ним устраивают замыкающий слой из грунтовой засыпки толщиной не менее 5 см. В сочетании с верхним замыкающим слоем из засеянного травами растительною или дренирующего грунта толщиной 10 - 30 см нетканые СМ целесообразно использовать в выемках, сложенных глинистыми грунтами повышенной влажности, при выклинивающихся водоносных грунтах. Цель применения СМ, помимо защиты откосов от размыва поверхностными водами, - предотвращение выноса грунта и образования сплывов. СМ укладывают на поверхность откоса с выводом в траншейный дренаж (рис.8, в).

СМ, применяемый как постоянный элемент, закрепляют на обочине (рис.8, г). Целесообразно одновременно с откосами укреплять и обочины (рис.8, д).

**Рис.8. Укрепление откосов земляного полотна CM в комбинации с биологическими типами укрепления**

****

"Рис.8. Укрепление откосов земляного полотна CM в комбинации с биологическими типами укрепления"

**Рис.9. Укрепление откосов земляного полотна CM в комбинации с решетчатыми конструкциями (а), бетонными плитами (б) и укрепление армированием поверхностной зоны (в)**

****

"Рис.9. Укрепление откосов земляного полотна CM в комбинации с решетчатыми конструкциями (а), бетонными плитами (б) и укрепление армированием поверхностной зоны (в)"

4.1.4. CM применяют в сочетании с несущими решетчатыми сборными конструкциями укрепления с заполнением ячеек решетки щебнем 40 - 70 мм, камнем 50 - 100 мм, а также защитными изолирующими решетчатыми сборными облегченными конструкциями укрепления с заполнением ячеек решетки растительным грунтом с посевом трав, морозостойким неусадочным грунтом, торфо-песчаной, гравийно-песчаной смесями. В этом случае СМ укладывают непосредственно на поверхность отлога под решетку (рис.9, а) в качестве фильтра. Такое решение применяют в сложных грунтовых условиях при водонеустойчивых легкоразмываемых грунтах неподтопляемых откосов, наличии выклинивающихся водоносных горизонтов в мокрых выемках, а также при защите подтопляемых откосов. Края СМ закрепляют на обочине, а при подтопляемых откосах - дополнительно и у их подошвы с заглублением под упор.

4.1.5. СМ применяют в сочетании с несущими бетонными или железобетонными, монолитными или сборными конструкциями укрепления конусов и откосов периодически подтопляемых насыпей. Они заменяют в конструкции укрепления частично или полностью обратные фильтры из других материалов. Перед укладкой СМ на откосе, сложенном связными легкоразмываемыми грунтами, следует создавать защитный слой толщиной 10 см из средне- или крупнозернистого песка. Для облегчения технологии производства работ над СМ рекомендуется устраивать монтажный песчаный слой толщиной 5 см.

СМ в зависимости от его вида, гидрологических условий подтопления, грунтовых условий, вида применяемых бетонных конструкций укрепления укладывают в один, два слоя или в один слой с дополнительным слоем над швами плит.

**Рис.10. Применение CM для повышения общей устойчивости откосов (а, б) и расчетная схема (в): 1 - СМ**

****

"Рис.10. Применение CM для повышения общей устойчивости откосов (а, б) и расчетная схема (в): 1 - СМ"

Нетканые иглопробивные СМ толщиной 3 - 4 мм, как правило, указывают в случае укрепления откоса: сборными плитами, омоноличиваемыми по контуру - в один сплошной слой с дополнительным слоем шириной 0,5 м под швами; монолитным бетонным покрытием - в один сплошной слой; сборными плитами с открытыми швами - в два сплошных слоя. У бровки земляного полотна СМ закрепляют отсыпкой на него грунта, щебня, песчано-гравийной смеси, у подошвы - заглублением под упор ([рис.9, б](#sub_990)).

4.1.6. В зонах, где вероятны разрушения откосов вследствие эрозии и размывов при временном подтоплении, в случаях если уплотнение откосных частей затруднено, если земляное полотно возводится из легкоразмываемых или резко снижающих свою прочность при увлажнении грунтов, целесообразно заглубление прослоек из СМ в откос для армирования его поверхностной зоны (рис.9, в). Следует, как правило, обеспечивать вывод свободных концов прослоек на откос для одновременного создания поверхностной защиты или объединять прослойки в "обоймы". Величина заделки прослоек в грунт в таких случаях должна быть не менее 1,5 м, а расстояние между ними 0,5 - 0,7 м. Армирование откосов дополняют устройством защитного слоя с последующим засевом трав.

4.1.7. CM, уложенные в откос с пересечением предполагаемой поверхности скольжения ([рис.10, а](#sub_1110)), воспринимают часть растягивающих напряжений. Этим создается возможность повысить общую устойчивость откосов; обеспечить их общую устойчивость в сложных условиях строительства, например при возведении насыпи на слабом основании ([п.3.1.12](#sub_3112)); увеличить крутизну откосов, сократив тем самым объем земляных работ, площадь отводимых под строительство земель, обеспечить строительство в стесненных условиях. Количество прослоек назначают расчетом исходя из обеспечения требуемого коэффициента запаса устойчивости, а длина их заделки l\_а в грунт должна превышать минимальную, назначаемую исходя из недопущения проскальзывания СМ относительно грунта ([п.4.2](#sub_42)). При выборе места укладки прослоек СМ по высоте насыпи следует учитывать, что наиболее нагруженной от собственного веса грунта является нижняя часть насыпи. Как правило, для несвязных грунтов верхняя из прослоек должна находиться не выше чем на половине высоты насыпи и для связных - на глубине 1,0 м от поверхности насыпи, нижняя - на расстоянии 0,5 м над самой низкой точкой поверхности скольжения. В этом диапазоне армирующие слои из СМ размещают равномерно.

Для одновременного повышения и местной устойчивости прослойки укладывают с выводом на откос, а при необходимости увеличения жесткости нижней части насыпи их можно объединить в "обойму" ([рис.10, б](#sub_1110)). В этих случаях СМ способны содействовать ускорению отвода воды из тела земляного полотна.

При выводе прослоек на откос устраивают защитный замыкающий слой из растительного грунта или применяют укрепление согласно проекту.

**4.2. Методика расчета общей устойчивости откосов при их армировании прослойками из синтетических материалов**

4.2.1. При проектировании конструкций насыпей с армированными СМ откосами должны быть решены следующие задачи:

проведена оценка устойчивости откоса в виде расчета его коэффициента запаса и на основе этого подобрано необходимое число прослоек (пп.4.2.2 - 4.2.5);

проведен расчет длины заделки прослойки ([п.4.2.6](#sub_426));

назначено распределение прослоек по высоте насыпи ([п.4.1.7](#sub_417)).

4.2.2. Расчет коэффициента запаса устойчивости армированного СМ откоса выполняют по формуле

 сумма (сигма L B) + n сигма дельта B

 pi i д

 К = ─────────────────────────────────────────────────────────, (4.1)

 зап 2 2

 0,5 сумма P (cos бета - кв.корень (cos бета + 4sin бета )

 i i i i

 где

 сигма - предельное значение растягивающих напряжений для

 pi грунта (п.4.2.3);

 n, дельта - количество прослоек СМ, их толщина;

 P = гамма F B - вес каждого из блоков, на которые разбивается

 i i i откос над поверхностью скольжения (положение

 линии скольжения определяется любым известным

 методом, например с использованием графика Ямбу

 - [рис.11](#sub_1111));

 F , B, гамма , L - соответственно площадь, толщина, удельный вес

 i i i блоков и длина поверхности скольжения в их

 пределах (как правило, В = 1);

 сигма - расчетное значение допустимого растягивающего

 д напряжения для СМ ([п.4.2.4](#sub_424));

 бета - угол наклона поверхности скольжения к горизонту

 i в пределах блока.

Схема к расчету приведена на [рис.10, в](#sub_1110).

4.2.3. Для точного определения предельного значения растягивающих напряжений для грунта сигма\_pi по стандартной методике ГОСТ 12248-78 проводят испытания грунта на сдвиг при значении нормального давления сигма\_n соответствующего нормальному давлению на поверхности скольжения в данном блоке i, после чего сигма\_pi, рассчитывают по формуле

 2

 сигма = 0,5 (сигма - кв.корень (сигма + 4 тау ), (4.2)

 pi n ni пр

 i i

 где

 тау - предельное значение касательного напряжения при данном

 прi сигма\_ni.

При известных фактических прочностных характеристиках фи и С значение сигма\_pi для данного грунта может быть рассчитано по формуле

 2 2

 сигма = 0,5 [сигма - кв.корень (сигма + 4(сигма tg фи + С) )]. (4.3)

 p n n n

 i

 где

 сигма = 0,1 МПа.

 n

Для примерной оценки сигма\_p\_i с использованием табличных значений фи и С его величина может быть найдена из следующего выражения:

 сигма = К С. (4.4)

 p 1

 i

 где

 К - коэффициент, принимаемый в зависимости от значения фи:

 1

 фи, град .........<= 3 5 7 9 11

 К\_1............... 0,40 0,48 0,55 0,63 0,70

 фи, град .......... 13 15 17 21 >= 25

 К\_1 .............. 0,77 0,85 0,90 0,96 1,0

**Рис.11. График определения положения линии скольжения**

****

"Рис.11. График определения положения линии скольжения"

4.2.4. Величину расчетного значения допустимого растягивающего напряжения для прослойки сигма\_д назначают по результатам специальных испытаний ([приложение 1В](#sub_1300)). Для проведения предварительных расчетов величину сигма\_д допускается принимать в долях от прочности СМ при растяжении R\_р (R\_p назначается по паспортным данным или после испытаний по методике [приложения 1А](#sub_1100)):

для тканых материалов, жестких сеток из полиамидного, полиэфирного сырья сигма\_д = 0,6R\_р/дельта, из полипропиленового сырья сигма\_д = 0,3 R\_р/дельта;

для нетканых иглопробивных СМ из полиамидного, полиэфирного сырья сигма\_д = 0,25 R\_р/дельта, полипропиленового сигма\_д = 0,1 R\_р/дельта.

В любом случае величина сигма\_д не должна превышать значения КR\_р/дельта (К - см. [п.2.2.4](#sub_224)).

4.2.5. Подбор числа прослоек арматуры выполняют по формуле

 2 2

 0,53К сумма Р(cos бета - кв.корень(cos бета + 4sin бета )) -

 зап тр i i i i

 n = ────────────────────────────────────────────────────────────────

 сигма дельта В

 д

 - сумма сигма L B

 pi i

 ────────────────────, (4.5)

 где

 К - требуемый коэффициент запаса устойчивости откоса.

 зап.тр

4.2.6. Длину заделки прослойки в грунт l\_з определяют по формуле

 0,5 R

 p

 l = ─────────────────────────────, (4.6)

 з сумма (гамма i h tg фи' + С')

 i

 где

 R - предел прочности СМ на растяжение, определяемый по

 р паспортным данным или методике [приложения 1А](#sub_1100);

 гамма , h ; - удельный вес и толщина слоев грунта, расположенных над

 i i верхней из прослоек;

 фи' и С' - прочностные характеристики по контакту

 "арматура-грунт", определяемые по результатам

 испытаний ([приложение 1Д](#sub_1500)).

Таблица 4.1

┌──────────────────┬────────────────────────────────────────────────────┐

│Вид армирующего СМ│ Значения прочностных характеристик для │

│ ├───────────────────────────┬────────────────────────┤

│ │ связного грунта │ несвязного грунта │

├──────────────────┼───────────────────────────┼────────────────────────┤

│Тканый, нетканый,│tg фи' = tg фи, │tg фи' = 0,9 tg фи │

│сетка │С' = 0,1С │ │

│ │ │ │

│Пленки и другие СМ│Только по результатам│tg' = 0,45 tg фи │

│с гладкой│испытаний │ │

│поверхностью │ │ │

└──────────────────┴───────────────────────────┴────────────────────────┘

Для примерной оценки их значения даны в табл.4.1 в зависимости от фи и С грунта.

Значения длины заделки материала l\_з (см. [рис.10, а, б](#sub_1110)) должны быть не менее 2 м.

**4.3. Особенности технологии производства работ**

4.3.1. Основные технологические процессы по устройству различных конструкций укрепления с применением СМ назначаются в соответствии с действующими нормативно-техническими документами. Дополнительно выполняются лишь операции по укладке полотен СМ.

4.3.2. Операции по укладке СМ включают:

подготовку (при необходимости) траншеи вдоль бровки земляного полотна для закрепления прослойки в верхней его части (см. [рис.8, г](#sub_880));

транспортировку рулонов к месту строительства, их разгрузку и распределение вдоль откоса, подготовку рулонов к укладке;

укладку СМ;

закрепление полотен в верхней и (при необходимости) нижней частях откоса.

4.3.3. Подготовку траншеи выполняют, если не предусмотрен иной вариант закрепления прослойки СМ в верхней части откоса, например, путем укладки ее под конструкцию укрепления обочин. Траншею треугольного сечения с заложением откосов 1:2 глубиной 0,4 м или трапецеидального сечения с заложением откосов 1:1 глубиной 0,3 м и шириной пи низу 0,2 м устраивают на расстоянии 0,2 - 0,6 м от бровки земляного полотна.

4.3.4. Рулоны транспортируют и распределяют вдоль бровки через определенное расстояние, зависящее от длины материала в рулоне, длины образующей откоса, направления раскатки рулонов.

4.3.5. Укладку полотен СМ выполняют путем продольной или поперечной раскатки рулонов по поверхности откоса. Характер раскатки определяется конкретными условиями строительства. Продольная раскатка рулонов технологически предпочтительна для относительно пологих откосов с заложением 1:2 и выше. Поперечная раскатка рулонов обеспечивает лучшие условия для закрепления создаваемой прослойки в верхней и нижней частях насыпи и большую сопротивляемость ее возникающим сдвигающим усилиям. Такая раскатка предпочтительна для укрепления откосов насыпей значительной высоты и обязательна для повышения их общей устойчивости.

