

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Уральский государственный лесотехнический университет»  
(УГЛТУ)

А. Ю. Шаров  
С. А. Чудинов  
А. В. Моцный

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И НЕЖЕСТКИХ  
ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

Учебник

Екатеринбург  
УГЛТУ  
2025

УДК 625.71:625.8-021  
ББК 39.311:30.2  
Ш18

Рецензенты:

ООО «Уральский дорожный научно-исследовательский центр», генеральный директор, профессор, д-р техн. наук *В. Н. Дмитриев*;

*А. А. Цариков*, канд. техн. наук, начальник внедрения новой техники, технологий и транспортного обслуживания ГКУСО «Управление автомобильных дорог»

**Шаров, Алексей Юрьевич.**

Ш18 Основы проектирования современных конструкций земляного полотна и нежестких дорожных одежд : учебник / А. Ю. Шаров, С. А. Чудинов, А. В. Моцный ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ. – 260 с.

ISBN 978-5-94984-969-9

Рассмотрены и описаны взаимовлияния различных причин, причинно-действующих факторов, влияющих на выбор поперечных профилей земляного полотна и дорожной одежды, приведены наиболее распространенные типовые поперечные профили земляного полотна и дорожной одежды в I, II и III дорожно-климатических зонах.

Материалы настоящего учебника могут использоваться обучающимися и преподавателями на практических занятиях и при организации самостоятельной работы в виде дополнительных заданий.

Предназначен для обучающихся, осваивающих образовательные программы по направлению «Строительство».

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 625.71:625.8-021  
ББК 39.311:30.2

ISBN 978-5-94984-969-9

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
Глава 1. Земляное полотно .....	6
1.1. Полоса отвода и придорожная полоса .....	6
1.2. Элементы и грунты земляного полотна .....	8
1.2.1. Земляное полотно на слабых основаниях .....	19
1.2.2. Земляное полотно дорог в условиях вечной мерзлоты .....	23
1.3. Современные конструктивные решения земляного полотна в насыпи .....	32
1.4. Современные конструктивные решения земляного полотна в выемке .....	67
Глава 2. Дорожная одежда нежесткая .....	89
2.1. Общие положения .....	89
2.2. Классификация дорожных одежд и видов покрытий .....	91
2.3. Конструирование современных нежестких дорожных одежд .....	97
2.3.1. Конструирование современных покрытий и оснований дорожных одежд капитального и облегченного типов .....	102
2.3.2. Конструирование современных покрытий и оснований дорожных одежд переходного типа .....	105
2.3.3. Нормативные и расчетные нагрузки в современных нежестких дорожных одеждах .....	106
2.3.4. Определение суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки в современных нежестких дорожных одеждах .....	108
Заключение .....	198
Список литературы .....	200
Приложения .....	203

## ВВЕДЕНИЕ

Важнейшими задачами экономического развития России являются повышение эффективности инвестиций во всех сферах хозяйственной деятельности и улучшение качества продукции. Основной задачей настоящего и будущего дорожной отрасли для решения стратегических задач в рамках глобальной экономики является создание современной, комфортной и надежной транспортной инфраструктуры.

Основным инструментом достижения стратегических целей может стать продолжение совместной работы федеральных и региональных ведомств дорожного хозяйства.

Нельзя забывать о том, что устойчивый экономический рост, укрепление национальной безопасности России и повышение качества жизни россиян во многом определяются состоянием дорожного хозяйства страны в целом и автодорожного строительства в регионах Российской Федерации.

Основными элементами автомобильной дороги являются земляное полотно и дорожная одежда.

Земляное полотно, являясь инженерным сооружением из грунта, воспринимает нагрузки от подвижного состава, выравнивает земную поверхность в пределах трассы автомобильной дороги для придания необходимого плана и профиля. От надежности земляного полотна зависят скорость движения, масса автопоездов, пропускная способность автомобильных дорог.

Земляное полотно работает в сложных условиях, так как подвергается значительной нагрузке от подвижного состава и влиянию природных факторов. От целостности и состояния земляного полотна зависит надежность и долговечность автомобильной дороги в целом.

Основой будет являться комплекс устройств и мероприятий по защите от вредного воздействия природных факторов, обеспечении заданного уровня надежности по прочности, стабильности и устойчивости земляного полотна при минимальных затратах, а также максимальном сохранении ценных земель и наименьшем ущербе природной среде.

Дорожная одежда является многослойной конструкцией в пределах проезжей части автомобильной дороги, воспринимающей нагрузку от автотранспортных средств, перераспределяющей и передающей ее на грунт.

Наибольший эффект при проектировании и строительстве современных нежестких дорожных одежд дает использование наилучших технологий и материалов, грунтов укрепленных стабилизирующими минеральными и комплексными вяжущими. В дополнительных слоях основания современных нежестких дорожных одежд применяют прочные материалы крупные пески, гравийно-песчаные и гравийные смеси.

В настоящем учебнике рассматриваются вопросы обоснования и грамотного применения типовых поперечных профилей земляного полотна и дорожной одежды, оказывающих основное влияние на долговечность и транспортно-эксплуатационные качества дорог.

Учебник предназначен для студентов направления «Строительство», изучающих дисциплину «Изыскание и проектирование автомобильных дорог».

# Глава 1

## ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО

Земляное полотно предусматривают с учетом категории дороги, типа дорожной одежды, высоты насыпи и глубины выемки, свойств грунтов, используемых в земляном полотне, условий производства работ по возведению полотна, природных условий района строительства и особенностей инженерно-геологических условий участка строительства, опыта эксплуатации дорог в данном районе, исходя из обеспечения требуемых прочности, устойчивости и стабильности как самого земляного полотна, так и дорожной одежды при наименьших затратах на стадиях строительства и эксплуатации, а также при максимальном сохранении ценных земель и наименьшем ущербе окружающей природной среде [1].

### 1.1. Полоса отвода и придорожная полоса

Земляное полотно должно располагаться в границах полосы отвода и придорожной полосы [2].

Границы полосы отвода автомобильной дороги определяются на основании документации по планировке территории, за исключением случаев, предусмотренных земельным законодательством. Подготовка документации по планировке территории, предназначенной для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса, осуществляется с учетом утверждаемых Правительством Российской Федерации норм отвода земель для размещения указанных объектов [2].

В границах полосы отвода автомобильной дороги, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Федеральным законом, запрещается выполнение ряда следующих видов работ [2].

1. Выполнение работ, не связанных со строительством, с реконструкцией, капитальным ремонтом, ремонтом и содержанием автомобильной дороги, а также с размещением объектов дорожного сервиса.

2. Размещение зданий, строений, сооружений и других объектов, не предназначенных для обслуживания автомобильной дороги, ее строительства, реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания и не относящихся к объектам дорожного сервиса.

3. Распашка земельных участков, покос травы, осуществление рубок и повреждение лесных насаждений и иных многолетних насаждений, снятие дерна и выемка грунта, за исключением работ по содержанию полосы отвода автомобильной дороги или ремонту автомобильной дороги, ее участков.

4. Выпас животных, а также их прогон через автомобильные дороги вне специально установленных мест, согласованных с владельцами автомобильных дорог.

5. Установка рекламных конструкций, информационных щитов и указателей, не соответствующих требованиям технических регламентов и (или) нормативным правовым актам и не имеющих отношения к обеспечению безопасности дорожного движения или осуществлению дорожной деятельности.

Придорожные полосы автомобильной дороги являются территориями, которые прилегают с обеих сторон к полосе отвода автомобильной дороги и в границах которых устанавливается особый режим использования земельных участков (частей земельных участков) в целях обеспечения требований безопасности дорожного движения, а также нормальных условий реконструкции, капитального ремонта, ремонта, содержания автомобильной дороги, ее сохранности с учетом перспектив развития автомобильной дороги [2].

Для автомобильных дорог, за исключением расположенных в границах населенных пунктов, устанавливаются придорожные полосы в зависимости от класса и (или) категории автомобильных дорог с учетом перспектив их развития ширина каждой придорожной полосы зависит от категории автомобильной дороги [2].

1. Семьдесят пять метров, автомобильные дороги первой и второй категорий.

2. Пятьдесят метров, автомобильные дороги третьей и четвертой категорий.

3. Двадцать пять метров, автомобильные дороги пятой категории.

4. Сто метров, подъездные дороги, соединяющие административные центры (столицы) субъектов Российской Федерации, города федерального значения с другими населенными пунктами, а также для участков автомобильных дорог общего пользования федерального значения, построенных для объездов городов с численностью населения до двухсот пятидесяти тысяч человек.

5. Сто пятьдесят метров, участки автомобильных дорог, построенных для объездов городов с численностью населения свыше двухсот пятидесяти тысяч человек.

Решение об установлении придорожных полос автомобильных дорог федерального, регионального или муниципального, местного значения или об изменении таких придорожных полос принимается соответственно федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере дорожного хозяйства, уполномоченным исполнительным органом субъекта Российской Федерации, органом местного самоуправления [2].

## 1.2. Элементы и грунты земляного полотна

Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и стабильным, соответственно, его элементы не должны разрушаться или давать деформации, недопустимые с точки зрения нормальных условий эксплуатации дороги с учетом условий и срока ее службы [3].