Продольную раскатку рулонов выполняют вручную полосами, начиная с нижней части насыпи с взаимным перекрытием не менее 0,2 м. В процессе раскатки полотна периодически через 10 - 15 м разравнивают и прижимают к поверхности откоса анкерами или скобами. Анкеры и скобы устанавливают в 2 - 3 точках по ширине рулона через 5 - 6 м по его длине.

Поперечную раскатку выполняют от бровки насыпи. Для этого предварительно край полотна закрепляют анкерами или скобами на поверхности насыпи, после чего рулон постепенно опускают к подошве насыпи, обрезают, полотна разравнивают с легким натяжением за нижний конец и закрепляют через 4 - 5 м анкерами или скобами. Рулон поднимают на поверхность откоса и повторяют операцию. Соседние полотна должны иметь перекрытие не менее 0,1 - 0,15 м. Перемещение рулона и нижнее положение с одновременной раскаткой и обратно можно выполнять вручную с помощью установки в центр рулона тонкой трубки или стержня и веревки.

4.3.6. Если предусмотрено дополнительное закрепление СМ у подошвы, например под упором (см. [рис.9, а, б](#sub_990)), и в верхней части, например в траншее ([п.4.3.3](#sub_433)), дополнительно по местам перелома траншеи выполняют прижатие полотен к грунту анкерами.

Траншею в верхней части насыпи после укладки СМ заполняют песчано-гравийной смесью, щебнем, местным грунтом и уплотняют.

При устройстве конструкций укрепления откосов по [п.4.1.6](#sub_416), предусматривающих заглубление СМ в тело земляного полотна, укладку полотен СМ выполняют в процессе послойного возведения земляного полотна. При этом рулоны раскатывают в продольном направлении, если ширина полотен достаточна с точки зрения их заделки в грунт или есть возможность обеспечить равнопрочность швов при соединении отдельных полотен. В остальных случаях рулона# СМ раскатывают в поперечном к оси насыпи направлении.

Раскатку рулонов выполняют от предварительно обозначенной линии разметки с периодическим разравниванием, натяжением и креплением полотен к поверхности грунта анкерами в двух-трех местах по ширине рулона и через 10 - 12 м по длине. Величина взаимного перекрытия соседних полотен - не менее 0,2 м при выводе СМ на поверхность откоса; в других случаях полотна укладывают вплотную без перекрытия.

Если предусмотрен вывод СМ на поверхность откоса, свободные его края крепятся к поверхности откоса ниже уровня укладки СМ анкерами или скобами.

**5. Применение синтетических материалов для дренирования грунтов**

**5.1. Конструктивные решения**

5.1.1 Дренирование грунтов является эффективным средством повышения прочности земляного полотна. Оно осуществляется с помощью дренирующих слоев, устраиваемых в нижней части земляного полотна для ускорения консолидации слагающих ее переувлажненных грунтов (рис.12, а, б), непосредственно под дорожной одеждой (рис.12, в), траншейным дренажем мелкого и глубокого заложения и т.д. (рис.12, в, г, д, е).

Применение при их устройстве СМ позволяет сократить объем дренирующего материала и продлить срок эффективной работы дренажа за счет уменьшения (исключения) его заиливания, исключения перемешивания дренирующего материала с грунтом, ускорения отвода воды.

**Рис.12. Применение СМ для дренирования грунтов:**

****

"Рис.12. Применение СМ для дренирования грунтов"

5.1.2. Прослойки из СМ в сочетании с песчаными дренирующими слоями в нижней части земляного полотна, рассчитываемыми согласно Методическим рекомендациям по сооружению земляного полотна автомобильных дорог из грунтов повышенной влажности (М.: Союздорнии, 1980), устраивают для защиты от перемешивания грунта и материала дренирующего слоя на период строительства (см. рис.12, а). Для этого используют СМ, как правило, нетканого типа толщиной не менее 1,5 мм, отвечающие требованиям [табл.2.2.](#sub_50) Толщина дренирующих слоев при применении таких СМ может быть уменьшена на 20%.

Расстояние между дренирующими слоями составляет не более 2 м для суглинков и 1,5 м для тяжелых суглинков и глин. Верхний слой должен размещаться на расстоянии не менее H' от поверхности земляного полотна в условиях, указанных в табл.5.1.

5.1.3. Нетканые иглопробивные СМ толщиной не менее 3,5 мм при соблюдении требований по водонепроницаемости могут в таких случаях выполнять функции самостоятельных дренирующих элементов, заменяющих песчаные слои в нижней части земляного полотна. Прослойки из СМ устраивают на всю ширину насыпи с поперечном уклоном 40%о и выводом краев полотен на откос. Для снижения степени их заиления над и под прослойкой из СМ следует создавать песчаный защитный слой минимальной толщины (см. [рис.12, б](#sub_1112)).

**Таблица 5.1**

┌──────────────────────┬────────────────────────────────────────────────┐

│ Вид грунта │Минимальное расстояние от поверхности земляного │

│ │полотна до верхнего дренирующего слоя Н', м, при│

│ │ значении К\_w │

│ ├─────────┬─────────┬────────┬─────────┬─────────┤

│ │ 1,1 │ 1,2 │ 1,3 │ 1,4 │ 1,5 │

├──────────────────────┼─────────┼─────────┼────────┼─────────┼─────────┤

│Легкий суглинок │ 3,0 │ 2,5 │ 2,25 │ 2,0 │ 1,5 │

│ │ │ │ │ │ │

│Тяжелый суглинок и│ 5,5 │ 5,0 │ 4,35 │ 3,5 │ 2,5 │

│глина, суглинок│ │ │ │ │ │

│пылеватый │ │ │ │ │ │

└──────────────────────┴─────────┴─────────┴────────┴─────────┴─────────┘

**Примечание.** К\_w - коэффициент переувлажнения грунтов земляного полотна (отношение фактической влажности к оптимальной).

5.1.4. Если отдельные полотна СМ укладывают поперек земляного полотна или при продольной укладке предусмотрено соединение полотен сшиванием, возможно одновременно решить задачу повышения общей устойчивости откосов (см. [п.4.2](#sub_42)).

5.1.5. Прослойки из СМ в сочетании с песчаным дренирующим слоем дорожной одежды (см. [рис.12, в](#sub_1112)) устраивают из нетканых упрочненных иглопробиванием СМ, отвечающих требованиям [табл.2.2](#sub_50) и имеющих толщину не менее 3,5 мм и вес не менее 300 г/м2. Рекомендуемое начальное значение коэффициента фильтрации СМ в плоскости полотна при обжатии нагрузкой 0,01 МПа составляет 140 м/сут, но не менее 100 м/сут. Если предусмотрен сброс воды по прослойке из СМ непосредственно в продольный трубчатый дренаж, отношение коэффициента фильтрации СМ в нормальном плоскости полотна направлении к коэффициенту фильтрации грунта должно быть больше 2 при дренировании песчаных грунтов, больше или равно 10 при дренировании глинистых грунтов. Расчет дренирующих слоев с прослойками СМ выполняют согласно [п.5.2.](#sub_52)

5.1.6. Прослойки из СМ по п.5.1.5 укладывают непосредственно на земляное полотно под песчаный дренирующий слой по всей ширине последнего (см. рис.12,б), из края должны быть выведены на откосную часть не менее чем на 0,5 м. В этом случае обеспечивается эффективное функционирование дренирующего слоя, создаваемого в том числе из песков средней крупности и мелких с низким коэффициентом фильтрации (1 - 3 м/сут).

5.1.7. Если грунты земляного полотна содержат более 50% частиц размером 0,005 - 0,05 мм и менее 25% частиц крупнее 0,1 мм по массе, на контакте "CM - земляное полотно" следует предусматривать устройство технологического песчаного слоя минимальной толщины.

5.1.8. При устройстве траншейных дренажей, дренажей с трубчатыми дренами СМ используют в качестве дренирующего и защитного элемента (фильтра), обеспечивающего долговременное функционирование дренажа взамен устройства трудоемких фильтровых обсыпок. В этом случае СМ должны отвечать требованиям табл.2.2, а возможность их применения должна быть проверена по методике, изложенной в п.5.2.

**5.2. Методика расчета**

5.2.1. Расчет песчаного дренирующего слоя дорожной одежды в сочетании с прослойкой из СМ и проверка возможности применения СМ в качестве фильтра изложены соответственно в пп.5.2.2, [5.2.4](#sub_524) и [5.2.5.](#sub_525) После назначения толщины дренирующего слоя по п.5.2.2 проводят перерасчет дорожной конструкции с введением поправки на расчетную влажность грунтов земляного полотна согласно [табл.8](#sub_2080) приложения 2.

5.2.2. Назначение толщины песчаного дренирующего слоя с прослойкой из СМ выполняют исходя из условия временного размещения в нем воды (ВСН 46-83) и своевременного ее отвода. Расчет песчаного дренирующего слоя с прослойкой из CM из условия своевременного отвода воды выполняют в следующем порядке ([приложение 3Б](#sub_3200)):

определяют расчетное значение коэффициента фильтрации СМ в плоскости полотна К\_ф(р) ([п.5.2.3](#sub_523));

определяют расчетное значение притока воды в дренирующий слой q\_p по формуле

 q K

 п

 q = ────────, (5.1)

 р 1000

 где

 q - среднесуточный приток воды в основание дорожной одежды;

 К - коэффициент "пик", назначаемые по табл.18, 19 ВСН 46-83;

 п

определяют по номограмме ([рис.13, а, б](#sub_1113)) расчетную глубину фильтрационного потока h\_р в зависимости от длины пути фильтрации l\_ф, коэффициентов фильтрации СМ К\_ф(р) и песка К\_ф(п), поперечного уклона земляного полотна i и притока воды;

определяют по номограмме ([рис.14, а](#sub_1114)) степень увлажнения С в зависимости oт i и отношения h\_p/l\_ф;

определяют толщину слоя, полностью насыщенного водой h\_нас, по номограмме ([рис.14, б](#sub_1114)) и вычисляют толщину дренирующего слоя h\_д:

 h = h + h , (5.2)

 д нас зап

 где

 hзап - дополнительная толщина слоя, принимаемая равной для мелких

 песков 0,18 - 0,20 м, песков средней крупности 0,14 - 0,15 м,

 крупных 0,10-0,12 м.

5.2.3. Определение расчетного значения коэффициента фильтрации СМ в плоскости полотна с учетом его снижения в период эксплуатации к\_ф(р), выполняют в следующем порядке:

определяют по номограмме ([рис.15](#sub_1115)) величину вертикальных нормальных напряжений сигма\_n от колесной нагрузки на уровне земляного полотна;

принимают в зависимости от сигма\_n и i по [табл.4](#sub_2040) приложения 2 значение коэффициента фильтрации на начало периода стабилизации заявления К\_ф(с);

принимают значение времени работы дренажа в расчетный период t\_г в зависимости от группы грунта земляного полотна, дорожно-климатической зоны и типа местности ([табл.7](#sub_2070) приложения 2);

вычисляют общее число приложений колесной нагрузки N\_общ за требуемый период эксплуатации дороги Т, годы

 N = N t T, (5.3)

 общ пр г

 где

 N - расчетная приведенная интенсивность движения

 пр (п.3.20 ВСН 46-83);

определяют по [табл.5](#sub_2050) приложения 2 число нагружений на момент стабилизации заявления N\_c в зависимости от веса CM ро W/W\_т и содержания в грунте земляного полотна частиц n\_а размером менее 0,05 мм;

вычисляют значение К\_ф(р)

 р с -b(N - N )

 К = К е общ с , (5.4)

 ф ф

 где

 b - коэффициент, учитывающий интенсивность протекания процесса

 запыления в период его стабилизации ([рис.16](#sub_1116)).

Значение е((-b)(N общ - N\_с)) может быть найдено также по [табл.6](#sub_2060) приложения 2.

5.2.4. Рассчитанное значение К\_ф(р) на конец эксплуатации должно быть не менее 20 м/сут. Если данное условие не соблюдается, следует применить СМ с большей массой, уложить дополнительный слой CM или устроить под СМ технологический песчаный слой минимальной толщины.

**Рис.13. Номограмма к расчету по п.5.2 (определение h\_p)**

****

"Рис.13. Номограмма к расчету по п.5.2 (определение h\_p)"

**Рис.14. Номограмма к расчету дренирующего слоя по п.5.2 (определение h\_нас и С)**

****

"Рис.14. Номограмма к расчету дренирующего слоя по п.5.2 (определение h\_нас и С)"

**Рис.15. Номограмма к определению вертикальных нормальных напряжений сигма\_n на уровне земляного полотна**

****

"Рис.15. Номограмма к определению вертикальных нормальных напряжений сигма\_n на уровне земляного полотна"

5.2.5. Возможность применения СМ в качестве фильтров проверяют по критериям:

 D см D см D см

 15 15 50

 ────── <= 1; ────── <= 5; ────── <= 5; (5.5)

 г г г

 d d d

 85 15 50

 где

 D СМ, D СМ - размер пор CM, меньше которого количество

 15 50 пор соответствует 15 и 50%:

 15 50 85

 d (г), d (г), d (г) - диаметр частиц грунта, меньше которого

 содержание частиц по весу соответствует 15,

 50, 85%.

**Рис.16. Графики к расчету на п.5.2 (определение коэффициента b)**

****

"Рис.16. Графики к расчету на п.5.2 (определение коэффициента b)"

**Рис.17. График к подбору обратного фильтра (п.5.2)**

****

"Рис.17. График к подбору обратного фильтра (п.5.2)"

Следует считать возможным применение СМ как фильтра, если кривая распределения зерного состава грунта пересекает горизонталь, соответствующую 15% содержания частиц, правее точки а (рис.17).

**5.3. Особенности технологии производства работ**

5.3.1. Устройство из СМ защитных прослоек и прослоек для улучшения условий дренирования (см. [рис.12, а, б, в](#sub_1112)) выполняют в соответствии с [пп.3.3.1 - 3.3.6.](#sub_331) Укладку полотен ведут, начиная от бровки земляного полотна к центру с перекрытием их краев на 0,2 м и учетом запаса для выпуска на откосную часть. Соединение полотен выполняют анкерами или скобами в месте их перекрытия через 6 - 8 м по длине полотна. Если отвод воды предусмотрен по прослойке СМ непосредственно в дрену (см. рис.12, в) или подкюветный дренаж, СМ укладывают с выпуском, достаточным для охвата дрены или контура траншеи.