Для обеспечения устойчивости различных элементов земляного полотна предусматривают соответствующие мероприятия, отвечающие механизму нарушения прочности и устойчивости данного элемента и в число таких мероприятий должны входить [3]:

1. Соответствующий выбор грунтов для насыпей.
2. Обеспечение правильного расположения и требуемой степени уплотнения грунта.
3. Защита грунта от источников увлажнения устройством дрainerей и гидроизоляции.
4. Защита от опасных температурных воздействий, от эрозии, волновых воздействий, правильного назначения геометрических параметров, конструкции поперечного сечения, а также высоты насыпей и глубины выемок.

Указанные мероприятия необходимо проводить комплексно с учетом местных условий, а также категории дороги и типа дорожной одежды.

Земляное полотно устраивают в виде насыпей или в выемках. Высоту насыпей и глубину выемок определяют в результате проектирования продольного профиля. Наиболее рациональное решение при сложном рельефе получают при проектировании продольного профиля совместно с земляным полотном, учитывая при назначении конструкции земляного полотна многообразие различных факторов [3]: категорию дороги, тип дорожной одежды, высоту насыпи или глубину выемки,

свойства грунтов, используемых в земляном полотне, особенности инженерно-геологических условий того или иного участка дороги (характер и условия залегания грунтов, наличие подземных и поверхностных вод, возможное влияние опасных геологических процессов и т. д.), комплекс природных особенностей района строительства. Кроме того, учитывают условия производства работ (сезонность, наличие строительной техники, сроки производства работ и т. д.), а также опыт эксплуатации дорог в данном районе. Геометрическая форма земляного полотна и его конструкция должны способствовать независимости дороги снегом, безопасности движения, а также отвечать эстетическим и экологическим требованиям.

К земляному полотну относится вся часть полосы отвода, затронутая земляными работами. Основными формами земляного полотна являются [3]:

- а) насыпи;
- б) выемки;
- в) полунасыпи;
- г) полувыемки.

Земляное полотно (рис. 1.1) включает следующие элементы [4]:

1. Насыпь или выемку (в зависимости от положения проектной линии).
2. Резервы притрассовые (в настоящее время не проектируются из-за высокой стоимости занимаемых земель и затрат при содержании из-за быстрого заиливания и потере водоотводных свойств).
3. Боковые канавы (насыпь) или кюветы (выемка).
4. Банкеты, забанкетные канавы, кавальеры и нагорные канавы, расположенные на крутом склоне.

Верхняя часть земляного полотна называется рабочим слоем. Рабочий слой следует отсыпать из непучинистых и слабопучинистых грунтов. Распространяется рабочий слой от низа дорожной одежды на 2/3 глубины промерзания, но не менее 1,5 м от поверхности покрытия проезжей части. Не допускается использовать в рабочем слое грунты, отнесенные к группе особых: слабые грунты (торфяные и заторфованные; сапропели и ильдевые глины, илы, грунты мокрых солончаков); лессы; глинистые сланцы; черноземы; мергели и мергелистые глины; трепел; пески барханные; аргиллиты и алевролиты; техногенные грунты [1].

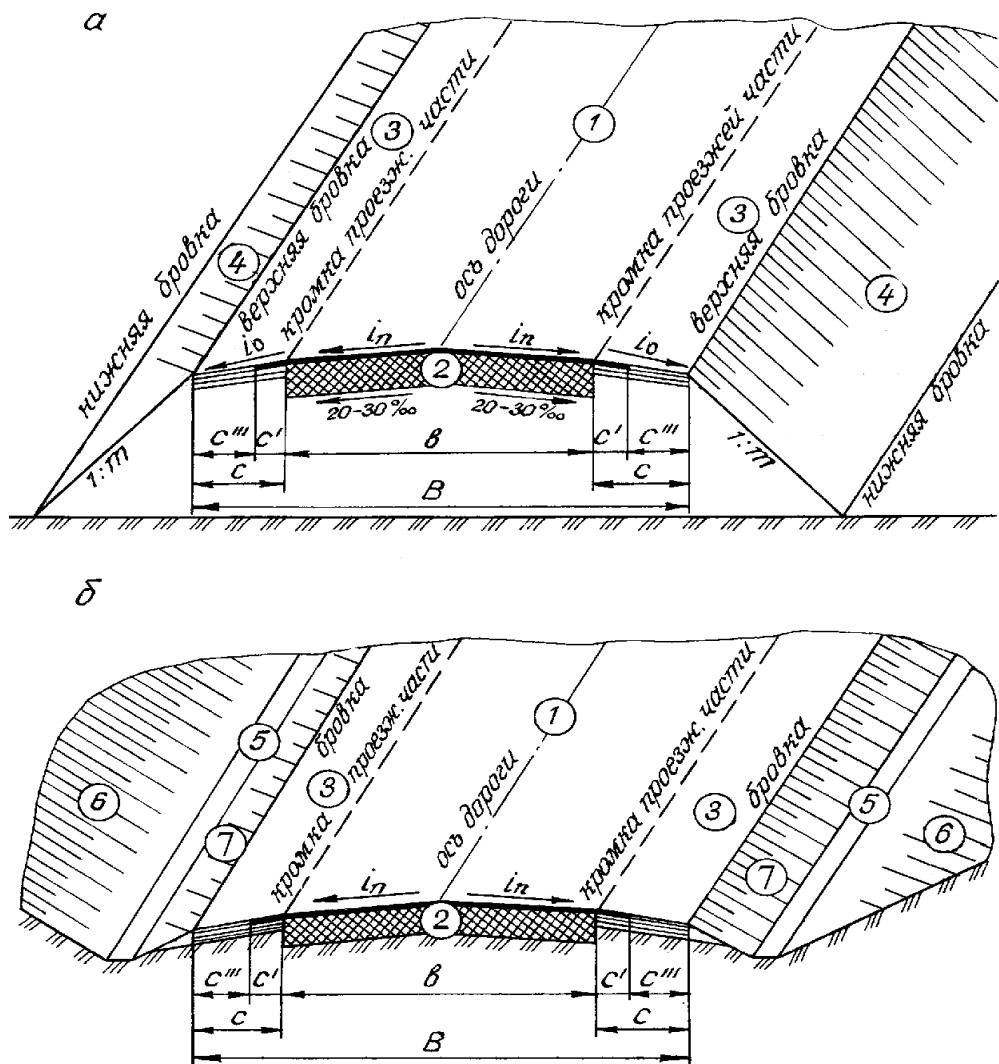


Рис. 1.1. Элементы земляного полотна:  
 а – в насыпи; б – в выемке; 1 – проезжая часть; 2 – дорожная одежда;  
 3 – обочина; 4 – откос насыпи; 5 – дно канавы в выемке; 6 – внешний откос выемки;  
 7 – внутренний откос выемки; В – ширина земляного полотна; в – ширина проезжей части;  
 с – ширина обочины; с' – ширина укрепленной полосы на обочинах;  
 с''' – ширина полос прочих видов укрепления на обочинах

Основанием насыпи является массив грунта в условиях естественного залегания, располагающийся ниже насыпного слоя, а при низких насыпях и ниже границы рабочего слоя. Основанием выемки является массив грунта, расположенный ниже границы рабочего слоя.

Боковые стороны тела насыпи (откосы) представляют собой правильно спланированные плоскости. В выемках и боковых канавах различают внутренний и внешний откосы. Внутренние откосы неглубоких выемок и канав устраивают по возможности пологими (для съезда автомобилей в аварийных случаях).

Бровкой земляного полотна является линия сопряжения поверхностей обочин и откосов насыпи. Расстояние между бровками (*B*) условно называют шириной земляного полотна. В выемке бровкой является линия сопряжения поверхности обочины и внутреннего откоса кювета.

Обочины используются для временной стоянки автомобилей и для размещения дорожно-строительных материалов во время ремонта. На обочинах вдоль проезжей части укладывают укрепительные (краевые) полосы (как правило, входят в конструкцию дорожной одежды). Наличие укрепленных краевых полос (входящих в конструкцию дорожной одежды) повышает прочность дорожной одежды и обеспечивает безопасность при случайном съезде колеса автомобиля на обочину.

Возведение насыпей предусматривается преимущественно из грунтов выемок и сосредоточенных резервов, а при прохождении дорог по малооцененным угодьям и из грунта боковых резервов. Грунты для насыпей следует применять с учетом их свойств и состояния, особенностей природных условий района проложения дороги, типа местности в соответствии с требованиями п.п. 6.5 – 6.9, 6.15, 6.22 СП 34.13330.2021 [1]. Классификация грунтов по их состоянию и свойствам приведена в табл. 1.1, 1.2, 1.3.