**Рис.18. Порядок выполнения работ при устройстве траншейного дренаж:**

****

"Рис.18. Порядок выполнения работ при устройстве траншейного дренаж"

5.3.2. При устройстве конструкции по [рис.12, г, е](#sub_1112) полотна укладывают вдоль траншеи, один край закрепляют на поверхности грунта анкерами, устанавливаемыми через 3 - 4 м вдоль траншеи. После этого СМ опускают в траншею, разравнивают и закрепляют второй его конец. Такое решение применяют, если ширина полотна (с учетом перекрытия концевых частей на 0,3 м) не менее периметра дренажной засыпки. В противном случае полотна СМ нарезают отдельными кусками длиной, равной периметру дренажной засыпки, и укладывают поперек траншеи с взаимным перекрытием кусков 0,2 м.

5.3.3. Дренирующий материал засыпают по оси траншеи после разравнивания, закрепления СМ и укладки дрены (если она предусмотрена проектом). Засыпку разравнивают и послойно уплотняют, обеспечивая целостность СМ и уложенной дрены. Края полотен освобождают от анкеров, заворачивают на поверхность уложенного дренирующего материала и создают слой водонепроницаемого экрана. Схематически порядок выполнения работ приведен на рис.18,а.

5.3.4. При устройстве конструкций по рис.12,д на дно траншеи укладывают предварительно подготовленную полосу СМ требуемой ширины, укладывают на нее дрену и покрывают дрену второй полосой СМ. Полосы двух сторон от дрены прижимают к дну траншеи анкерами, устанавливаемыми через 4 - 5 м вдоль траншеи. Схематически порядок выполнения работ приведен на рис.18,б. В сложных грунтовых условиях применяют комбинированное решение, когда конструкцию по типу рис.18,б помещают в траншею, закрытую СМ по типу рис.18,а.

**6. Техника безопасности при применении синтетических материалов**

6.1. К работе с применением рулонных синтетических материалов допускаются лица, прошедшие обучение и инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-79 и знающие безопасные методы и приемы труда.

*Взамен ГОСТ 12.0.004-79 постановлением Госстандарта СССР от 5 ноября 1990 г. N 2797 утвержден с 1 июля 1991 г. ГОСТ 12.0.004-90*

6.2. Работающие с вредными веществами должны быть проинструктированы об их свойствах и о мерах по оказанию первой помощи при поражении ими. Лица, допускаемые к эксплуатации дорожно-строительных машин, должны иметь удостоверения на право работы на них.

6.3. Лица, допускаемые к эксплуатации установок для соединения полотен СМ с использованием газового топлива, должны пройти обучение и получить удостоверение в соответствии с Правилами безопасности в газовом хозяйстве, утвержденными Госгортехнадзором СССР 26.06.79. В соответствии с теми же Правилами (п.1.13) в дорожных организациях, где используются указанные выше установки, должны назначаться лица, ответственные за безопасную эксплуатацию газового хозяйства, из числа руководящих инженерно-технических работников.

6.4. Весь персонал во время работы должен пользоваться средствами индивидуальной защиты (СИЗ), предусмотренными действующими нормами (Образцы моделей средств индивидуальной защиты для работников дорожного хозяйства, Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1984).

6.5. В случае производства работ на проезжей части без прекращения движения на ней транспорта место работы должно ограждаться в соответствии с Инструкцией по организации движения и ограждению места производства дорожных работ ВСН 37-84. Организация работ в этих случаях должна исключать передвижение работающих по открытой для движения транспорта части дороги. Место работ должно быть освещено в соответствии с действующими нормами.

6.6. При производстве работ по подготовке основания под укладку СМ, а также по отсыпке верхнего покрывающего СМ слоя, его профилировании и уплотнении необходимо выполнять требования соответствующих правил и инструкций по охране труда, в частности, СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве", утвержденный Госстроем СССР 9.06.80; Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог, утвержденные Минавтодором РСФСР 25.02.77; Типовая инструкция по технике безопасности для машиниста самоходного катка, утвержденная Минавтодором РСФСР 28.11.74; Типовая инструкция по охране труда для машиниста автогрейдера, утвержденная Минавтодором РСФСР 8.02.78; Типовая инструкция по охране труда для машиниста бульдозера, утвержденная Минавтодором РСФСР 8.02.78; Типовая инструкция но охране труда при ремонте и содержании автомобильных дорог, утвержденная Минавтодором РСФСР 18.01.78.

*См. Типовую инструкцию по охране труда для машинистов автогрейдеров ТИ РО-015-2003, утвержденную постановлением Госстроя РФ от 8 января 2003 г. N 2*

*См. Типовую инструкцию N 6 по охране труда для машиниста бульдозера, утвержденную Федеральным дорожным департаментом Минтранса РФ 11 марта 1993 г.*

*См. Типовую инструкция N 12 по охране труда для дорожных рабочих при строительстве и ремонте автомобильных дорог, утвержденную Федеральным дорожным департаментом Минтранса РФ 11 марта 1993 г.*

6.7. На месте производства работ должны находиться средства пожаротушения и средства первой доврачебной помощи. Весь персонал должен знать, где они находятся, и уметь ими пользоваться.

6.8. Работы по погрузке и выгрузке рулонов СМ должны быть механизированы. Работы по укладке СМ должны вестись не ближе чем за 20 м от места засыпки уложенных полотен. При работах по устройству траншейного дренажа с использованием СМ вход в траншею работающим запрещается.

6.9. При работе с установкой для теплового соединения (сварки) полотен СМ необходимо перед началом работы проверить исправность всех ее узлов. Особое внимание следует обратить на исправность манометра, наличие на нем пломбы, даты последней проверки и отметки у цифры предельно допустимого давления, а также на плотность соединений редуктора и газопровода.

Проверка плотности соединений газопровода и редуктора, а также определение мест утечек газа должны производиться с помощью мыльной эмульсии или специальными приборами. Применять огонь для обнаружения утечек газа запрещается.

Перед зажиганием горелки установки следует проверить наличие необходимого давления газа в газопроводе. Отключающее устройство на газопроводе перед горелкой разрешается открывать только после поднесения к ней запальника. При зажигании горелки и ее регулировании подача газа должна производиться постепенно. При работе необходимо следить за тем, чтобы горелка работала без отрыва пламени или проскока его внутрь горелки.

Во время работы с установкой необходимо постоянно следить за показаниями манометров и работой горелки. В случае если показание давления на одном из манометров превысит допустимое или возникнут неполадки и горелке или других узлах установки, необходимо немедленно закрыть вентиль на газовом баллоне. Работу на установке разрешается возобновить только после устранения неполадок по разрешению руководителя работ.

Оставлять без присмотра установку с горящей горелкой или незакрытым вентиль на газовом баллоне запрещается. После окончания работ установку необходимо помещать в специально отведенное место, исключающее доступ посторонних лиц. При работе установки газовый баллон должен предохраняться от нагревания солнечными лучами или другими источниками тепла с тем, чтобы максимальный нагрев баллона не превышал 45°С.

6.10. При эксплуатации, хранении и транспортировании газовых баллонов необходимо соблюдать Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, и Правила безопасности в газовом хозяйства.

6.11. При использовании для соединения (сварки) полотен СМ паяльной лампы необходимо соблюдать следующие требования: разрешается пользоваться только той лампой, на которую имеется паспорт с указанием результатов заводского гидравлического испытания и запускаемого рабочего давления; затоплять паяльные лампы горючим, разжигать, а также разбирать и ремонтировать их разрешается только в специально отведенных местах, где не запрещено пользоваться огнем; пробку лампы нужно завертывать плотно, до отказа.

Запрещается применять лампу без предохранительного клапана или имеющую утечку топлива; применять в лампе горючую жидкость, не предназначенную для данной лампы, а также этилированный бензин; заполнять лампу более чем на 3/4 объема ее резервуара; заправлять лампу, а также отвертывать воздушный винт или пробку, если она горит или не остыла; повышать давление в резервуаре лампы сверх допускаемого.

**7. Технико-экономическая эффективность применения синтетических материалов**

7.1. Технико-экономическая эффективность применения СМ определяется областью и конкретными условиями применения. Экономический эффект оценивают путем сопоставления приведенных затрат по базовому и внедряемому вариантам.

7.2. За базовый вариант принимают конструкцию дорожной одежды или насыпи, назначаемую в соответствии с действующими нормами, за внедряемый - конструкцию дорожной одежды или насыпи с прослойкой из СМ и соответствующими ее изменениями, назначенными согласно положениям настоящих Указаний (снижение толщины отдельных слоев дорожной одежды, высоты насыпи, изменение крутизны откосов и т.д.).

7.3. Снижение приведенных затрат в результате применения СМ достигается за счет:

экономии дорожно-строительных материалов, снижения объема земляных работ и общей материалоемкости дорожной конструкции в связи с уменьшением толщин отдельных слоев дорожной одежды, высоты насыпи, изменением крутизны откосов и т.д.;

снижения затрат по эксплуатации машин и основной заработной платы в связи с уменьшением затрат на транспортировку дорожно-строительных материалов, их укладку, уплотнение и т.д.;

снижения затрат на ремонт (например, увеличения срока службы между средними ремонтами) и содержание дорожной конструкции в связи с большей эксплуатационной ее надежностью;

снижения удельных капитальных вложении в производственные фонды связанные с уменьшением общей стоимости занятых на строительстве машин (прежде всего транспортных средств).

7.4. Расчет экономического эффекта проводят в соответствии с Отраслевыми методическими указаниями по определению экономической эффективности использования в дорожном строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений (Гипродорнии. М., 1978).

7.5. Приведенные затраты З по вариантам рассчитывают по формуле

 З = С + Е х К, (7.1)

 п

 где

 К - удельные капитальные вложения (единовременные затраты) в

 производственные фонды,

 Е - нормативный коэффициент (0,15);

 н

 С - себестоимость принятой единицы измерения, определяемая по

 формуле

 С = П + Н = (П + П + П + П ) + Н, (7.2)

 м з э р

 где

 П - прямые затраты, включающие стоимость материалов П\_м, основную

 заработную плату П\_э, расходы по эксплуатации машин П\_э, а также

 затраты на ремонт и содержание в процессе эксплуатации П\_р:

 n П t П

 р ср 0 т

 П = сумма ──────────── + сумма ──────────, (7.3)

 р 1 t 1 t

 ср (1+Е )

 (1+Е ) нп

 нп

 где

 П - затраты на средний ремонт при общем количестве ремонтов n\_р за

 ср период суммирования затрат t\_р (срок службы до капитального

 ремонта) и период между средними ремонтами t\_ср;

 П - затраты на текущий ремонт и содержание, соответствующие году их

 т осуществления t;

 Н - накладные расходы, включая 8,6% от П, 15% от П\_э, а также зависящие от трудоемкости (1,9 руб./чел.-день).

7.6. При использовании прослойки СМ для усиления верхней части дорожной конструкции без изменения толщин слоев дорожной одежды период суммирования для внедряемого варианта рассчитывают по формуле

 в t -1

 N (q-1) q 1б

 1 пр

 t = ────── lg [───────────────── = 1], (7.4)

 рв lg q б

 j N q

 пр

 где

 Nпр(б), N\_пр(в) - приведенные интенсивности движения для базового и

 внедряемого вариантов;

N\_пр(б) определяют исходя из фактических данных по интенсивности движения; N\_пр(в) находят но графику зависимости Е\_тр = f (N) (ВСН 46-83) для найденного повышенного за счет введения прослойки СМ модуля упругости на поверхности конструкции;

 j - коэффициент, зависящий от типа покрытия (для

 усовершенствованного капитального - 0,12, облегченного -

 0,148, переходного - 0,171);

 q - показатель роста интенсивности движения(1,1);

 t - период суммирования для базового варианта.

 рб

7.7. Годовой экономический эффект от применения СМ

 Э = (З - З ) А, (7.5)

 б в

 где

 З , З - приведенные затраты по внедряемому и базовому вариантам;

 в б

 А - годовой объем работ.

7.8. Форму и порядок расчета экономического эффекта назначают в зависимости от области применения СМ с учетом также формы и порядка примера расчета, приведенного в [приложении 4.](#sub_4000)

──────────────────────────────

\* А.с. N 585249 (СССР).

\*\* Методические рекомендации по применению нетканых синтетических материалов при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах. Союздорнии, М., 1981.

\*\*\* А. с. N 927524 (СССР).

**Приложение 1**

**Методы испытаний рулонных синтетических материалов**

А. Определение механических характеристик СМ в условиях одноосного растяжения (упрощенная методика). Механические характеристики СМ определяют растяжением образца СМ прямоугольной формы размером 5Х20 см (рис.1). Испытуемый образец закрепляют в двух зажимах, один из которых установлен неподвижно, а через второй ступенями прикладывают нагрузку. Расстояние между зажимами (длина деформируемой части образца) 10 см. По боковым граням подвижного зажима установлены направляющие, служащие для предотвращения его перекоса в процессе испытаний. Направляющая снабжена шкалой, по которой замеряют перемещения зажима после каждой ступени нагружения и разгрузки (общая и остаточная деформации). При небольших перемещениях (3 - 5 мм при нагрузках 25 - 30 Н/см) необходимо применять более точную аппаратуру, например прогибомеры типа ПМ-130 с ценой деления не менее 0,1 мм.

Общее число ступеней нагружения принимается равным 8 - 10, причем 4 - 5 из них должны приходиться на диапазон нагрузок до 25 - 30 Н/см, а первую из них назначают равной 3 Н/см. Время выдержки на каждой ступени 15 с.

Для оценки надежности закрепления вдоль кромок подвижного и неподвижного зажимов на СМ любым красителем наносят полосы. При правильном закреплении полосы не должны отходить от зажима, а разрыв образца происходит в средней его части.

**Рис.1. Схема испытаний СМ по методу одноосного растяжения (упрощенный вариант):**

****

"Рис.1. Схема испытаний СМ по методу одноосного растяжения (упрощенный вариант)"

Испытывают не менее 6 образцов: 3 в продольном и 3 в поперечном направлениях по отношению к направлению раскатки рулона.

Механические характеристики CM ([п.2.2.5](#sub_225)) определяют из следующих выражений:

 10l (Дельта l - Дельта l

 R' 0 н

 R = ─────: эпсилон = ───────────────────────────; (1)

 р b 0 l

 0

 Е = 100 R /эпсилон'; Е = 100 R /эпсилон' , (2)

 дсм 1 см 1 у

 где

 R', Дельта l - общая нагрузка, Н, и перемещение зажима, см,

 при разрыве образца;

 эпсилон' и эпсилон' - общая и упругая относительные деформации при

 у нагрузке R\_1 = 25 - 30 Н/см (вычисляют

 аналогично эпсилон\_0);

 Дельта l - перемещение зажима на первой ступени

 н нагружения, см;

 l и b - соответственно длина и ширина образца, см.

 0

Б. Определение механических характеристик СМ в условиях сложного напряженного состоянии методом сферического растяжения. Испытания СМ по методу сферического растяжения заключаются в нагружении жидкостью (маслом) защемленного по контуру круглого образца СМ диаметром 12 см (рис.2, а) через резиновую предварительно оттарированную мембрану. Для оценки механических свойств CM, как правило, достаточно 5 образцов. Испытания проводятся путем приложения к образцу ступенчатой нагрузки (5 - 6 ступеней) с разгрузкой на каждой ступени. Выдержка нагрузки на каждой ступени 15 с.

**Рис.2. Схема прибора для оценки механических свойств СМ по методу сферического растяжения (а), расчетная схема (б) и графики результирующих зависимостей (в) по этому методу:**

****

"Рис.2. Схема прибора для оценки механических свойств СМ по методу сферического растяжения (а), расчетная схема (б) и графики результирующих зависимостей (в) по этому методу"

Величину прогиба мембраны S\_п замеряют на каждой ступени приложения нагрузки. Определение восстанавливающей части прогиба мембраны S\_у осуществляют также на каждой ступени при разгрузке образца. Общую относительную деформацию и растягивающее усилие R\_n (рис.2, б, в) рассчитывают на каждой ступени нагружения по формулам:

 2 2

 25q[r + (S ) ]

 п

 R = ────────────────, (3)

 n S

 п

 2 2 r

 пи[r + (S ) ](90 - arctg ────)

 п S

 п

 эпсилон = {────────────────────────────── - 1} 100, (4)

 n 180 r S

 п

 где

 q - удельное давление жидкости на испытываемый образец, МПа;

 r - радиус испытываемого образца, см.

Величину восстанавливающейся части относительной деформации рассчитывают по формуле (4), но при значении S\_п = S\_п(у) (S\_п(у) - величина восстанавливающейся част общего прогиба мембраны).

Значения условных модулей упругости и деформации СМ рассчитывают по [формуле (2)](#sub_1020).

В. Определение механических характеристик СМ по методу длительного растяжения. Испытания состоят в замере через определенные промежутки времени деформаций образцов, к которым приложены длительно действующие постоянные нагрузки R. Испытаниям подвергают образцы прямоугольной формы шириной 50 и длиной 20 см при длине свободно растягиваемой части l\_0 = 10 см (рис.3, а). Для примерной предварительной оценки допустимо уменьшение ширины образцов до стандартной - 5 см ([приложение 1А](#sub_1100)), но с дополнительной установкой накладок, препятствующих их сужению (рис.3, б). Конструкцию накладок назначают в зависимости от вида СМ таким образом, чтобы его структура не нарушалась. На рис.3,в представлены различные варианты накладок.

**Рис.3. Схемы испытаний по методу длительного растяжения:**

****

"Рис.3. Схемы испытаний по методу длительного растяжения"

Испытания выполняют в следующем порядке:

проводят предварительные испытания трех образцов СМ по методике приложения 1А, при времени выдержки на каждой из ступеней нагружения 10 мин. По их результатам назначают нагрузку R для основных испытаний. При этом если деформация эпсилон = 5% (без учета начальной - см. приложение 1А) достигается до разрыва образцов значения R в основных испытаниях принимают равными 30, 50, 70, 90% от R\_5 (где R\_5 - нагрузка при эпсилон = 5%). В противном случае значения принимают в долях нагрузки при разрыве R\_y: для полиамидных, полиэфирных тканых и нетканых (исключая нетканые из коротких волокон при химическом способе упрочнения полотна) - 30, 45, 60, 75% от R\_р; для полипропиленовых - 5, 10, 15, 20% от R\_р; для остальных при отсутствии данных о свойствах - 20, 30, 40, 50, 60, 70% от R\_p;

к образцам основных испытаний (см. рис.3а, б) прикладывают начальную нагрузку R\_н = 3 Н/см и через t\_н = 10 мин замеряют величину удлинения образца Дельта t\_н с помощью прогибомеров ПМ-130 или других устройств с точностью отсчета не ниже 0,1 мм;

нагрузку R\_н дополняют для каждого из образцов до одной из нагрузок R, ранее принятых по результатам предварительных испытаний. Через определенные промежутки времени проводят замер удлинении образцов Дельта l, Время замеров назначают равным 1, 2, 4, 6, 24, 48 ч. Время последующих замеров назначают в зависимости от хода деформирования образцов. Если значения R\_5 <= 0,3R\_p для полиамидных и полиэфирных, R\_5 <= 0,05 R\_р для полипропиленовых и R\_5 <= 0,2 R\_р для других видов материалов, а удлинение за последние 24 ч меньше 10% удлинения за первые 24 ч, испытания прекращают. В других случаях испытания проводят до достижения удлинения Дельта l = (0,1 l\_0 + Дельта l\_н) или до начала роста скорости деформирования образца, но не более 60 сут, время между замерами 24 ч (для примерной оценки можно ограничиться временем испытаний 48 ч).

Обработку данных выполняют в следующем порядке:

по результатам испытаний строят график зависимости относительных деформации образца (эпсилон, %) от времени наблюдении (lg t, ч) для каждого из значений постоянно действующих нагрузок R (рис.4), где эпсилон = 100 (Дельта l - Дельта l\_н)/l\_0;

вычисляют значения конечных деформаций эпсилон\_н при каждом из значений R, исключая те, при которых наблюдается рост скорости деформирования образца (рост угла наклона альфа прямой на рис.4 к оси lg t),

 эпсилон = эпсилон + к lg T,

 к 1

 где

 эпсилон - относительная деформация образца за время наблюдения,

 1 равное 1 ч; к = tg альфа;

 Т - требуемый срок службы.

строят график зависимостей эпсилон\_к от R (рис.5). Величину допустимой нагрузки на растяжение СМ R\_д принимают равной нагрузке R, соответствующей на графике эпсилон\_к = f (R) значению эпсилон\_к = 5%. Если на данном графике все значения эпсилон\_к < 5%, то R\_д принимают равным минимальному из значений R, при котором наблюдается рост скорости деформирования образца (R\_4 рис.4);

**Рис.4. График деформирования образцов СМ при длительном растяжении**

****

"Рис.4. График деформирования образцов СМ при длительном растяжении"

определяют расчетное значение допустимого растягивающего напряжения сигма\_д для CM из выражения сигма\_д = R\_д/дельта.

График эпсилон\_к = f(R) должен быть построен не менее чем по трем точкам. Если же по результатам испытаний может быть вычислено меньше трех значений эпсилон\_к, проводят дополнительные испытания (одно или два) при значениях R, меньших максимального, для которого вычислено значение эпсилон\_к.

При определении величины R\_дл для расчетов устойчивости откосов насыпи, возводимых на слабых основаниях ([пп.3.2.7](#sub_327), [3.2.8](#sub_328)), испытания проводят при R, назначаемых в долях от R\_р, как сказано ранее, в любом случае (независимо от величины эпсилон). За R\_д принимают минимальное значение R при котором наблюдается рост скорости деформирования образцов (R\_дл = R\_д/дельта).

Г. Методика оценки сопротивляемости СМ местным повреждениям. Оценка сопротивляемости СМ местным повреждениям проводится для выяснения возможности его укладки непосредственно под крупнофракционные материалы - щебень, гравий, шлак и другие, если в процессе строительства или эксплуатации возникают значительные нагрузки на уровне укладки СМ. Методика оценки сопротивляемости СМ местным повреждениям состоит в следующем:

**Рис.5. Результирующая зависимость метода длительного растяжения**

****

"Рис.5. Результирующая зависимость метода длительного растяжения"

в лабораторных условиях в жесткой прямоугольной обойме размером 15Х30 см создают трехслойную модель, верхний слой которой - крупнофракционный материал, средний - образец СМ размером 15Х20 см, нижний - грунт. Размер фракций и толщина материала верхнего слоя, вид и состояние (плотность, влажность грунта нижнего слоя) должны отвечать конкретным условиям строительства. Толщину слоя грунта принимают равной 10 см;

через прямоугольный штамп размером 150Х100 мм, устанавливаемый на поверхности модели, прикладывают давление, соответствующее расчетному (0,6 МПа при оценке сопротивляемости повреждениям в период строительства, не менее 0,1 МПа в других случаях). Общее число циклов приложения нагрузки 10, с выдержкой расчетной нагрузки в течение 1 мин и последующей разгрузкой;

образец СМ извлекают из модели и визуально оценивают степень его повреждения. При отсутствии явно выраженных нарушений структуры СМ, проколов образцы разрезают на три полосы размером 5Х20 см и испытывают их в соответствии с методикой [приложения 1А.](#sub_1100) Укладку на поверхность СМ крупнофракциоиных материалов считают возможной при отсутствии явно выраженных нарушений его структуры и снижении прочности не более чем на 10% для нетканых иглопробивных и 5% для других видов СМ.

Д. Методика определения сопротивления сдвигу СМ по грунту. Для определения сопротивления сдвигу СМ по грунту используют прибор, схема которого представлена на [рис.6.](#sub_1060) Он состоит из верхней и неподвижной нижней жестких прямоугольных обойм размером 10х20 см. Обе обоймы заполняют грунтом, который пригружается через штамп.СМ располагают на контакте верхней и нижней обойм. Для того чтобы исключить поперечную деформацию СМ при действии нагрузки Р\_г (исключение возможности изменения площади находящегося в грунте СМ), а также его смятие при движении, СМ закрепляют в специальной рамке с помощью винтов на половину длины обойм. Снижение величины сил трения при движении рамки достигают с помощью шариков, размещенных в канавках.

Испытания проводят в следующей последовательности:

заполняют подготовленным грунтом нижнюю обойму прибора и уплотняют его через металлическую прокладку (в том случае, если в испытаниях используется грунт нарушенного сложения), срезают грунт на 2 - 3 мм выше верхней плоскости нижней обоймы;

на нижнюю обойму устанавливают рамку с закрепленным в ней образцом СМ;

заполняют подготовленным грунтом верхнюю обойму и уплотняют его (если используется грунт нарушенного сложения);

устанавливают на рамку верхнюю обойму с грунтом, на поверхность грунта устанавливают штамп и прикладывают вертикальную нагрузку Q, имитирующую вес грунта (дорожной одежды) с выдержкой до начала опыта в течение 1 ч;

при каждом из значении вертикальных нагрузок Q (не менее трех), принимаемых таким образом, чтобы диапазон их изменения охватывал реально действующую в дорожной конструкции, проводят испытания. Для этого ступенями (не менее 6 - 8 за период испытаний) прикладывают горизонтальную нагрузку с фиксацией перемещений СМ в точках А и Б (в точке А - прогибомером с закреплением струны на образец).

Время выдержки на каждой ступени горизонтальной нагрузки выбирают из расчета выполнения испытания за время не более 4 мин причем время выдержки на каждой ступени нагружения должно быть достаточно лишь для выявления стабилизации перемещения. Опыт считается законченным, если перемещение в точке Б рамки с геотекстильным материалом приобретает незатухающий характер или величина перемещений в точке А превысит 5% длины обоймы.

**Рис.6. Схема испытаний по определению сопротивляемости сдвигу СМ по грунту**

****

"Рис.6. Схема испытаний по определению сопротивляемости сдвигу СМ по грунту"

Соответствующее окончанию опыта значение горизонтальной нагрузки Р\_г принимается за предельное. Обработка проводится путем построения зависимости тау = f(Q), где тау = P/2F (F - площадь части образца, закрепленной в грунте), и определения значений прочностных характеристик фи', C' подобно определению фи и С на диаграмме сдвига для грунта (ГОСТ 12248-78).

**Приложение 2**

**Таблицы значений коэффициентов**

**Таблица 1**

**Поправочный коэффициент К (к** [**п.2.2.4**](#sub_224)**)**

┌─────────┬─────────────────────────────────────────────────────────────┐

│ Сырье │ Значение поправочного коэффициента для периода эксплуатации │

│ │ Т, годы │

│ ├──────┬──────┬──────┬──────┬──────┬─────┬──────┬──────┬──────┤

│ │ 1 │ 2 │ 4 │ 6 │ 8 │ 10 │ 12 │ 15 │ 18 │

├─────────┼──────┼──────┼──────┼──────┼──────┼─────┼──────┼──────┼──────┤

│Полиамид │ 0,71 │ 0,56 │ 0,38 │ 0,29 │ 0,24 │0,20 │ 0,17 │ 0,14 │ 0,12 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│Полипро- │ 0,92 │ 0,89 │ 0,85 │ 0,82 │ 0,80 │0,78 │ 0,76 │ 0,74 │ 0,72 │

│пилен и│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│полиэфир │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

└─────────┴──────┴──────┴──────┴──────┴──────┴─────┴──────┴──────┴──────┘

**Таблица 2**

**Коэффициент эпсилон (к** [**п.3.2.5**](#sub_325)**)**

┌─────────────────┬─────────────────┬─────────────────┬─────────────────┐

│ h[\*](#sub_919)\_э/D │ \_ │ h\*\_э/D │ \_ │

│ │ эпсилон │ │ эпсилон │

├─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┤

│ 0,25 │ 0,195 │ 1,50 │ 0,04 │

├─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┤

│ 0,50 │ 0,160 │ 1,75 │ 0,031 │

├─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┤

│ 0,75 │ 0,118 │ 2,00 │ 0,024 │

├─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┤

│ 1,00 │ 0,077 │ 2,25 │ 0,010 │

├─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┤

│ 1,25 │ 0,053 │ 2,50 │ 0,013 │

└─────────────────┴─────────────────┴─────────────────┴─────────────────┘

\* h\_э = сумма h\_i корень 3 степени (Е\_ср/Е\_0), где сумма h\_i- суммарная толщина лежащих над CM слоев укрепления, см; Е\_ср - средний модуль упругости этих слоев, МПа.

 h Е + ...+ h Е

 1 1 i i

 Е = ────────────────.