Таблица 1.1

Группа пород в зависимости от свойств скальных пород

Группа пород	Степень выветриваемости	Наименование скальных пород	Трещиноватость
1	Слабовыветриваемые	Глубинные и излившиеся породы, за исключением порфировых и крупнозернистых пород с размером отдельных зерен от 5 до 10 мм, некоторые метаморфические породы: кварциты; яшмы; мраморы; гнейсы роговые обманки; магматиты; эклогиты; роговики; скарны; спилозиты.	Слабая и средняя трещиноватость с наличием структурных блоков размерами более 0,3 м

Окончание табл. 1.1

Группа пород	Степень выветриваемости	Наименование скальных пород	Трещиноватость
		Некоторые осадочные породы – песчаники, брекчии и конгломераты с очень прочной и стойкой цементацией (кремнистой, опаловой, железистой, карбонатной), плотные опоки, доломиты, мелко-микрозернистые известняки с размером отдельных зерен до 1 мм	
2	Легковыветриваемые неразмягченные	Все породы 1-й группы при наличии структурных блоков размером менее 0.3 м, крупнозернистые и порфировидные глубинные и излившиеся породы, хлоритовые, тальковые, амфиболитовые и другие кристаллические сланцы, филлитовые и глинистые сланцы, мергель с примесью глины до 50 %, неразмягчаемые породы 3-й группы	Для пород 1-й группы – с размерами блоков менее 0,3 м, для других пород – независимо от трещиноватости
3	Легковыветриваемые в том числе размягченные	Мергель с содержанием глины от 50 % до 70 %, мергелистая глина с содержанием глины от 70% до 90 %, мергелистые, глинистые, глинисто-гипсовые и глинисто- мергелистые конгломераты, брекчии и туфбрекчии, глинистые и глинисто-гипсовые песчаники, туфы и туффиты, аргиллиты, алевролиты, трепел, мел и мелоподобные породы	Независимо от трещиноватости

Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и стабильным. Основное требование определяется тем, что его элементы не должны разрушаться или давать деформации, недопустимые с точки зрения нормальных условий эксплуатации дороги с учетом условий и срока ее службы.

Грунты, используемые в дорожном строительстве, по происхождению, составу, состоянию в природном залегании, набуханию, просадочности и степени цементации льдом подразделяются в соответствии с ГОСТ 25100 [5].

Таблица 1.2

Типы грунтов в зависимости от содержания частиц в % от массы сухого грунта

Типы грунтов	Содержание частиц в % от массы сухого грунта
1. Крупнообломочные	
2. Глыбовые (при преобладании окатанных камней – валунный)	Вес камней крупнее 200 мм составляет более 50 %
3. Щебенистый (при преобладании окатанных частиц – галечниковый)	Вес частиц крупнее 10 мм составляет более 50 %
4. Дресвяный (при преобладании окатанных частиц – гравийный)	Вес частиц крупнее 2 мм составляет более 50 %
5. Песчаный:	
а) гравелистый	Вес частиц крупнее 2 мм составляет более 25 %
б) крупный	Вес частиц крупнее 0,5 мм составляет более 50 %
в) средней крупности	Вес частиц крупнее 0,25 мм составляет более 50 %
г) мелкий	Вес частиц крупнее 0,1 мм составляет более 75 %
д) пылеватый	Вес частиц крупнее 0,1 мм составляет более 75 %

Пески с коэффициентом неоднородности  $C_V > 3$  являются неоднородными (разнозернистыми), с коэффициентом неоднородности  $C_V < 3$ , а также мелкие пески с содержанием по весу 90 % и более частиц диаметром от 0,1 до 0,25 мм являются одноразмерными. Коэффициент неоднородности определяется по зависимости:

$$C_V = \frac{d_{60}}{d_{10}}, \quad (1.1)$$

где  $d_{60}$ ,  $d_{10}$  – диаметры частиц, мм.

Суммарное содержание частиц, имеющих расчетные диаметры, составляет в данном грунте соответственно 60 % и 10 % (по массе).

При сооружении земляного полотна в I, II и III (IV, V) дорожно-климатических зонах для дорог I – V категорий по технико-экономическим соображениям и необходимости использования привозных грунтов, выгодности разработки и транспортировки золошлаковых смесей по сравнению с разработкой и транспортировкой грунтов из сосредоточенных резервов могут использоваться золошлаковые смеси, получаемые при сгорании на ТЭС различных видов твердого топлива (бурого или каменного угля, торфа, горючих сланцев). Основание земляного полотна в I, II, III ДКЗ представлено связными грунтами (табл. 1.3), ограничено пригодными в рабочем слое земляного полотна.

Таблица 1.3

## Типы и виды глинистых грунтов

Типы грунтов	Виды грунтов	Показатели	
		Содержание песчаных частиц, % по массе	Число пластичности, $I_p$
Супесь	Легкая крупная	Более 50	1–7
	Легкая	Более 50	1–7
	Пылеватая	50–20	1–7
	Тяжелая пылеватая	Менее 20	1–7
Суглинок	Легкий	Более 40	7–12
	Легкий пылеватый	Менее 40	7–12
	Тяжелый	Более 40	12–17
	Тяжелый пылеватый	Менее 40	12–17
Глина	Песчанистая	Более 40	17–27
	Пылеватая	Менее 40	17–27
	Жирная	Не нормируется	Более 27

*Примечания.* 1. Для супесей легких крупных в графе 3 учитывается содержание песчаных частиц размером от 2 до 0,25 мм, для остальных грунтов от 2 до 0,05 мм.

2. При содержании в грунте от 25 до 50 % (по массе) частиц крупнее 2 мм к названию глинистых грунтов добавляется слово “гравелистый” (при окатанных частицах) или “щебенистый” (при неокатанных частицах).

Морозоустойчивость золошлаковых смесей приближенно может быть оценена по содержанию в них частиц менее 0,05 мм. При содержании частиц менее 0,05 мм не более 5 % величина морозного пучения не превышает 3 %. Непучинистые и слабопучинистые золошлаковые

смеси следует применять для возведения земляного полотна без ограничений. Пучинистые золошлаковые смеси допускается применять для земляного полотна с использованием комплекса мероприятий по обеспечению морозоустойчивости всей конструкции. Золошлаковые смеси очень пучинистые, для возведения земляного полотна применять не следует [3].

Критерием оценки пригодности золошлаковых смесей для возведения земляного полотна следует считать их морозоустойчивость, оцениваемую степенью пучинистости (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Степень пучинистости золошлаковых смесей	Значение относительного морозного пучения, $K_{\text{пуч}}$ , %
1. Непучинистые	Менее 1
2. Слабопучинистые	1–3
3. Пучинистые	3–10
4. Очень пучинистые	Более 10

Основанием насыпи является массив грунта в условиях естественного залегания, располагающийся ниже насыпного слоя, а при низких насыпях – ниже границы рабочего слоя. Основанием выемки является массив грунта ниже границы рабочего слоя [4].

Боковые стороны тела насыпи (откосы) представляют собой правильно спланированные плоскости (в выемках и боковых канавах различают внутренний и внешний откосы). Внутренние откосы неглубоких выемок и канав устраивают по возможности пологими (для съезда автомобилей в аварийных случаях) [3].

Бровкой земляного полотна является линия сопряжения поверхностей обочин и откосов насыпи. Расстояние между бровками ( $B$ ) условно называют шириной земляного полотна. В выемке бровкой является линия сопряжения поверхности обочины и внутреннего откоса кювета [3].

Верхнюю часть земляного полотна (рабочий слой) следует отсыпать из непучинистых, и слабопучинистых грунтов на 1,2 м от поверхности цементобетонных покрытий, на 1,0 м от поверхности асфальтобетонных покрытий во II дорожно-климатической зоне, 1,0 – 0,8 м в III дорожно-климатической зоне. При отсутствии таких грунтов и использовании пучинистых грунтов III–V категорий пучинистости необходимо определять величину пучения расчетом [1].

Для обеспечения устойчивости и прочности рабочего слоя земляного полотна и дорожной одежды возвышение поверхности покрытия (табл. 1.5) над расчетным уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно (более 30 сут.) стоящих поверхностных вод, а также над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком (уклон менее 3 %) или над уровнем кратковременно (менее 30 сут.) стоящих поверхностных вод должно соответствовать требованиям СП 34.13330. 2012 [1].

В условиях IV–V дорожно-климатических зон (прил. 1) верхняя часть земляного полотна (рабочий слой) должна состоять из ненабухающих и непросадочных грунтов на глубину 1,0 и 0,8 м от поверхности соответственно цементобетонного и асфальтобетонного покрытия (коэффициент уплотнения грунта в теле насыпи следует принимать в соответствии с СП 34.13330.2012) [1].

Таблица 1.5

Наименьшее возвышение поверхности покрытия для обеспечения устойчивости и прочности рабочего слоя земляного полотна и дорожной одежды

Грунт рабочего слоя	Наименьшее возвышение поверхности покрытия, м, в пределах дорожно-климатических зон		
	I	II	III
Песок мелкий, супесь легкая	<u>1,4</u>	<u>1,1</u>	<u>0,9</u>
крупная, супесь легкая	1,2	0,9	0,7
Песок пылеватый, супесь	<u>1,8</u>	<u>1,5</u>	<u>1,2</u>
пылеватая	1,5	1,2	1,0
Суглинок легкий, суглинок	<u>2,5</u>	<u>2,2</u>	<u>1,8</u>
тяжелый, глины	1,7	1,6	1,4
Супесь тяжелая пылеватая,	<u>2,7</u>	<u>2,4</u>	<u>2,1</u>
суглинок легкий пылеватый,	1,9	1,8	1,5
суглинок тяжелый пылеватый			

*Примечание.* В числителе – возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно (более 30 сут.) стоящих поверхностных вод, в знаменателе – то же, над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 30 сут.) стоящих поверхностных вод.