 ср сумма h

 i

При проверке в период строительства принимают сумма h\_i, и Е\_ср равным толщине и модулю упругости отсыпаемого непосредственно на СМ слоя.

**Таблица 3**

**Значение коэффициентов альфа (к** [**п.3.2.4**](#sub_324)**)**

┌─────────┬─────────────────────────────────────────────────────────────┐

│Е\_ср/Е\_0 │ Значение альфа при H/D │

│ ├───────────┬────────────┬───────────┬────────────┬───────────┤

│ │ 0,3 │ 0,6 │ 0,9 │ 1,2 │ 1,5-2,0 │

├─────────┴───────────┴────────────┴───────────┴────────────┴───────────┤

│ **Е\_0 = 20 МПа**  │

├─────────┬───────────┬────────────┬───────────┬────────────┬───────────┤

│ 1,0 │ 0,635 │ 0,690 │ 0,766 │ 0,829 │ 0,908 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,729 │ 0,790 │ 0,873 │ 0,939 │ 0,989 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 3,0 │ 0,635 │ 0,701 │ 0,778 │ 0,864 │ 0,926 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,720 │ 0,803 │ 0,884 │ 0,967 │ 0,995 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 5,0 │ 0,635 │ 0,710 │ 0,800 │ 0,886 │ 0,947 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,720 │ 0,813 │ 0,912 │ 0,978 │ 0,998 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 10,0 │ 0,637 │ 0,722 │ 0,837 │ 0,913 │ 0,966 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,723 │ 0,827 │ 0,945 │ 0,986 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 20,0 │ 0,646 │ 0,773 │ 0,869 │ 0,932 │ 0,974 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,738 │ 0,878 │ 0,960 │ 0,991 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 40,0 │ 0,654 │ 0,806 │ 0,893 │ 0,945 │ 0,978 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,751 │ 0,909 │ 0,970 │ 0,996 │ 1,000 │

├─────────┴───────────┴────────────┴───────────┴────────────┴───────────┤

│ **Е\_0 = 28 МПа**  │

├─────────┬───────────┬────────────┬───────────┬────────────┬───────────┤

│ 1,0 │ 0,637 │ 0,712 │ 0,792 │ 0,877 │ 0,938 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,723 │ 0,816 │ 0,901 │ 0,974 │ 0,996 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 3,0 │ 0,642 │ 0,719 │ 0,829 │ 0,906 │ 0,962 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,731 │ 0,823 │ 0,939 │ 0,984 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 5,0 │ 0,647 │ 0,753 │ 0,852 │ 0,921 │ 0,969 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,740 │ 0,858 │ 0,953 │ 0,988 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 10,0 │ 0,654 │ 0,791 │ 0,880 │ 0,937 │ 0,977 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,752 │ 0,896 │ 0,965 │ 0,993 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 20,0 │ 0,666 │ 0,824 │ 0,902 │ 0,950 │ 0,983 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,766 │ 0,920 │ 0,974 │ 0,990 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 40,0 │ 0,694 │ 0,840 │ 0,913 │ 0,956 │ 0,983 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,794 │ 0,929 │ 0,979 │ 0,996 │ 1,000 │

├─────────┴───────────┴────────────┴───────────┴────────────┴───────────┤

│ **Е\_0 = 36 МПа**  │

├─────────┬───────────┬────────────┬───────────┬────────────┬───────────┤

│ 1,0 │ 0,650 │ 0,729 │ 0,833 │ 0,907 │ 0,963 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,744 │ 0,834 │ 0,941 │ 0,985 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 3,0 │ 0,654 │ 0,775 │ 0,864 │ 0,937 │ 0,972 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,751 │ 0,880 │ 0,958 │ 0,990 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 5,0 │ 0,659 │ 0,797 │ 0,881 │ 0,938 │ 0,977 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,758 │ 0,902 │ 0,966 │ 0,993 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 10,0 │ 0,691 │ 0,828 │ 0,908 │ 0,950 │ 0,986 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,791 │ 0,922 │ 0,975 │ 0,996 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 20,0 │ 0,729 │ 0,854 │ 0,920 │ 0,960 │ 0,986 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,832 │ 0,936 │ 0,982 │ 0,997 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 30,0 │ 0,749 │ 0,867 │ 0,927 │ 0,964 │ 0,988 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,853 │ 0,943 │ 0,934 │ 0,998 │ 1,000 │

├─────────┴───────────┴────────────┴───────────┴────────────┴───────────┤

│ **Е\_0 = 42 МПа**  │

├─────────┬───────────┬────────────┬───────────┬────────────┬───────────┤

│ 1,0 │ 0,655 │ 0,755 │ 0,848 │ 0,917 │ 0,968 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,752 │ 0,860 │ 0,951 │ 0,987 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 2,0 │ 0,655 │ 0,777 │ 0,864 │ 0,927 │ 0,974 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,752 │ 0,882 │ 0,958 │ 0,990 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 3,0 │ 0,658 │ 0,792 │ 0,876 │ 0,934 │ 0,974 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,758 │ 0,897 │ 0,963 │ 0,992 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 5,0 │ 0,680 │ 0,813 │ 0,892 │ 0,943 │ 0,985 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,780 │ 0,913 │ 0,970 │ 0,995 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 10,0 │ 0,717 │ 0,841 │ 0,911 │ 0,954 │ 0,985 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,818 │ 0,934 │ 0,978 │ 0,996 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 20,0 │ 0,750 │ 0,865 │ 0,925 │ 0,963 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,854 │ 0,946 │ 0,984 │ 0,997 │ 1,000 │

├─────────┴───────────┴────────────┴───────────┴────────────┴───────────┤

│ **Е\_0 =50 МПа**  │

├─────────┬───────────┬────────────┬───────────┬────────────┬───────────┤

│ 1,0 │ 0,675 │ 0,794 │ 0,875 │ 0,933 │ 0,978 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,755 │ 0,899 │ 0,963 │ 0,992 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 2,0 │ 0,698 │ 0,811 │ 0,888 │ 0,941 │ 0,978 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,798 │ 0,912 │ 0,968 │ 0,994 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 3,0 │ 0,714 │ 0,824 │ 0,898 │ 0,946 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,824 │ 0,920 │ 0,973 │ 0,995 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 5,0 │ 0,733 │ 0,842 │ 0,910 │ 0,954 │ 0,987 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,836 │ 0,932 │ 0,978 │ 0,996 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 10,0 │ 0,760 │ 0,865 │ 0,924 │ 0,963 │ 0,987 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,864 │ 0,947 │ 0,983 │ 0,997 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 20,0 │ 0,783 │ 0,883 │ 0,935 │ 0,970 │ 0,980 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,881 │ 0,950 │ 0,987 │ 0,998 │ 1,000 │

├─────────┴───────────┴────────────┴───────────┴────────────┴───────────┤

│ **Е\_0 = 60 МПа**  │

├─────────┬───────────┬────────────┬───────────┬────────────┬───────────┤

│ 1,0 │ 0,721 │ 0,821 │ 0,894 │ 0,943 │ 0,981 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,823 │ 0,918 │ 0,971 │ 0,995 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 2,0 │ 0,738 │ 0,836 │ 0,904 │ 0,950 │ 0,981 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,842 │ 0,927 │ 0,975 │ 0,996 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 3,0 │ 0,751 │ 0,847 │ 0,912 │ 0,954 │ 0,985 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,855 │ 0,934 │ 0,979 │ 0,996 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 5,0 │ 0,766 │ 0,862 │ 0,922 │ 0,961 │ 0,985 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,868 │ 0,943 │ 0,982 │ 0,997 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 10,0 │ 0,786 │ 0,881 │ 0,933 │ 0,968 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,883 │ 0,956 │ 0,986 │ 0,998 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 15,0 │ 0,798 │ 0,889 │ 0,938 │ 0,972 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,982 │ 0,962 │ 0,988 │ 1,000 │ 1,000 │

├─────────┴───────────┴────────────┴───────────┴────────────┴───────────┤

│ **Е\_0 = 180 МПа**  │

├─────────┬───────────┬────────────┬───────────┬────────────┬───────────┤

│ 1,0 │ 0,773 │ 0,856 │ 0,916 │ 0,959 │ 0,987 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,873 │ 0,937 │ 0,980 │ 0,997 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 2,0 │ 0,784 │ 0,867 │ 0,923 │ 0,959 │ 0,987 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,882 │ 0,946 │ 0,983 │ 0,997 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 3,0 │ 0,792 │ 0,875 │ 0,928 │ 0,963 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,888 │ 0,951 │ 0,985 │ 0,997 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 5,0 │ 0,804 │ 0,886 │ 0,935 │ 0,969 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,898 │ 0,958 │ 0,987 │ 0,998 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 10,0 │ 0,821 │ 0,898 │ 0,943 │ 0,975 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,913 │ 0,966 │ 0,990 │ 1,000 │ 1,000 │

├─────────┴───────────┴────────────┴───────────┴────────────┴───────────┤

│ **Е\_0 = 80 МПа**  │

├─────────┬───────────┬────────────┬───────────┬────────────┬───────────┤

│ 1,0 │ 0,802 │ 0,877 │ 0,931 │ 0,966 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,896 │ 0,957 │ 0,986 │ 0,998 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 2,0 │ 0,812 │ 0,885 │ 0,931 │ 0,966 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,905 │ 0,963 │ 0,986 │ 0,998 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 3,0 │ 0,819 │ 0,891 │ 0,936 │ 0,974 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,912 │ 0,967 │ 0,987 │ 1,000 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 5,0 │ 0,829 │ 0,898 │ 0,943 │ 0,974 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,920 │ 0,972 │ 0,990 │ 1,000 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ 10,0 │ 0,843 │ 0,908 │ 0,952 │ 0,974 │ 1,000 │

│ │ │ │ │ │ │

│ │ 0,932 │ 0,978 │ 0,993 │ 1,000 │ 1,000 │

└─────────┴───────────┴────────────┴───────────┴────────────┴───────────┘

**Примечание.** Верхнее значение альфа в таблице берется при Е\_см >= 600 Н/см, нижнее - при 350 <= Е\_см < 600 Н/см.

**Таблица 4**

**Значения коэффициента фильтрации в плоскости полотна СМ на начало периода стабилизации заиления К\_ф(с) (к** [**п.5.2.3**](#sub_523)**)**

┌───────────────────────┬───────────────────────┬───────────────────────┐

│ Поперечным уклон │ Удельная нагрузка от │Коэффициент фильтрации │

│ земляного полотна, i │ колеса автомобиля на │в плоскости полотна CM │

│ │ уровне земляного │ на начало периода │

│ │ полотна сигма\_n, МПа │ стабилизации заиления │

│ │ │ К\_ф(с), │

│ │ │ м/сут │

├───────────────────────┼───────────────────────┼───────────────────────┤

│ 0,02 │ 0,2 │ 81 │

│ │ │ │

│ │ 0,04 │ 57 │

│ │ │ │

│ │ 0,06 │ 33 │

│ │ │ │

│ 0,03 │ 0,02 │ 79 │

│ │ │ │

│ │ 0,04 │ 61 │

│ │ │ │

│ │ 0,06 │ 42 │

│ │ │ │

│ 0,04 │ 0,02 │ 77 │

│ │ │ │

│ │ 0,04 │ 65 │

│ │ │ │

│ │ 0,06 │ 52 │

└───────────────────────┴───────────────────────┴───────────────────────┘

**Примечание.** Значение К\_ф(с) справедливы для СМ, отвечающих требованиям [п.5.1.2.](#sub_512)

**Таблица 5**

**Число нагружений на момент стабилизации заиления N\_c (тыс. автомобилей)
(к** [**п.5.2.3**](#sub_523)**)**

┌──────────┬──────────────────────────────┬─────────────────────────────┐

│ W/W\_т │ 0,6-0,7 │ 0,8-0,9 │

├──────────┼───────┬──────┬───────┬───────┼──────┬───────┬──────┬───────┤

│ n\_п, % │ 20 │ 40 │ 60 │ 80 │ 20 │ 40 │ 60 │ 80 │

├──────────┴───────┴──────┴───────┴───────┴──────┴───────┴──────┴───────┤

│ **ро, г/м2 i = 0,02**  │

├──────────┬───────┬──────┬───────┬───────┬──────┬───────┬──────┬───────┤

│ 300 │ 29,8 │ 31,9 │ 34,0 │ 36,1 │ 35,5 │ 37,6 │ 39,7 │ 41,8 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 400 │ 23,5 │ 25,6 │ 27,7 │ 29,8 │ 29,2 │ 31,3 │ 33,4 │ 35,5 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 500 │ 17,2 │ 19,3 │ 21,4 │ 23,5 │ 22,9 │ 25,0 │ 27,1 │ 29,2 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 600 │ 8,2 │ 10,3 │ 12,4 │ 14,5 │ 16,6 │ 18,7 │ 20,8 │ 22,9 │

├──────────┴───────┴──────┴───────┴───────┴──────┴───────┴──────┴───────┤

│ **ро, г/м2 i = 0,03**  │

├──────────┬───────┬──────┬───────┬───────┬──────┬───────┬──────┬───────┤

│ 300 │ 32,8 │ 34,9 │ 37,0 │ 39,1 │ 38,4 │ 40,5 │ 42,6 │ 44,7 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 400 │ 26,5 │ 28,6 │ 30,7 │ 32,8 │ 32,1 │ 34,2 │ 36,3 │ 38,4 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 500 │ 20,2 │ 22,3 │ 24,4 │ 26,5 │ 25,8 │ 27,9 │ 30,0 │ 32,1 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 600 │ 13,0 │ 16,0 │ 18,1 │ 20,2 │ 19,5 │ 21,6 │ 23,7 │ 25,8 │

├──────────┴───────┴──────┴───────┴───────┴──────┴───────┴──────┴───────┤

│ **ро, г/м2 i = 0,04**  │

├──────────┬───────┬──────┬───────┬───────┬──────┬───────┬──────┬───────┤

│ 300 │ 35,7 │ 37,8 │ 39,9 │ 42,2 │ 41,2 │ 43,3 │ 45,4 │ 47,5 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 400 │ 29,4 │ 31,5 │ 33,6 │ 35,7 │ 34,9 │ 37,0 │ 39,1 │ 41,2 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 500 │ 23,1 │ 25,2 │ 27,0 │ 29,4 │ 28,6 │ 30,7 │ 32,8 │ 34,9 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 600 │ 16,6 │ 18,9 │ 21,0 │ 23,1 │ 20,3 │ 24,4 │ 26,6 │ 28,6 │

└──────────┴───────┴──────┴───────┴───────┴──────┴───────┴──────┴───────┘

**Примечание.** i - см. табл.4; W/W\_т - расчетная влажность грунта земляного полотна: n\_п - содержание в грунте частиц размером менее 0,05 мм; ро - масса СМ (на 1 м2 полотна по ГОСТ 15902.1-80).