Насыпи, как правило, следует возводить из однородных грунтов. Отсыпаемый грунт должен разравниваться на всю ширину земляного полотна горизонтальными или слабонаклонными слоями, толщина которых назначается в зависимости от используемых уплотняющих средств и норм плотности.

При проектировании насыпи из неоднородных грунтов должны соблюдаться следующие условия:

- поверхность слоев из менее дренирующих грунтов (располагаемых под слоями из более дренирующих) должна иметь уклон в пределах от 40 до 100 % от оси насыпи к краям;
- поверхность слоя из более дренирующих грунтов, расположенных под слоями менее дренирующих, должны быть горизонтальными;
- откосы из более дренирующих грунтов не должны прикрываться менее дренирующими грунтами;
- возведение насыпей из неоднородных грунтов, состоящих из песка, суглинка и гравия, допускается в виде естественной карьерной смеси.

При возведении насыпей из каменного материала, являющегося продуктом разработки выемок или процесса выветривания, верхний слой насыпи возводят из наиболее мелкого камня, приближающегося по своим размерам к размеру щебня основания покрытия.

Тип поперечного профиля земляного полотна (рис. 1.3–1.29) зависит от рабочей отметки, которая, в свою очередь, зависит от руководящей отметки.

Рабочей отметкой земляного полотна является разность между отметкой по оси дороги и поверхностью земли (основания земляного полотна).

Руководящей отметки следует придерживаться при проектировании продольного профиля. Руководящая отметка зависит от грунтово-гидрогеологических условий и, соответственно, от схемы увлажнения земляного полотна (рис. 1.2).

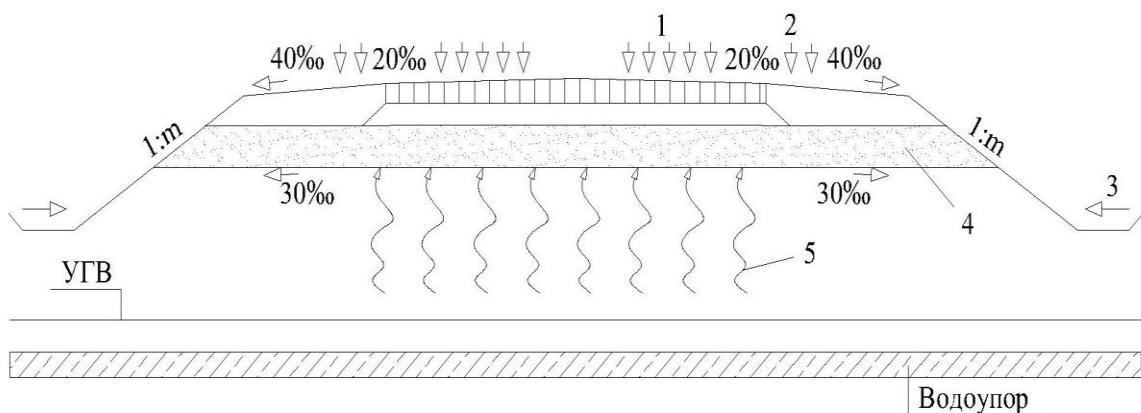


Рис. 1.2. Схема увлажнения земляного полотна:  
 1 – осадки, просачивающиеся через трещины и разрушения в покрытии; 2 – осадки, просачивающиеся через обочины; 3 – вода, поступающая из боковых каналов и кювет-резервов; 4 – дренирующий слой; 5 – капиллярная вода

Продольным профилем дороги является проекция оси дороги на вертикальную плоскость, совпадающую с направлением дороги. Продольный профиль входит в состав основного комплекта рабочих чертежей для выполнения строительно-монтажных работ. На чертеже продольного профиля должна быть представлена информация о местности (гидрогеологические данные) и проектные решения, от которых зависят как объемы предстоящих строительных работ, так и транспортно-эксплуатационное качество дороги.

Пример определения руководящей отметки.

По условиям увлажнения верхней толщи грунта строительные нормы выделяют три типа местности: 1-й тип – сухие участки; 2-й тип – сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года; 3-й тип – сырые участки с постоянным избыточным увлажнением.

На местности, отнесенной к 1-му типу (сухие участки), руководящую отметку назначают по условию снегозаносимости дороги.

На участках, отнесенных к местности 2-го типа (сырые участки), когда поверхностный сток не обеспечен, но поверхностные воды стоят кратковременно (менее 30 сут.) и грунтовые воды не влияют на увлажнение верхней толщи, руководящая отметка равна знаменателю табл. 1.5.

На участках 3-го типа, где поверхностные воды стоят длительно (более 30 сут.) и влияют на увлажнение верхней толщи, а также при наличии верховодки и болотных и полуболотных почв, руководящая отметка равна:

$$H_p = H_\partial + h_n, \quad (1.2)$$

где  $H_\partial$  – высота длительно стоящих поверхностных вод, м, устанавливается по данным инженерных изысканий (по заданию на проектирование) или метеорологическим справочникам;

$h_n$  – нормативное значение минимального возвышения поверхности покрытия над уровнем верховодки или длительно стоящих поверхностных вод, м, принимается по числителю табл. 1.5.

По условию снегозаносимости дороги руководящая отметка равна:

$$H_p = H_{cn} + h_{bp}, \quad (1.3)$$

где  $H_{cn}$  – расчетная высота снегового покрова, м; принимается в зависимости от района строительства по среднемноголетним наблюдениям (при вероятности превышения 5 %);

$h_{bp}$  – наименьшее возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова, м.

Значение  $h_{\delta p}$  принимают в зависимости от категории дороги:  $h_{\delta p} = 1,2$  м для дорог I категории и 0,7; 0,6; 0,5 и 0,4 м, соответственно, для дорог II, III, IV и V категорий.

Пример обоснования типа местности по условиям увлажнения.

Исходные данные: автомобильная дорога II технической категории расположена в Свердловской обл.; дорожно-климатическая зона (ДКЗ, приложение 1) – II; тип грунта – супесь легкая крупная; уровень грунтовых вод (УГВ) – 4,50 м; глубина промерзания грунта – 1,80 м; толщина снежного покрова – 0,54 м.

В нашем случае грунтовые воды не оказывают влияние на увлажнение верхней толщи грунта, так как уровень залегания ниже глубины промерзания грунта на 2,70 м, следовательно, руководящую отметку определяем по условиям увлажнения грунта по нормам, установленным в зависимости от ДКЗ и вида грунта.

Грунт супесь легкая крупная для 1-го и 2-го типа местности по увлажнению согласно СП 34.13330-2012 [1] относится к слабопучинистым грунтам (пригодный грунт для возведения насыпи во II ДКЗ).

Для рассматриваемого в примере грунта супесь легкая крупная руководящую отметку принимаем по условиям увлажнения грунта для кратковременно стоящих поверхностных вод (менее 30 сут.) по знаменателю табл. 1.5:  $H_p = 0,9$  м.

На участках 1-го типа местности с обеспеченным стоком руководящую отметку назначаем по условию снегозаносимости дороги.

Толщину снегового покрова  $h_{ch}$  (в качестве примера) принимаем равной 0,54 м.

Наименьшее нормативное возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова  $h_{\delta p} = 0,7$  (для дорог II категории).

По зависимости (1.3.) определяем руководящую отметку по условию снегозаносимости дороги:

$$H_p = 0,54 + 0,7 = 1,24 \text{ м.}$$

Сравниваем руководящую отметку по условию увлажнения земляного полотна с вычисленной отметкой по условию снегозаносимости дороги и принимаем для проектирования продольного профиля наибольшую из них:  $H_p = 1,24$  м.

### 1.2.1. Земляное полотно на слабых основаниях

В настоящее время к строительным типам слабых грунтов относятся: заторфованные грунты; илы; рыхлые пески; пылевато-глини-

стые грунты с высокой пористостью, находящиеся в текуче-пластичном или текучем состоянии. Также к слабым грунтам относят торф и сапропели.

В быту к слабым относятся грунты, легко отрываемые малой лопатой (песок, рыхлая земля).

Земляное полотно на слабых основаниях назначается с учетом строительного типа слабых грунтов, а также категории дороги. Классификация слабых грунтов принимается в соответствии с СП 34.13330.2021 [1].

Строительный тип основания устанавливают с учетом строительного типа грунтов, слагающих слабую толщу. Следует различать три типа слабых грунтов [5]:

а) к первому типу относятся грунты, которые обладают достаточной прочностью в природном состоянии и при передаче на них нагрузки могут только сжиматься;

б) ко второму типу относятся грунты, не обладающие в природном состоянии достаточной прочностью, вследствие чего при быстрой передаче на них нагрузки от насыпи они выдавливаются, при медленной же передаче нагрузки они уплотняются с соответствующим увеличением прочности;

в) к третьему типу относятся грунты, которые при любом режиме отсыпки выдавливаются из-за недостаточной прочности.

Строительный тип слабых грунтов можно установить по основным показателям состава и состояния грунта (табл. 1.6, 1.7, 1.8), а так же по величине сопротивляемости сдвигу, устанавливаемой путем испытаний с помощью “крыльчатки” (табл. 1.9) [5].

Таблица 1.6

Определение строительного типа мергелей

Разновидность грунта	Природная влажность, %	Строительный тип грунта
Маловлажный	<70	1,11*
Средней влажности	70–150	11
Очень влажный	>150	111

\* к типу I следует относить болотный мергель при влажности  $W \leq 60\%$ .

Таблица 1.7

## Определение строительного типа торфяного грунта

Разновидность грунта	Природная влажность	Степень разложения (волокнистости), %		
		<25 (>75)	25-40 (75-60)	>40 (<60)
Осущеный	<300	I	I	I
Маловлажный	300–600	I	I – II*	I – II**
Средней влажности	600–900	I	II	II
Очень влажный	900–1200	I	II	II
Избыточно-влажный	>1200	I – II	II	III

\* к типу I следует относить торф при влажности менее 500 %

\*\* к типу I следует относить торф средней зольности (5–20 %) с влажностью менее 400 %.

Таблица 1.8

## Определение строительного типа сапропелевых грунтов

Разновидность грунта	Природная влажность W, %		Строительный тип
	Органический	Органоминеральный	
1. Маловлажный	≤350	≤150	I – II*
2. Средней влажности	350–600	150–400	II
3. Очень влажный	600–1200	400–900	II – III**
4. Избыточно-влажный	>1200	>900	III

\* для уточнения типа необходимы лабораторные испытания на сдвиг и компрессию. К типу I следует относить органический сапропель при влажности W<200% и органоминеральный при влажности W<50 %;

\*\* к типу III следует относить органический сапропель при W>1000 % и органоминеральный при влажности W>550%.

Таблица 1.9

## Определение типа болотных грунтов по сопротивляемости сдвигу в природном залегании

Сопротивление сдвигу по “крыльчатке”, кг/см <sup>2</sup>	Вид болотных грунтов	
	Торф	Сапропель
>0,2	I	I
0,2–0,1	I–II*	II
0,1–0,03	II	II–III**
<0,03	III	III

\* к типу I следует относить при степени разложения < 25 %;

\*\* для уточнения типа необходимы лабораторные испытания на сдвиг и компрессию.

В зависимости от строительных типов грунтов различают три строительных типа слабых оснований (болот) [3]:

- первый тип – основания, толща которых представлена только грунтами первого строительного типа;
- второй тип – основания, толща которых представлена болотными грунтами первого и второго типа или только второго типа;
- третий тип – основания, толща которых включает хотя бы один слой грунта третьего строительного типа.

Для исключения недопустимых упругих колебаний толщина насыпей, сооружаемых на торфяных основаниях, должна быть не менее значений, приведенных в табл. 1.10 [1].

Насыпи на слабых основаниях (болотах) должны отсыпаться, как правило, из водоустойчивых дренирующих гравелистых, песчаных или супесчаных грунтов. Высота насыпи на болоте над уровнем длительного стояния грунтовых вод или поверхностных вод должна устанавливаться в соответствии с СП 34.13330.2021 [1].

На насыпях, в основании которых оставлены слабые грунты, капитальные покрытия можно устраивать после завершения не менее 90 % расчетной осадки при условии, что средняя интенсивность осадки за месяц, предшествующий устройству покрытия, не превышает 1,5–2,0 см/год. Для устройства облегченных покрытий требуется достижение не менее 80 % расчетной осадки или интенсивности осадки не более 3–5 см/год, что определяется сжимаемостью грунта, которая определяется компрессионными характеристиками.

Таблица 1.10

Минимальная толщина насыпного слоя в зависимости от типа дорожной одежды

Мощность слабого слоя, м	Тип дорожной одежды		
	Капитальный	Облегченный	Переходный
	Минимальная толщина насыпного слоя, м		
1	2,0	1,5	1,2
2	2,5	2,0	1,5
4	3,0	2,5	2,0
6	3,0	3,0	2,5

Сжимаемость грунта может характеризоваться следующими показателями [6]:

- коэффициентом пористости  $e$  ( $\varepsilon$ );
- коэффициентом сжимаемости  $m_0$  ( $a$ );

- в) модулем осадки  $e_p$ ;
- г) модулем общей деформации грунта  $E_0$ .

Приведенные показатели дают представление о состоянии грунтов с определением количественных характеристик их прочности и деформируемости.

### 1.2.2. Земляное полотно дорог в условиях вечной мерзлоты

Многолетнемерзлые грунты («вечная мерзлота») определяют как грунтовую толщу, имеющую отрицательную температуру в течение трехлетнего периода и более. Вечная мерзлота определяется возрастом не менее ста лет. Вечную мерзлоту по температуре на границе нулевых годовых амплитуд подразделяют на высокотемпературную (не ниже минус 3 °C, преимущественно минус 1,5°C и выше) и низкотемпературную (ниже минус 3 °C). По условиям распространения различают сплошную, прерывистую и островную вечную мерзлоту [7].

Зона вечной мерзлоты (I ДКЗ) разделена на три дорожно-климатических района. Для каждого района общими признаками являются климатические условия, влажность грунтов, мощность деятельного слоя; характер распространения и температура вечномерзлых грунтов.

В каждом дорожно-климатическом районе следует различать три характерных типа местности по условиям увлажнения и мерзлотно-грунтовым признакам (табл. 1.11) [7].

Таблица 1.11

Типы местности по условиям увлажнения  
и мерзлотно-грунтовым признакам

Тип местности	Условия увлажнения грунтов	Мерзлотные процессы и явления	Тип грунтов	Характеристика грунтов
1	2	3	4	5
1. Сухие места	Поверхностный сток обеспечен	Отсутствуют	Крупнообломочные, гравийно-галечниковые, песчаные, супесчаные	Массивная текстура, непросадочные или талые с относительной влажностью менее 0,77 от влажности предела текучести

Окончание табл. 1.11

1	2	3	4	5
2. Сырые места	Поверхностный сток не обеспечен. В летний период возможно избыточное увлажнение грунтов с слоем сезонного оттаивания	Заболачивание, сезонные бугры пучения	Песчаные, глинистые, биогенные грунты	Массивная и слоистая текстура, малольдинистые и малопросадочные с относительной влажностью 0,77-1,0 от влажности предела текучести
3. Мокрые места	Поверхностный сток не обеспечен. В летний период постоянное избыточное увлажнение слоя сезонного оттаивания	Заболачивание, многолетние бугры пучения, термокарст, солифлюкция	Глинистые, торфяные, возможно наличие подземных льдов	Слоистая и сетчатая текстуры, льдистые и сильнольдистые, просадочные и сильнопросадочные

Грунты слоя сезонного оттаивания и вечномерзлой толщи, характеризуются суммарной влажностью, льдистостью и степенью просадочности (табл. 1.12) [7].

Таблица 1.12

Категория просадочности	Наименование грунта по льдистости и просадочности	Относительная осадка оттаивания и льдистость	Суммарная влажность грунтов слоя сезонного оттаивания			
			Пески мелко-зернистые	Пески пылеватые, супеси легкие	Супеси, суглинки, глины	Торф
I	Без ледяных включений, непросадочный	0–0,01	Менее 0,18	Менее 0,20	Менее 0,20	–
II	Малольдистый, малопросадочный	0,01–0,10	0,18–0,25	0,20–0,40	0,20–0,40	Менее 2
III	Льдистый, просадочный	0,10–0,40	Более 0,25	Более 0,40	0,40–1,10	2–12
IV	Сильнольдистый, сильнопросадочный	0,40–0,60	–	–	Более 1,10	Более 12
V	С крупными включениями подземного льда, чрезмерно просадочный	0,60–1,00	–	–	Более 1,10	Более 12

При проектирования земляного полотна на многолетнемерзлых грунтах необходимо руководствоваться одним из трех принципов использования грунтов основания в мерзлом или талом состоянии [7].

1. Первый принцип – обеспечение поднятия верхнего горизонта вечной мерзлоты (ВГВМ) до подошвы насыпи и сохранение его на этом уровне в течение всего периода эксплуатации.

2. Второй принцип – допущение оттаивания грунтов в основании насыпи в период эксплуатации дороги на расчетную глубину по допустимым деформациям покрытия.

3. Третий принцип – обеспечение предварительного оттаивания вечномерзлых грунтов и осушения дорожной полосы до возведения земляного полотна.

Особенность проектирования автомобильных дорог в условиях вечномерзлых (многолетнемерзлых, I-я ДКЗ) грунтов в том, что инженерно-геологические изыскания ведутся на стадии обоснования инвестиций, в ходе разработки проекта и на этапе подготовки рабочей документации.

При этом полученные данные позволяют рассчитать устойчивость основания и предложить обоснованные расчетом мероприятия по предотвращению оттаивания основания земляного полотна.

Принципы проектирования земляного полотна во всех дорожно-климатических районах (три принципа использования грунтов) выбирают исходя из климатических и мерзлотно-грунтовых условий с учетом результатов технико-экономического сравнения вариантов.

По первому принципу – на участках, относящихся к 3-му типу местности, когда среднегодовая температура вечномерзлых грунтов IV-V категорий просадочности ниже минус 1,5 °C (на глубине нулевых амплитуд).

По второму принципу – на участках, относящихся ко 2-му и 3-му типам местности, когда среднегодовая температура вечномерзлых грунтов II-IV категорий просадочности ниже 1,5 °C, допускается проектирование по 2-му принципу на торфяниках IV категории просадочности с расчетным понижением ВГВМ в период строительства.