**Таблица 6**

**Значение коэффициента с((-b)(N\_общ - N\_с)) (к** [**п.5.2.3**](#sub_523)**)**

┌─────────────────┬─────────────────────────────────────────────────────┐

│ Массовая доля │Значение коэффициента с((-b)(N\_общ - N\_с)) при N\_общ │

│ содержания │ - N\_с, тыс. автомобилей │

│песчаных частиц в├─────────────────┬─────────────────┬─────────────────┤

│ грунте │ 200 │ 500 │ 3000 │

├─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┼─────────────────┤

│ 30 │ 0,96 │ 0,90 │ 0,82 │

│ │ │ │ │

│ 50 │ 0,98 │ 0,95 │ 0,90 │

│ │ │ │ │

│ 75 │ 0,99 │ 0,98 │ 0,95 │

└─────────────────┴─────────────────┴─────────────────┴─────────────────┘

**Таблица 7**

**Время работы дренажа в расчетный период года t\_г, сут (к** [**п.5.2.3**](#sub_523)**)**

┌─────┬─────────────────────────────────────────────────────────────────┐

│ Тип │ Группы грунтов в дорожно-климатических зонах │

│мест-├─────────────────────────┬──────────────────┬────────────────────┤

│ности│ II │ III │ IV │

│ по ├──────┬─────┬──────┬─────┼──────┬─────┬─────┼───────┬─────┬──────┤

│увла-│ А │ Б │ В │ Г │А и Б │ В │ Г │ А и Б │ В │ Г │

│жне- │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ нию │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

├─────┼──────┼─────┼──────┼─────┼──────┼─────┼─────┼───────┼─────┼──────┤

│ 1 │ 8 │ 10 │ 12 │ 9 │ 7 │ 10 │ 8 │ 0 │ 0 │ 0 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 2 │ 8 │ 17 │ 20 │ 14 │ 10 │ 15 │ 12 │ 14 │ 30 │ 13 │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 3 │ 17 │ 23 │ 26 │ 15 │ 16 │ 20 │ 13 │ 13 │ 15 │ 8 │

└─────┴──────┴─────┴──────┴─────┴──────┴─────┴─────┴───────┴─────┴──────┘

**Примечание.** Группы грунтов: А - пески пылеватые, супеси легкие и тяжелые (непылеватые); Б - суглинки тяжелые и пылеватые, глины; В - суглинки легкие и пылеватые; Г - супеси пылеватые.

**Таблица 8**

**Значение снижений влажности Дельта W по сравнению с расчетной за счет применения СМ (к** [**п.5.2.1**](#sub_521)**)**

┌───────────────────────┬───────────────────┬───────────────────────────┐

│ Расчетный коэффициент │ Коэффициент │Значение снижения влажности│

│ фильтрации СМ К\_ф(р), │ фильтрации песка, │ Дельта W по сравнению с │

│ м/сут │ К\_ф(п), м/сут │ расчетной для грунтов │

│ │ м/сут# │ │

│ │ ├─────────────┬─────────────┤

│ │ │ суглинков │ супесей │

├───────────────────────┼───────────────────┼─────────────┼─────────────┤

│ 20 │ 1 │ 0,04 │ 0,09 │

│ │ │ │ │

│ │ 3 │ 0,02 │ 0,02 │

│ │ │ │ │

│ 40 │ 1 │ 0,04 │ 0,10 │

│ │ │ │ │

│ │ 3 │ 0,03 │ 0,03 │

└───────────────────────┴───────────────────┴─────────────┴─────────────┘

**Приложение 3**

**Примеры расчета дорожных конструкций с прослойками из синтетических материалов**

А. Пример расчета дорожной одежды, усиленной прослойкой из СМ (к [п.3.2](#sub_32) Указаний). Требуется выполнить расчет дорожной одежды на участке дороги с переходным типом покрытия во II дорожно-климатической зоне, усиленной прослойкой из СМ ([п.1](#sub_5001) приложения 5).

Исходные данные. Местность по условиям увлажнения - 2-й тип. Грунт земляного полотна - суглинок легкий.

Расчетная нагрузка - автомобиль группы А, приведенная интенсивность движения 110 авт/сут, общий модуль упругости Е\_Общ = 112 МПа. Расчет дорожной одежды без прослойки из СМ выполнен в соответствии с ВСН 46-83, расчетные характеристики и толщины слоев:

расчетная относительная влажность грунта 0,9 W\_т, Е\_гр = 24 МПа;

основание - песок мелкий, Е\_2 = 100 МПа, h\_2 =20 см;

покрытие - щебень 2-го класса по принципу заклинки, Е\_1 = 350 МПа, l\_1 = 23 см.

Корректировка толщин дорожной одежды:

проверяют соблюдение условий [п.3.2.2](#sub_322): Е\_см=350 Н/см и п.3.4.:

 0,01fЕ

 см 0,01 х 2 х 350

 ───────── = ─────────────── = 23 > 0,5 Е = 22 МПа,

 дельта 0,3 0

где Е\_0 = 44 МПа (из номограммы [рис.4](#sub_440) при Е\_0/Е\_1 = Е\_гp/Е\_2 = 0,24; h/D = h\_2/D = 0,54; Е\_Общ/Е\_1 = Е\_0/Е\_2 = 0,44; Е\_0 = 0,44Е\_2;

приводят конструкцию к двухслойной: СМ расположен непосредственно под покрытием, поэтому параметры верхнего слоя Е\_cp = Е\_1 = 350 МПа, Н = h\_1 = 23 см, нижнего слоя Е\_0 = 44 МПа;

определяют Е\_Общ(а) = Е\_Общ/альфа\_2 = 112/0,930 = 120 МПа, где Е\_Общ = 112 МПа, альфа\_2 равно 0,930 по [табл.3](#sub_2030) приложения 2 при N/D = 0,62, Е\_0 = 44 МПа, Е\_cp/Е\_0 = 350/44 = 8;

определяют значение условий толщины слоя h'i (из номограммы рис.4, принимая Е\_Общ/Е\_1 - Е\_Общ(а)/Е\_1 = 0,34; Е\_0/Е\_1 - Е\_0/2 = 0,12; h/D = h'\_i/D = 0,80; h'\_i = 0,80D = 30 см)

определяют новое значение толщины слоя щебня при устройстве в его основании прослойки из СМ [выражение (3.3)]:

 a

 h = 2h - h' = 2 x 23 - 30 = 16 см.

 1

Проверка прочности прослойки CM [по условию (3.4)]:

определяют напряжение в СМ от действия колесной нагрузки:

 0,019 PЕ

 см \_ 0,19 х 0,6 х 350

 сигма = ────────── эпсилон = ──────────────── 0,116 = 0,035 МПа,

 а Е дельта 44 х 0,3

 0

 где

 Е' , дельта, Е - см. корректировку толщин, эпсилон = 0,116 из

 см 0 [табл.2](#sub_2020) приложения 2 при h\_э/D=28/37 =0,76:

 a

h = сумма h корень 3-й степени (Е /Е ) = h корень 3-й степени (Е /Е ) =

 э i ср 0 1 0

16 корень 3-й степени (350/44) = 28 см

(см. [примечание](#sub_919) к табл.2 приложения 2); Р = 0,6 МПа;

определяют расчетное значение прочности СМ:

 0,01 К R

 р р 0,1 х 0,17 х 50

 R = ─────────── = ─────────────── = 0,29 МПа,

 расч дельта 0,3

 где

 R , дельта - см. [п.1](#sub_5001) таблицы приложения 5;

 р

К\_р = K х n/m = 0,29 x 0,7/1,2 = 0,17 (n, m см. п.3.2.5, K = 0,29 из [табл.1](#sub_2010) приложения 2);

так как сигма\_а = 0,035 МПа < R\_расч = 0,29 МПа, условие (3.4) проверки прочности на период эксплуатации соблюдено;

проверяют соблюдение условия (3.4) в период строительства, поскольку прослойку из СМ устраивают непосредственно под покрытием из щебня, значения сигма \_а в период строительства и эксплуатации равны, а условие (3.4) записывается в виде

 0,61 х 0,58 х 50

 сигма = 0,035 МПа < R = ───────────────── = 0,97 МПа,

 а расч 0,3

 где

 К\_р = K\_n/m = 1 x 0,7/1,2 = 0,58.

Прочность СМ достаточна для создания прослойки в данных условиях.

Б. Пример расчета дренирующего слоя с прослойкой из СМ (к [п.5.2](#sub_52) Указаний). Требуется назначить толщину дренирующего слоя, работающего по методу осушения на участке дороги II категории во II дорожно-климатической зоне.

Исходные данные. Местность по условиям увлажнения относится к 1-му типу. Грунт земляного полотна - суглинок пылеватый. Согласно кривой зернового состава количество глинистых частиц (d<0,0005 мм) 20%, пылеватых (d = 0,05-0,005 мм) 40%, песчаных (d=2-0,05 мм) 40%. Расчетная влажность грунта W\_р = 0,9W\_т.

Ширина земляного полотна равна 15 м, поперечный уклон i = 0,04.

Состав грузового движения на полосу с учетом перспективы: автомобили с нагрузкой на ось 10 т - 800 авт/сут, 7 т - 1700 авт/сут, 4 т - 2200 авт/сут. Приведенная интенсивность движения N\_пр = 1456 авт/сут. Расчетный автомобиль - группа А.

Дренирующий слой создают из песка (К\_ф(п) = 2 м/сут, высота капиллярного поднятия h\_к = 0,4 м) с устройством прослойки из СМ дорнит Ф-2 (ро = 600 г/м2).

Определение расчетного значения коэффициента фильтрации CM в плоскости полотна К\_ф(р):

по номограмме (см. [рис.15](#sub_1115)) определяют сигма\_п/Р = 0,07 для отношений Е\_ср/Е\_0 и h/D, полученных заранее при выполнении расчета на прочность. Отсюда значение вертикальных нормальных напряжений на уровне земляного полотна сигма\_п = 0,07 х 0,6 = 0,04 МПа (Р = 0,6 МПа - значение удельного давления на покрытие);

по [табл.4](#sub_2040) приложения 2 для i = 0,04 и сигма\_п = 0,04 МПа находят значение К\_ф(с) = 65 м/сут;

по [табл.7](#sub_2070) приложения 2 для грунтов группы В, 3-го типа местности, II дорожно-климатической зоны находят t\_г = 20 сут;

по формуле (5.3) вычисляют общее число приложений нагрузки: N\_общ = N\_пр t\_г T = 1456 x 20 x 18 = 524,1 тыс. при требуемом периоде эксплуатации дороги до капитального ремонта T = 18 лет;

по [табл.5](#sub_2050) приложения 2 для СМ с ро = 600 г/м2, грунтов с W/W\_т = 0,9 и содержанием частиц размером менее 0,05 мм, n\_п = 60% находят число нагружений на момент стабилизации заиления N\_c =26,6 тыс.;

по формуле (5.4) находят

 р с -b(N - N ) -0,00004(524,1 - 26,6)

 К = К е общ с = 65 примерно = 60 м/сут,

 ф ф

где коэффициент b = 0,00004 (см. [рис.16](#sub_1116)).

Определение толщины дренирующего слоя под прослойкой из СМ:

по [формуле (5.1)](#sub_510) определяют значение притока воды:

 q К

 п 5 х 1,7

 q = ────── = ─────── = 0,0085 м3/м2 сут

 р 1000 1000

для значения q = 5 л/м2 сут, К\_п = 1,7 (табл.18, 19 ВСН 46-83);

по номограмме (см. [рис.13](#sub_1113)) для l\_ф = 7,5 м, К\_ф(р) = 60 м/сут, К\_ф(п) = 2 м/сут, i = 0,04 и q\_р = 0,0085 находят расчетную глубину фильтрационного потока h\_р = 20 см:

по номограмме (см. [рис.14, а](#sub_1114)) для i = 0,04 и отношения h\_р/l\_ф = 20/750 = 0,026 находят степень увлажнения С = 0,0027:

по номограмме (см. [рис.14, б](#sub_1114)) для l\_ф = 7,5 м, i = 0,04, К\_ф(п) = 2 м/сут, С = 0,0027 находят толщину слоя, полностью насыщенного водой, h\_нас = 16 см;.