По третьему принципу – на участках, относящихся ко 2-му типу местности, сложенных легкоосушаемыми просадочными грунтами, среднегодовая температура, которая выше минус 1,5°C, допускается проектировать по 3-му принципу на участках 3-го типа местности, сложенных торфом толщиной до 1 м или глинистыми грунтами III-IV категорий просадочности, подстилаемых малопросадочными песчаными грунтами.

Крупнообломочные и песчаные талые грунты пригодны для сооружения земляного полотна на всех типах местности без ограничений.

В первом дорожно-климатическом районе, при остром дефиците качественных талых грунтов, для возведения земляного полотна допускается использовать мерзлые песчаные, глинистые и торфяные грунты.

Талые глинистые грунты, используемые для возведения земляного полотна на всех типах местности, должны удовлетворять требованиям табл. 1.13, мерзлые песчаные грунты характеризуются в соответствии с данными табл. 1.14, а условия их применения и способы разработки в соответствии с данными табл. 1.15 [7].

Мерзлые глинистые грунты могут использоваться только в сочетании с теплоизолирующими торфами или армирующими слоями из геотекстиля [7].

Минимальная высота насыпей из песчаных, крупнообломочных грунтов без учета слоя теплоизоляции в основании принимается по табл. 1.16. Высота насыпи при зимней отсыпке на проморожденных грунтах основания должна быть завышена на величину строительной осадки грунтов основания [7].

Проектными решениями предусматривается возведение земляного полотна в зимний и в летний периоды. Обочины и откосы насыпей должны быть укреплены, а отвод поверхностной воды от земляного полотна следует предусматривать в основном за счет естественного поверхностного стока. Общий порядок разработки проектного решения земляного полотна автомобильной дороги на вечной мерзлоте предусматривает [7]:

- а) проложение трассы дороги с учетом требований действующих нормативов, ландшафтных комплексов и мерзлотно-грунтовых условий, обеспечивающих получение решения, близкого к оптимальному;
- б) выделение по ландшафтным комплексам и мерзлотно-грунтовым условиям участков, пригодных для строительства нижней части дорожной насыпи из боковых резервов (преимущественно в конце весеннего и до середины летнего периода);
- в) выделение участков отсыпаемых зимой из разрыхленных (преимущественно буровзрывным способом) местных мерзлых и переувлажненных при оттаивании (некондиционных) грунтов из цепочки ближайших к трассе (от 50 до 150 м, особенно, в тундре и лесотундре), незначительных по объему (на 1 – 2 км отсыпки) грунтовых карьеров;

Таблица 1.13

Разновидности талых глинистых грунтов для возведения земляного полотна в насыпи

Часть насыпи	Глубина расположения слоя от низа дорожной одежды, м	Разновидности талых глинистых грунтов для возведения земляного полотна в насыпи покрытия			Переходном, низшем мерзлотно-грунтовым условиям		
		Усовершенствованном, капитальном	Первый	Второй	Третий	Первый	Второй
Верхняя	До 1,5	Супеси легкие, суглинки легкие с содержанием пылеватых частиц не более 35 % и глинистых – не более 15 %	Супеси легкие с содержанием пылеватых частиц не более 30 % и глинистых – не более 10 %	Супеси и суглинки легкие с содержанием пылеватых частиц не более 30 % и глинистых – не более 10 %	Супеси и суглинки с содержанием пылеватых частиц не более 50 % и глинистых – не более 20 %	Супеси легкие, суглинки легкие с содержанием пылеватых частиц не более 55 % и глинистых – не более 25 %, торфяные грунты	Супеси и суглинки легкие с содержанием пылеватых частиц не более 40 % и глинистых – не более 20 %
Нижняя неподтопливаемая	1,5–6,0	Супеси легкие, суглинки легкие с содержанием пылеватых частиц не более 35 % и глинистых – не более 20 %	Супеси легкие с содержанием пылеватых частиц не более 35 % и глинистых – до 15 %	—	—	—	—

Окончание табл. 1.13

1	2	3	4	5	6	7	8
Нижняя подтапливаемая	1,5–6,0	Супеси легкие, суглинки легкие с содержанием пылеватых частиц не более 35 % и глинистых – не более 15 %	Супеси и суглинки с содержанием пылеватых частиц до 70 %	Супеси и суглинки с содержанием пылеватых частиц до 40 % и глинистых – до 20 %			

*Примечание.* Коэффициент морозного пучения глинистых грунтов в верхней части насыпи не должен превышать 3%, а в нижней – 5%.

Таблица 1.14

Разновидность мерзлого песчаного грунта по степени пестрации льдов и льдистости	Степень заполнения льдом и незамерзшей водой пор мерзлого грунта, дол. ед.	Коэффициент пористости	Коэффициент просадочности при оттаивании	Криогенная текстура	Степень влажности при оттаивании
1	2	3	4	5	6
Сыпучемерзлый	<3	0–0,01	0,48–0,63	0	Отсутствует
Сухомерзлый	3–7	0,01–0,1	0,5–0,66	0–0,01	Массивная
					Маловлажный

Окончание табл. 1.14

1	2	3	4	5	6	7
Твердомерзлый малольдистый	7-22	0,1-0,8	0,56-0,71	0,01-0,04	Массивная и слоисто- сегчатая	Маловлажный и влажный
Пластично- мерзлый и льдистый	>22	>0,8	>0,71	>0,04	Слоисто- сегчатая	Водонасыщенный

Примечание. К съпучемерзлым относятся грунты с суммарной влажностью не выше 3 %. К сухомерзлым относятся песчаные грунты, с суммарной влажностью 3-7 %. К твердомерзлым относятся песчаные грунты с суммарной влажностью 7-22 %. К пластичномерзлым относят льдонасыщенные песчаные грунты и льдогрунтовую массу с суммарной влажностью более 22 %.

Таблица 1.15

Условия применения мерзлых песчаных грунтов

Разновидность мерзлого песчаного грунта	Условия разра- ботки грунта серийными землеройными машинами	Содержание мерзлых комь- ев крупнее 25 см при раз- работке, %	Условия применения	Минимальный коэффициент уплотнения		Относительная осадка при от- таивании в насыпии, дол. ед.
				В мерзлом состоянии	После оттаивания	
1	2	3	4	5	6	7
Съпучемерзлый	Без рыхления	0	Без ограничений по технологиче- ским правилам, установленным для талых грун- тов	0,95	0,95	0

Окончание табл. 1.15

	1	2	3	4	5	6	7
Сухомерзлый	То же	Менее 50	Мерзлые комья не более 30 см с послойным уплотнением решетчатыми или вибрационными катками	0,92	0,95	Менее 0,03	
Твердомерзлый	С предварительным рыхлением или взрывным или механизованным способом	50–80	В смеси с сыпучим мерзлым грунтом – в нижней части насыпи содержание мерзлых комьев (до 30 см) не более 50%, с послойным уплотнением решетчатыми или вибрационными катками	0,87	0,95	Менее 0,08	
Пластично-мерзлый	То же	Более 80	Только для заготовки в бурты с последующими оттаиванием и просушкой	–	–	–	–

Таблица 1.16

Возвышение поверхности покрытия над уровнем земли в зависимости от принципа проектирования

Градус северной широты	Возвышение поверхности покрытия над уровнем земли, м, на участках при проектировании по принципу	
	первому	второму
65	3,5–3,3	2,7–2,4
67	2,7–2,5	2,0–1,7
69	2,4–2,2	1,6–1,4
71	2,0–1,8	1,3–1,0

г) использование разрыхленных местных мерзлых и переувлажненных, при оттаивании (некондиционных) грунтов после рекультивации в качестве притрассовых озерков с сохранением к ним, при необходимости, строительных подъездных дорог для стоянок и кемпингов;

д) при строительстве дорожных насыпей на мерзлоте в лесистой местности ширина просеки не должна превышать ширины насыпи понизу и частичной срезкой леса для обеспечения видимости на поворотах;

е) изыскание ближайших к трассе карьеров с кондиционными или дренирующими грунтами и каменными материалами для отсыпки верхней части земляного полотна, с минимизацией ее толщины за счет применения различных геосинтетических материалов.

Земляное полотно в районах распространения многолетнемерзлых грунтов («вечной мерзлоты») в насыпях (проектируют преимущественно высотой до 3 м) может включать [7]:

а) укладку слоев переувлажненного и/или мерзлого (некондиционного) грунта;

б) верхнего слоя из кондиционного или дренирующего грунта с допущением последующего частичного оттаивания грунтов вечно-мерзлого основания в период эксплуатации.

Основной целью проектирования земляного полотна в районах распространения многолетнемерзлых грунтов в насыпях является [7]:

- а) обеспечение устойчивости земляного полотна в насыпи на вечномерзлых грунтах в условиях происходящего и прогнозируемого на ближайшие 100 лет глобального потепления;
- б) усиление действия естественного механизма дополнительной природной «подзарядки» холодом их вечномерзлого основания эффектом «теплового диода»;
- в) улучшение экологичности, экономичности и повышения темпов сооружения земляного полотна в насыпи на вечной мерзлоте;
- г) расширение возможностей использования некондиционных местных переувлажненных и/или мерзлых грунтов (глинистых, торфяных, крупнообломочных с переувлажненным глинистым заполнителем более 30 %) при минимизации изменений, вносимых в природную среду;
- д) усиление гашения неравномерностей строительно-эксплуатационной осадки в частично оттаивающем и постепенно (1–2 теплых периода) стабилизирующемся мерзлом основании;

Основной задачей при проектировании земляного полотна, в особенности на слабых, мерзлых (вечномерзлых) грунтах является обеспечение требуемой прочности и устойчивости.

### **1.3. Современные конструктивные решения земляного полотна в насыпи**

Основой современных конструктивных решений земляного полотна в насыпи (прил. 2) являются типовые материалы для проектирования «Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования» [8].

В общем виде логическая структура конструирования земляного полотна (рис. 1.13) выглядит следующим образом.

Типовые конструкции земляного полотна в насыпи предназначены для использования при проектировании и строительстве автомобильных дорог I – V категорий общего пользования в I, II и III дорожно-климатических зонах.

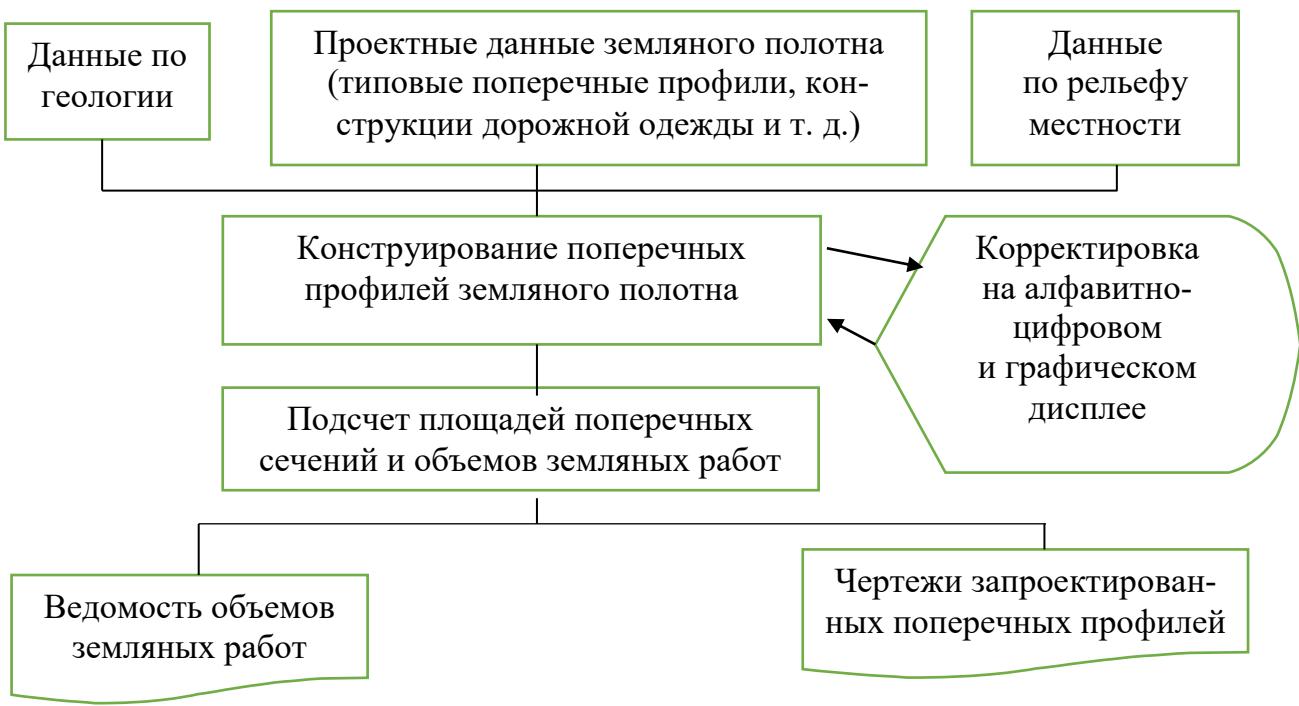


Рис. 1.3. Логическая структура конструирования земляного полотна

Определяющим показателем для выбора типа поперечного профиля земляного полотна в насыпи (рис. 1.4–1.9) является величина рабочей отметки.

Современные конструктивные решения земляного полотна в характерных точках осуществляются путем привязки типовых проектных решений к конкретным условиям местности.

На рисунках типовых поперечных профилей (рис. 1.3–1.29) приведены основные параметры конструкций дорог (геометрические размеры основных элементов земляного полотна приведены в прил. 2), для которых приняты следующие буквенные обозначения:

- В – ширина земляного полотна, м;
- в – ширина проезжей части, м;
- д – ширина разделительной полосы, м;
- с – ширина обочины;
- д' – ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м;
- с' – ширина укрепленной полосы на обочинах, м;
- с'' – ширина остановочных полос укрепления на обочинах, м;
- с''' – ширина полос прочих видов укрепления на обочинах, м.

Тип 1 –  $h_{3,п} \leq 3$  м при I–III кат. дороги,  $h_{3,п} \leq 2$  м при IV–V кат. дороги

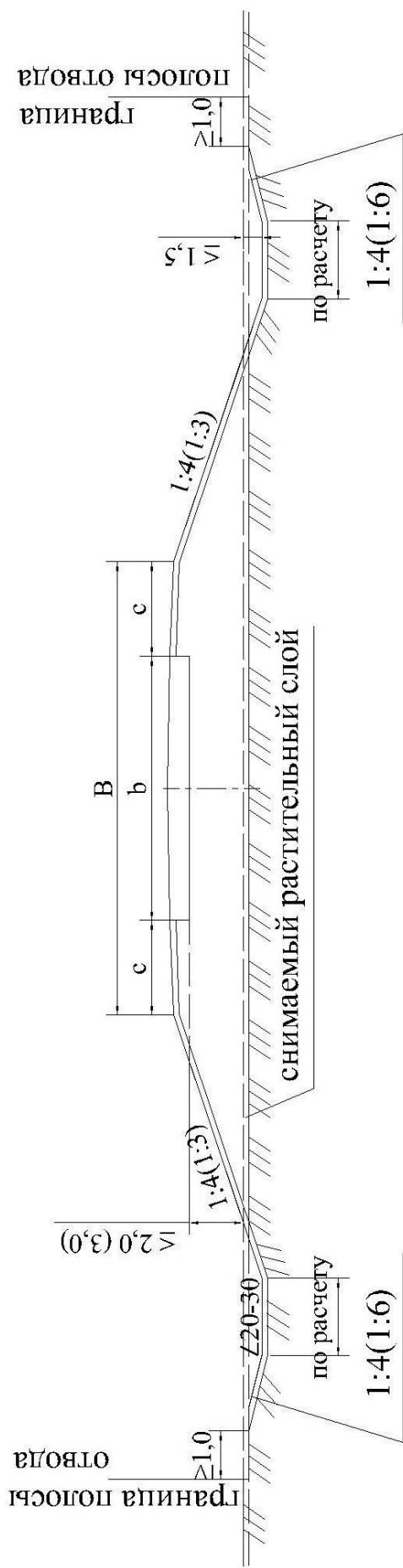


Рис. 1.4. Насыпи высотой до 3(2) м с кюветами и боковыми резервами тип 1

*Примечания:*

1. Тип 1 назначается в неестественных условиях, на несплодородных землях и при условии временного отвода под боковые резервы.
2. При высоте до 3 м и крутизне откоса 1:4 применяются на дорогах I–III категорий, а при высоте до 2 м и крутизне откоса 1:3 на дорогах IV–V категорий.
3. Резервы (тип 1) назначаются в случаях, когда они не нарушают общей планировки местности и грунт может быть использован для возведения насыпи.
4. Дно резерва (тип 1) при его ширине до 10 м следует проектировать односкатным с попечечным уклоном не менее 0,02, а при ширине более 10 м – двускатным с уклоном к его середине не менее 0,02.

Тип 2 –  $h_{3,п} \leq 3$  м при I–III кат. дороги,  $h_{3,п} \leq 2$  м при IV–V кат. дороги

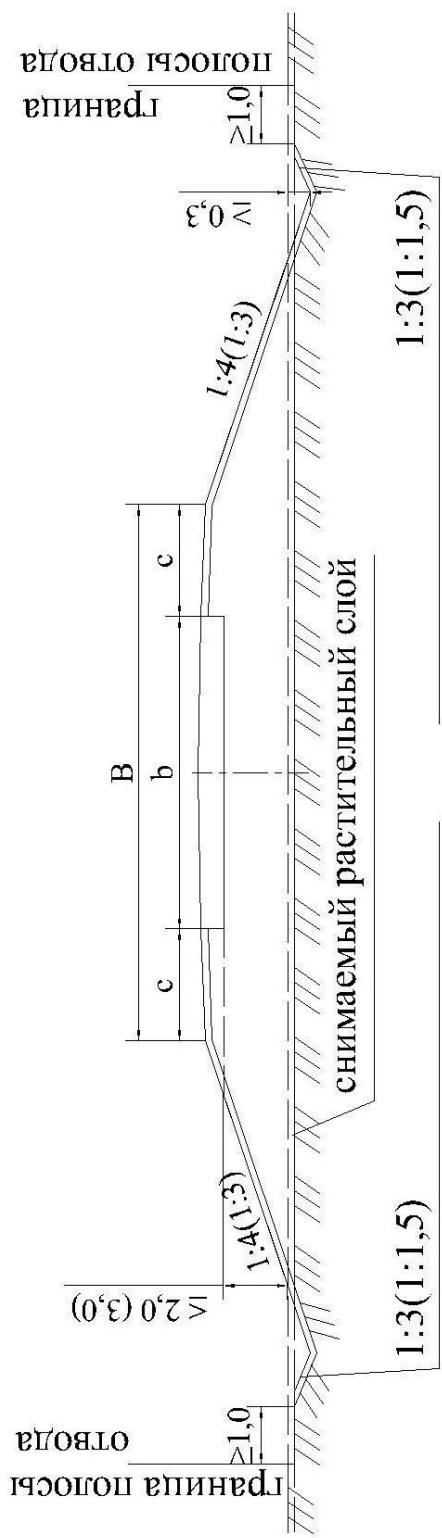


Рис. 1.5. Насыпь высотой до 3(2) м с кюветами и боковыми резервами тип 2

## Примечания:

1. Тип 2 в стесненных условиях или при прохождении дороги по ценным угодиям.
2. При высоте до 3 м и крутизне откоса 1:4 применяются на дорогах I–III категорий, а при высоте до 2 м и крутизне откоса 1:3 на дорогах IV–V категорий.