по [формуле (5.2)](#sub_520) вычисляют толщину дренирующего слоя:

 h = h + h = 16 + 14 = 30 см,

 д нас зап

где h\_зап = 14 см (см. [п.5.2.2](#sub_522)).

**Приложение 4**

**Пример расчета технико-экономического эффекта от применения СМ**

1. Расчет выполняется применительно к усилению активной зоны земляного полотна и нижних конструктивных слоев дорожных одежд синтетическим рулонным материалом СМ. Применение СМ позволяет сократить расход традиционных дорожно-строительных материалов, составляющих слой дорожной одежды автомобильной дороги.

2. Экономический эффект от применения СМ определяется сравнением приведенных затрат на устройство равнопрочных конструкций оснований из щебня М 800 толщиной слоя 20 см (базовый вариант - вариант 1) и из щебня М 800 толщиной слоя 12 см на прослойке из СМ (внедряемый вариант - вариант 2) при одинаковом сроке службы дорожной одежды.

3. Расчет выполняется в соответствии с Отраслевыми методическими указаниями по определению экономической эффективности использования в дорожном строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений (Гипродорнии. М., 1978).

4. Приведенные затраты по вариантам

 З = С + Е К,

 н

 где

 С - себестоимость ([табл.1](#sub_4010));

 К - капитальные вложения ([табл.2](#sub_4020)); Е\_н = 0,15.

Отсюда:

по варианту 1 (базовому) З\_1 = 48688,3 + 0,15 х 9300 = 50 083,3 руб.;

по варианту 2 (внедряемому) З\_2 = 46 007,3 + 0,15 х 6050 = 46 914,8 руб.

5. Экономическая эффективность применения СМ в расчете на 10 000 м2 (примерно 1 км дороги), определяемая как разность приведенных затрат, составляет

 Э = З - З = 50083,3 - 46914,8 = 3168,5 руб.

 1 2

При этом обеспечена экономия на 1 км дороги:

а) трудозатрат - [п.4](#sub_4014) табл.1 (578,6 - 385,7) = 192,9 чел.-дня;

б) щебня - п.1 табл.3 (2520 - 1512) = 1008 м3;

в) машино-смен автомобилей-самосвалов - [п.2](#sub_4022), [3](#sub_4023) табл.2.

 10000

 (73,7 - 44,94) ──────── = 221,2 машино-смены.

 1300

**Таблица 1**

**Расчет себестоимости устройства 10 000 м2 основания**

┌─────────────────┬─────────┬──────────────────────────────────┬───────────────────────────────────┐

│ Показатели │ Ед. │ Вариант 1 (базовый) │ Вариант 2 (внедряемый) │

│ │измерения│ │ │

│ │ ├──────────┬──────────┬────────────┼──────────┬──────────┬─────────────┤

│ │ │Количество│Стоимость │Сумма, руб. │Количество│Стоимость │ Сумма, руб. │

│ │ │ │ единицы │ │ │ единицы │ │

│ │ │ │измерения,│ │ │измерения,│ │

│ │ │ │ руб. │ │ │ руб. │ │

├─────────────────┼─────────┼──────────┼──────────┼────────────┼──────────┼──────────┼─────────────┤

│1. Материалы│ руб. │ - │ - │ 32966,7 │ - │ - │ 34660,5 │

│(табл.3) │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│2. Основная│ руб. │ - │ - │ 2917 │ - │ - │ 1940,1 │

│заработная плата│ │ │ │ │ │ │ │

│рабочих (табл.5) │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│3. В том числе│ руб. │ - │ - │ 28,8 │ - │ - │ 86,5 │

│при машинах │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│4. Трудовые│чел.-дней│ 578,6 │ - │ - │ 385,7 │ - │ - │

│затраты всех│ │ │ │ │ │ │ │

│рабочих (см.│ │ │ │ │ │ │ │

│табл.5) │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│5. Расходы по│ руб. │ - │ - │ 10422 │ - │ - │ 6674,3 │

│эксплуатации │ │ │ │ │ │ │ │

│машин (табл.2) │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│Итого прямых│ руб. │ │ │ 43417,5 │ │ │ 41421,3 │

│затрат (п.1+3+5) │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│Накладные │ │ │ │ │ │ │ │

│расходы: │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│условно-постоян- │ руб. │ │ │ 3733,9 │ │ │ 3562,2 │

│ные (8,6% от│ │ │ │ │ │ │ │

│прямых затрат)[\*](#sub_905) │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│зависящие от│ руб. │ - │ - │ 1099,3 │ - │ - │ 732,8 │

│трудоемкости (1,9│ │ │ │ │ │ │ │

│руб. на 1│ │ │ │ │ │ │ │

│чел.-день) │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│зависящие от│ руб. │ │ │ 437,6 │ │ │ 291 │

│основной │ │ │ │ │ │ │ │

│заработной платы│ │ │ │ │ │ │ │

│(15%) │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│Итого накладных│ руб. │ │ │ 5270,8 │ │ │ 4586 │

│расходов │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │

│**Всего**  │ руб. │ │ │ 48688,3 │ │ │ 46007,3 │

│**себестоимость**  │ │ │ │ │ │ │ │

└─────────────────┴─────────┴──────────┴──────────┴────────────┴──────────┴──────────┴─────────────┘

──────────────────────────────

\* 8,6% = 0,6 х 14,3, где 14,3 - величина нормативных накладных расходов для Минавтодора РСФСР.

**Таблица 2**

**Состав отряда, стоимость эксплуатации и расчетные стоимости машин (капитальные вложения в основные фонды)**

Сменный успех - 1400 м2

┌───┬────────────────┬───────┬───────┬────────────────────────────────────────────┬──────────────────────────────────────────────────────────────┐

│ N │ Наименование │ Стои- │Расчет-│ Вариант 1 (базовый) │ Вариант 2 (внедряемый) │

│п/п│ машин и │ мость │ ная ├──────────────────────────┬─────────┬───────┼─────────┬──────────────────────────┬─────────┬─────┬─────────┤

│ │ механизмов │ [(1)\*](#sub_906), │ стои- │ Количество машино-смен │Стоимость│Количе-│Стоимость│ Количество машино-смен │Стоимость│Коли-│Стоимость│

│ │ │машино-│ мость │ │ машино- │ ство │ машин, │ │ машино- │чест-│ всех │

│ │ │ смены,│машины,│ │смен всех│ машин │тыс.руб. │ │смен всех│ во │ машин, │

│ │ │ руб. │ тыс. │ │ машин, │ │ │ │ машин, │машин│тыс.руб. │

│ │ │ │ руб. │ │ руб. │ │ │ │ руб. │ │ │

├───┼────────────────┼───────┼───────┼──────────────────────────┼─────────┼───────┼─────────┼──────────────────────────┼─────────┼─────┼─────────┤

│ 1 │ 2 │ 3 │ 4 │ 5 │ 6 │ 7 │ 8 │ 9 │ 10 │ 11 │ 12 │

├───┼────────────────┼───────┼───────┼──────────────────────────┼─────────┼───────┼─────────┼──────────────────────────┼─────────┼─────┼─────────┤

│1 │Распределитель │ 37,6 │ 10,6 │0,57[\*(2)](#sub_907) х 1400 │36,5 │ 1 │ 10,6 │0,5\*(2) х 1400 │ 32 │ 1 │ 10,6 │

│ │Д-337 │ │ │------------------- = 0,97│ │ │ │------------------ = 0,85 │ │ │ │

│ │ │ │ │100 х 8,2 │ │ │ │100 х 8,2 │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│2 │Автомобили-само-│ 18 │ 3,4 │1400 х 0,2 │1326,6 │ 74 │ 251,6 │1400 х 0,2 │ 795,8 │ 44 │ 49,6 │

│ │свалы ЗИЛ-555 на│ │ │----------------- = 73,7 │ │ │ │-------------- = 44,21 │ │ │ │

│ │перевозке щебня │ │ │3,8[\*(3)](#sub_908) │ │ │ │3,8\*(3) │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│3 │Автомобили │ 18 │ 3,4 │- │- │ - │ - │1400 │ 13,1 │ 1 │ 3,4 │

│ │ЗИЛ-555 на │ │ │ │ │ │ │---------- = 0,73 │ │ │ │

│ │перевозке СМ │ │ │ │ │ │ │1930[\*(4)](#sub_909) │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│4 │Каток Д-552 │ 20,6 │ 2,9 │0,65[\*(5)](#sub_910) х 1400 │58,1 │ 3 │ 8,7 │1,65\*(5) х 1400 │ 58,1 │ 3 │ 8,7 │

│ │ │ │ │------------------- = 2,82│ │ │ │------------------ = 2,82 │ │ │ │

│ │ │ │ │100 х 8,2 │ │ │ │100 х 8,2 │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│5 │Каток Д-400-А │ 19,6 │ 4,6 │1,15\*(5) х 1400 │38,4 │ 2 │ 9,2 │1,15\*(5) х 1400 │ 38,4 │ 2 │ 9,2 │

│ │ │ │ │------------------- = 1,96│ │ │ │------------------ = 1,96 │ │ │ │

│ │ │ │ │100 х 8,2 │ │ │ │100 х 8,2 │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│6 │Итого: │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │а) стоимость │ │ │ │1459,6 │ │ │ │ 937,4 │ │ │

│ │машино-смен │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │б) стоимость │ │ │ │ │ │ 280,1 │ │ │ │ 181,5 │

│ │машин │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│7 │Всего на 10000 │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │м2 │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │Основания: │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │а) стоимость │ │ │ │10422 │ │ │ │ 6814,3 │ │ │

│ │машино-смен │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │(стр. 6аХ10000) │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ ------------ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ 1400 │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │б) стоимость │ │ │ │ │ │ 9,3 │ │ │ │ 6,05 │

│ │машин │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ стр. 6бХ10000 │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │(---------------│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ ), │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ 300000 │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │где 300000 м2 - │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │годовой объем │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │работ) │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

└───┴────────────────┴───────┴───────┴──────────────────────────┴─────────┴───────┴─────────┴──────────────────────────┴─────────┴─────┴─────────┘

**Примечания.**

\*(1). СНиП IV-3-82.

\*(2). ЕНиР 17-2.

\*(3). Технологические карты на устройство дорожных одежд и земляного полотна с применением синтетических материалов. М.; Гипродорнии, 1981 (расчет 3). Производительность ЗИЛ-555 П-6 т/смену = 3,8 м3/смену (транспортировка щебня на 50 км).

\*(4). См. п.3 (расчет 5). П = 1930 м3/смену (транспортировка СМ на 50 км).

\*(5). ЕНиР 17-11.

**Таблица 3**

**Стоимость материалов, необходимых для устройства 10 000 м2 основания**

┌────┬───────────────────┬───────┬────────────────────────────────┬────────────────────────────────┐

│ N │ Наименование │Единица│ Вариант 1 (базовый) │ Вариант 2 (внедряемый) │

│п/п │ материала │измере-├──────────┬─────────────┬───────┼──────────┬─────────────┬───────┤

│ │ │ ния │Стоимость │ Количество │ Общая │Стоимость │ Количество │Общая │

│ │ │ │ единицы │ единицы │ стои- │ единицы │ единицы │стои- │

│ │ │ │ измере- │ измерения[\*\*](#sub_913) │ мость,│ измере- │ измерение\*\* │мость, │

│ │ │ │ния[\*](#sub_912), руб.│ │ руб. │ния\*, руб.│ │ руб. │

├────┼───────────────────┼───────┼──────────┼─────────────┼───────┼──────────┼─────────────┼───────┤

│ 1 │Щебень фракции│ м3 │ 12,21 │(18,9+5Х1,26)│30767,7│ 12,21 │(18,9-3Х1,26)│18461,5│

│ │40-70 мм │ │ │ X100=2520 │ │ │ Х100=1512 │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 2 │Щебень фракции│ м3 │ 14,66 │ 1,5Х100=150 │ 2199 │ 14,66 │ 1,5Х100=150 │ 2199 │

│ │10-20 мм │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 3 │Синтетический │ м2 │ - │ - │ - │ 1,4 │ 10000 │ 14000 │

│ │материал │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │Итого │ │ │ │32966,7│ │ │34660,5│

└────┴───────────────────┴───────┴──────────┴─────────────┴───────┴──────────┴─────────────┴───────┘

──────────────────────────────

\* См. табл.4.

\*\* ЕРЕР 27-42.

**Таблица 4**

**Калькуляция стоимости материалов**

┌──────────────────┬──────────┬───────────────┬───────────┬──────────┬───────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐

│ Наименование │ Единица │ Наименование │ Вид │Транспорт-│ На единицу измерения │

│ материалов │измерения │ поставщика │ отпускной │ ные ├─────────┬────────────┬───────────┬──────────┬───────────┬───────────┬─────┤

│ │ │ │ цены │расходы на│отпускная│ наценка │ стоимость │транспорт-│ итого │заготовите-│всего│

│ │ │ │ │ 1 т │ цена │ сбытовых и │ тары и │ ные │франкоприо-│льно-склад-│ │

│ │ │ │ │ груза[\*\*](#sub_915) │ │ снабж. │ реквизита │ расходы │ бъектный │ ские │ │

│ │ │ │ │ │ │ орган. │ │ │ склад │ расходы │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ (2%) │ │

├──────────────────┼──────────┼───────────────┼───────────┼──────────┼─────────┼────────────┼───────────┼──────────┼───────────┼───────────┼─────┤

│Щебень фракции│ м3 │Стационарный │ ФВСО │ 5,42 │ 3,3[\*](#sub_914) │ - │ - │ 8,67 │ 11,97 │ 0,24 │12,21│

│40-70 мм │ │карьер │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│Щебень фракции│ м3 │То же │ " │ 5,42 │ 5,7\* │ - │ - │ 8,67 │ 14,37 │ 0,29 │14,66│

│10-20 мм │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│Синтетический │ м2 │Завод │ - │ - │ - │ - │ - │ - │ - │ - │ 1,4 │

│материал │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

└──────────────────┴──────────┴───────────────┴───────────┴──────────┴─────────┴────────────┴───────────┴──────────┴───────────┴───────────┴─────┘

──────────────────────────────

\* Отпускные цены приняты по Ценнику N 1 для III пояса.

\*\* См. Калькуляции транспортных расходов. Для щебня принята транспортировка по железной дороге на расстояние 400 км и последующие автомобильные перевозки на расстояние 50 км.

**Таблица 5**

**Калькуляция транспортных расходов на 1 т щебня. Тарифная схема 47-45**[**\***](#sub_916)

┌────┬─────────────────┬──────────────────┬────────┬────────────────────┐

│ N │ Наименование │ Наименование │Расстоя-│ Стоимость на 1 т, │

│п/п │ операции │ конечных пунктов │ ние │ руб. │

│ │ │ перевозки (от - │перевоз-├───────────┬────────┤

│ │ │ до) │ки (км) │ Формула │ Всего │

│ │ │ │ │ счета │ │

├────┼─────────────────┼──────────────────┼────────┼───────────┼────────┤

│ 1 │Стоимость подачи│Станция назначения│ - │ 0,5 │ 0,5 │

│ │и уборки вагонов│ │ │ │ │

│ │на станции│ │ │ │ │

│ │назначения │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │

│ 2 │Железнодорожные │Станция │ 400 │ 1,7 │ 1,7 │

│ │перевозки │отправления -│ │ │ │

│ │ │станция назначения│ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │

│ 3 │Погрузочно-разг- │Станция назначения│ - │ 0,31+0,15 │ 0,46 │

│ │рузочные работы │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │

│ 4 │Автомобильные │Станция назначения│ 50 │ 2,4+1,15 │ 2,76 │

│ │перевозки │- приобъектный│ │ │ │

│ │ │склад │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │

│ │**Итого** │ │ │ │ 5,42 │

└────┴─────────────────┴──────────────────┴────────┴───────────┴────────┘

──────────────────────────────

\*СНиП IV-4-82.

**Таблица 6**

**Расчет заработной платы рабочих**

┌────┬──────────────┬───────┬────────────────────┬──────────────────────┐

│ N │ Рабочие и их │Тариф- │Вариант 1 (базовый) │Вариант 2 (внедряемый)│

│п/п │ разряды │ ная ├─────────┬──────────┼──────────┬───────────┤

│ │ │ставка │Количест-│ Сумма │Количество│ Сумма │

│ │ │ руб./ │ во │заработной│ рабочих[\*\*](#sub_918)│заработной │

│ │ │ смену │рабочих[\*](#sub_917) │ платы, │ │платы, руб.│

│ │ │ │ │ руб. │ │ │

├────┼──────────────┼───────┼─────────┼──────────┼──────────┼───────────┤

│ 1 │Машинисты 5-го│ 5,75 │ 1+3+2=6 │ 34,5 │ 1+2+3=6 │ 34,5 │

│ │разряда │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 2 │Водители │ 5 │ 74 │ 370 │ 45 │ 225 │

│ │автомобилей │ │ │ │ │ │

│ │3-го класса │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 3 │Дорожные │ 4,04 │ 1 │ 4,04 │ 3 │ 12,12 │

│ │рабочие 2-го│ │ │ │ │ │

│ │разряда │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 4 │Итого за 1│ │ 81 │ 408,54 │ 54 │ 271,62 │

│ │смену (сменный│ │ │ │ │ │

│ │успех 1400 м2)│ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 5 │В том числе│ │ │ 4,04 │ │ 12,12 │

│ │заработная │ │ │ │ │ │

│ │плата рабочих│ │ │ │ │ │

│ │при машинах │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 6 │Всего │ │ 578,6 │ 2917 │ 385,7 │ 1940,1 │

│ │заработная │ │ │ │ │ │

│ │плата на 10000│ │ │ │ │ │

│ │м2 основания│ │ │ │ │ │

│ │(стр. 4 х│ │ │ │ │ │

│ │10000/1400) │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │

│ 7 │Заработная │ │ │ 28,8 │ │ 86,5 │

│ │плата рабочих│ │ │ │ │ │

│ │при машинах на│ │ │ │ │ │

│ │10000 м2│ │ │ │ │ │

│ │(стр.3 х│ │ │ │ │ │

│ │10000/1400) │ │ │ │ │ │

└────┴──────────────┴───────┴─────────┴──────────┴──────────┴───────────┘

──────────────────────────────

\* ЕНиР 17-2, ЕниР-17-11, табл.2.

\*\* Технологические карты (см. [п.3.3.7](#sub_337)).

**Приложение 5**

**Основные характеристики отечественных рулонных СМ**

┌─────┬─────────────────────┬────────┬──────────┬──────────┬───────────┬───────────┬──────────┬───────────┬───────────┬──────────┬───────────────┐

│N п/п│Наименование (марка) │Толщина,│Ширина, мм│ Вес, г/м2│Минимальная│Относитель-│ Условный │ Условный │Относитель-│Коэффици- │ Рекомендуемая │

│ │ СМ, сырье, способ │ мм │ │ │ прочность │ ное │ модуль │ модуль │ ная │ ент │ область │

│ │ упрочнения │ │ │ │ при │ удлинение │упругости │ упругости │ прочность │фильтрации│ применения │

│ │ │ │ │ │растяжении │при разрыве│ Е\_см │ Е'\_см │ при │К\_ф, м/сут│ │

│ │ │ │ │ │ R\_р, Н/см │эпсилон\_р, │(деформа- │(сферичес- │длительном │ │ │

│ │ │ │ │ │ │продольное │ ции │ кое рас- │ действии │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ (попереч- │ Е\_дсм), │ тяжение), │нагрузки к │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ ное) нап- │ Н/см │ Н/см │ R\_р, % │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ равление, │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ % │ │ │ │ │ │

├─────┼─────────────────────┼────────┼──────────┼──────────┼───────────┼───────────┼──────────┼───────────┼───────────┼──────────┼───────────────┤

│ 1 │ 2 │ 3 │ 4 │ 5 │ 6 │ 7 │ 8 │ 9 │ 10 │ 11 │ 12 │

├─────┼─────────────────────┼────────┼──────────┼──────────┼───────────┼───────────┼──────────┼───────────┼───────────┼──────────┼───────────────┤

│ 1 │Армодор 1: │ 3-4 │ 1500 │ 900 │ 50 │ 30 (50) │350 (200) │ 500 │ 40-50 │ До 40 │Армирующая, │

│ │смесь волокон, │ │ │ │ │ │ │ │ │ │защитная │

│ │включая │ │ │ │ │ │ │ │ │ │прослойка при│

│ │несинтетические, │ │ │ │ │ │ │ │ │ │усилении │

│ │нетканный, │ │ │ │ │ │ │ │ │ │верхней части│

│ │иглопробивной, │ │ │ │ │ │ │ │ │ │дорожных │

│ │обработанный │ │ │ │ │ │ │ │ │ │конструкций │

│ │дисперсией резины (ТУ│ │ │ │ │ │ │ │ │ │(активная зона│

│ │63.178 ОП 09-81) │ │ │ │ │ │ │ │ │ │земляного │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │полотна, нижние│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │слои дорожных│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │одежд, обочины)│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 2 │Армодор 2: отходы│ 1 │ 1000- │ 1500 │ 40 │ 20 (25) │600 (500) │ 1000 │ 30-40 │ - │То же и│

│ │поливинилхлорида с│ │ 1200 │ │ │ │ │ │ │ │дополнительно в│

│ │добавками, пленочный│ │ │ │ │ │ │ │ │ │качестве │

│ │(ТУ 63.070 ОП 37-86) │ │ │ │ │ │ │ │ │ │гидроизолирую- │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │щей прослойки │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 3 │Дорнит, нетканый,│ │ │ │ │ │ │ │ │ │Дренирующая, │

│ │иглопробивной, смесь│ │ │ │ │ │ │ │ │ │защитная и│

│ │синтетических волокон│ │ │ │ │ │ │ │ │ │армирующая │

│ │(ТУ 21-29-81-81): │ │ │ │ │ │ │ │ │ │прослойка в│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │слабых │

│ │тип 1 │ │ │ │ 70 │ 70 (130) │150 (100) │ 250 │ │ │основаниях │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │насыпей (типы│

│ │ " 2 │ 4 │850- 2500 │ 600 │ 60 │ 70 (130) │150 (100) │ 250 │ 50 │ 150 │1, 2),│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │дренирующая и│

│ │ " 3 │ │ │ │ 40 │ 80 (140) │ 100 (50) │ 200 │ │ │защитная │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │прослойка │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │дренажных │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │устройств на│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │откосах (типы 1│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │- 3), защитная│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │прослойка в│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │нижних слоях│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │основании │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │дорожных одежд,│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │на обочинах,│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │дренирующая и│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │защитная │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │прослойка в│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │сочетании с│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │песчаными │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │слоями (типы 1,│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │2) │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 4 │Нетканый │ 2,5- │ 1500 │ 500-800 │ 70 │ 150 (170) │150 (100) │ 250 │ 50 │ 80 │Защитная │

│ │аглопробивной │ 3,5 │ │ │ │ │ │ │ │ │прослойка в│

│ │капроновый материал│ │ │ │ │ │ │ │ │ │нижних слоях│

│ │(ТУ 6-06-С105-84) │ │ │ │ │ │ │ │ │ │дорожных одежд,│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │на обочинах,│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │откосах, слабых│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │основаниях │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │насыпей │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │временных │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │дорог, в│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │дренажных │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │устройствах │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │

│ 5 │СПАП: сетка из│ 2 │ 1200 │ 370 │ 300 │ 3-6 │Более 1000│ - │ 40 │ - │Армирующая │

│ │стекловолокна │ │ │ │ │ │ (900) │ │ │ │прослойка при│

│ │пропитанная (ТУ│ │ │ │ │ │ │ │ │ │обеспечении │

│ │6-11-217-76) │ │ │ │ │ │ │ │ │ │общей и│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │защитная при│

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │обеспечении │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │местной │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │устойчивости │

│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │откосов │

└─────┴─────────────────────┴────────┴──────────┴──────────┴───────────┴───────────┴──────────┴───────────┴───────────┴──────────┴───────────────┘

**Примечания.** 1. Значение показателей по [графам 6 - 8](#sub_5010) даны для испытаний в условиях одноосного растяжения ([п.2.3.1](#sub_231)), по графе 9 - в условиях сложного напряженного состояния (сферическое растяжение - п.2.3.1).

2. Значение показателя в [графе 10](#sub_5010) соответствует величине дельта сигма\_д ([пп.3.2.8](#sub_328) и [4.2.4](#sub_424) Указаний).

3. Область и эффективность применения СМ уточняют применительно к конкретным условиям проектирования и строительства после выполнения расчетов по методикам, изложенным в соответствующих разделах Указаний.

**Приложение 6**

**Устройство защитных прослоек из рулонных бумажных материалов**

Защитные прослойки из рулонных бумажных материалов устраивают для обеспечения выполнения технологии устройства слоя основания из крупнофракционных материалов, укладываемых на песчаный дренирующий слой или на грунт земляного полотна, и их защиты от перемешивания. Рулонный бумажный материал укладывают под слой основания.

Для устройства прослойки используют двухслойную упаковочную бумагу (ГОСТ 8828-75) или пароводонепроницаемую бумагу (ТУ 81-04-236-79), обработанную с обеих сторон битумом. После обработки бумага должна иметь характеристики не ниже приведенных в табл.1.

**Таблица 1**

┌─────────────────────────┬──────────────┬──────────────┬───────────────┐

│ Состояние образцов при │Прочность при │ Условный │ Относительная │

│ испытании │ растяжении │ модуль │деформация при │

│ │ R\_р, Н/см │ упругости │ разрыве, % │

│ │ │ Е\_см, │ │

│ │ │ Н/см │ │

├─────────────────────────┼──────────────┼──────────────┼───────────────┤

│Воздушно-сухие │ 40 │ 2000 │ 2 │

│ │ │ │ │

│Водонасыщенные │ 20 │ 900 │ 3 │

│ │ │ │ │

│После 15 циклов│ 10 │ 600 │ 3 │

│замораживания-оттаивания │ │ │ │

└─────────────────────────┴──────────────┴──────────────┴───────────────┘

Ширина бумажного рулона предпочтительна более 1,8 м, масса не более 600 кг. Бумага должна отвечать требованиям по сопротивляемости местным повреждениям ([п.2.3.2](#sub_232)). В случае если последняя недостаточна, бумагу укладывают в два слоя, склеивая их битумом.

Обработку бумаги битумом выполняют одновременно с ее укладкой с помощью специальной установки (рис.7), монтируемой на самоходной машине или прицепе, при этом ширина колеи шасси должна быть менее ширины бумажного рулона. Работу ведут в следующем порядке:

**Рис.7. Схема установки для обработки битумом бумажного материала и его укладки**

****

"Рис.7. Схема установки для обработки битумом бумажного материала и его укладки"

рулон бумаги (в случае укладки в два слоя - два рулона бумаги) устанавливают на оси. В ванну заливают горячий (t = 160 - 170°С) битум БНД 90/130 и включают горелку подогревающего устройства. Бумагу запасовывают через систему роликов и вручную протягивают до соприкосновения с поверхностью земляного полотна или слоем, на который она укладывается. Далее бумагу сматывают с рулона и протягивают через битум за счет движения машины. При обработке бумаги битумом расход его регулируется специальным устройством. Для укладки однослойных прослоек расход битума составляет 600 - 800 г/м2, при двухслойных - до 1200 г/м2.

Укладку выполняют вдоль оси дороги, начиная от обочин, с перекрытием отдельных рядом лежащих полотен на 0,15 - 0,2 м. Работы следует вести в сухую погоду при температуре воздуха не менее 5°С и силе ветра не более 6 м/с.

Отсыпка на прослойку материала вышележащего слоя ведется по способу "от себя" без заезда построечного транспорта на открытую поверхность. Разравнивание материала выполняют не менее чем за три хода, чтобы предотвратить скольжение его по бумаге, что может вызвать ее разрыв. В течение смены весь уложенный материал должен быть перекрыт вышележащим слоем.