Тип 3 –  $h_{3,п.} \leq 6\text{ м}$

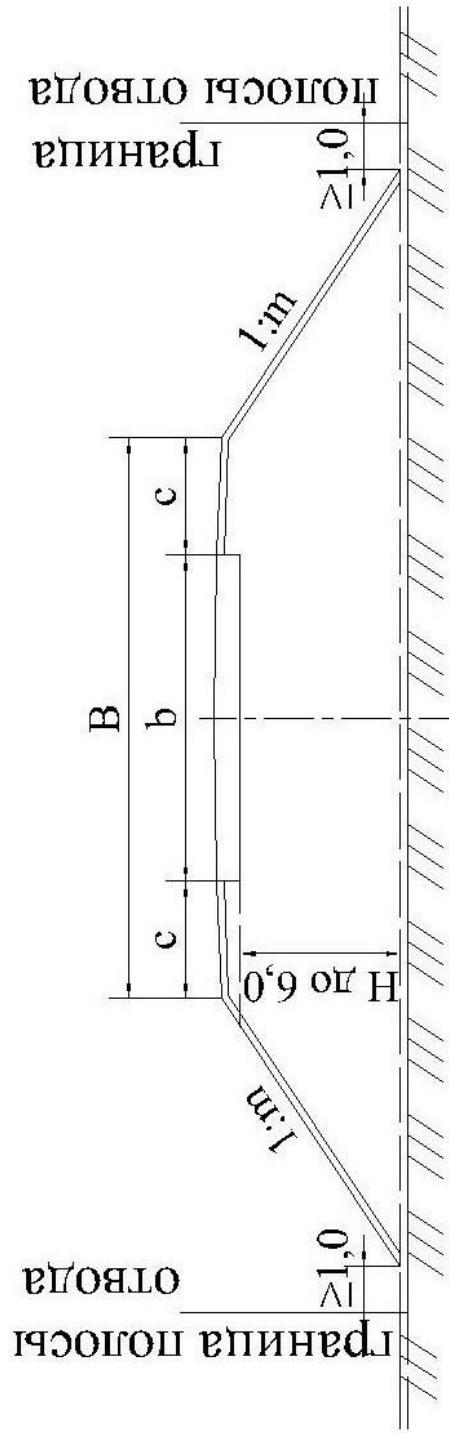


Рис. 1.6. Насыпи высотой до 6 м

*Примечания:*

1. Наибольшую крутизну откосов насыпей из мелких барханных песков в районах с засушливым климатом следует назначать 1:2 независимо от высоты.
2. При использовании пучинистых золотниковых смесей необходимо осуществить укрепление откосов защитными слоями не менее 0,2–0,3 м и применять морозозащитные слои в верхней части земполотна.

Тип 4 –  $h_{3,п} \leq 12\text{м}$

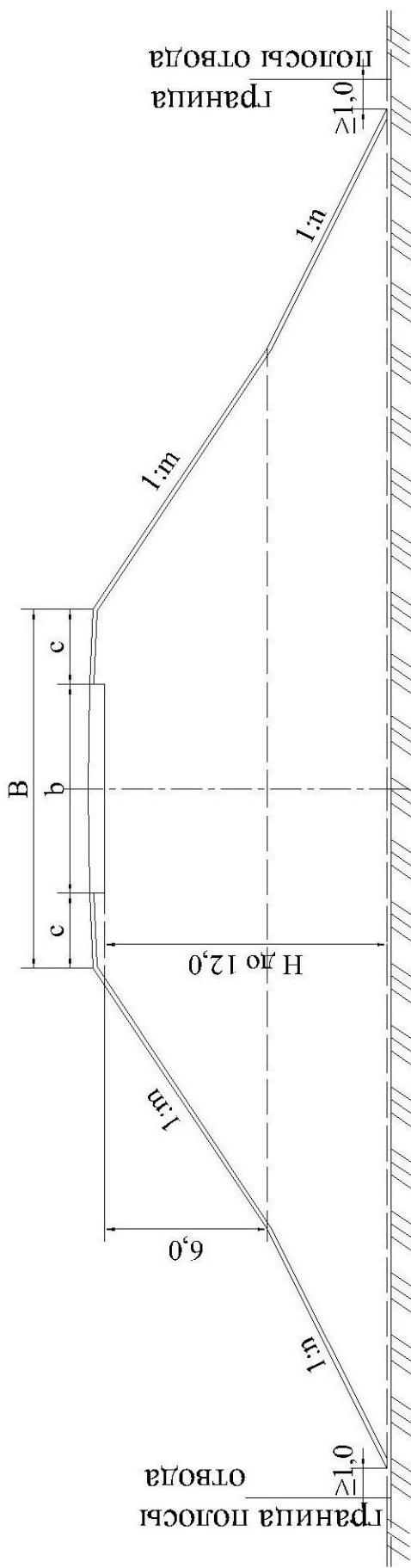


Рис. 1.7. Насыпи высотой до 12 м

*Примечания:*

1. Наибольшую крутизну откосов насыпей из мелких барханных песков в районах с засушливым климатом следует назначать 1:2 независимо от высоты.
2. При использовании пучинистых золоплаковых смесей необходимо осуществить укрепление откосов защитными слоями не менее 0,2–0,3 м и применять морозозащитные слои в верхней части земплотна.

## Тип 5

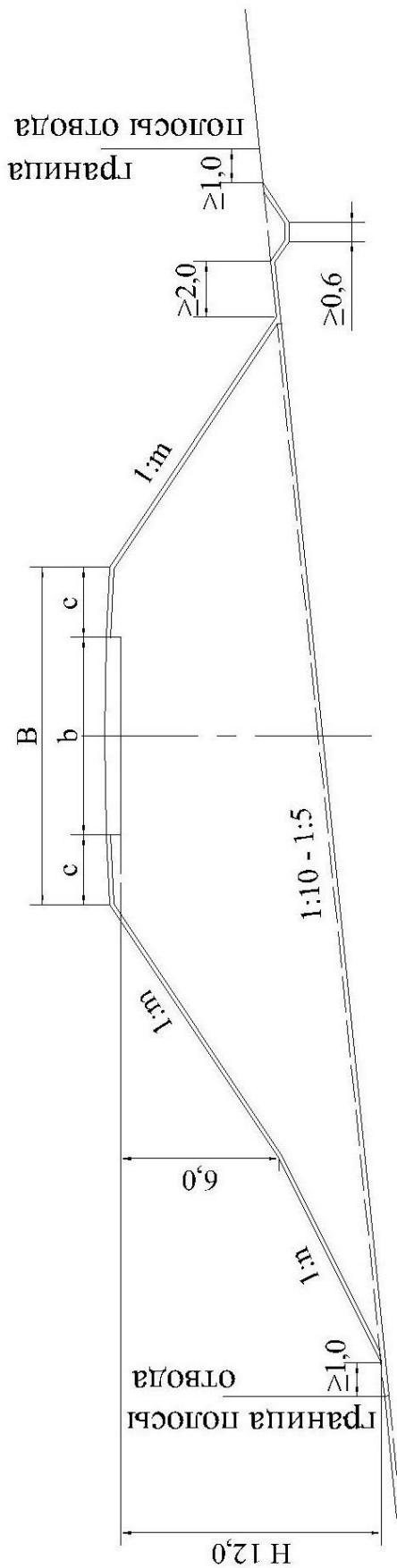


Рис. 1.8. Насыпи с высотой откоса низовой стороны до 12 м на склонах с крутизной 1:10 – 1:5 и 1:3 тип 5

*Примечания:*

1. Тип 5 применяется при устройстве насыпей на склонах крутизной от 1:10 до 1:3.
2. При крутизне склонов от 1:10 до 1:5 под насыпями высотой 1 м растительный грунт удаляют, при высоте более 1 м производят рыхление основания, удаление растительного грунта. В пределах косогоров крутизной 1:5 – 1:3 производят нарезку нагорных канав независимо от высоты насыпи. Стенки уступов при высоте до 1 м можно принимать вертикальными.
3. Подготовка не предусматривается для оснований, сложенных древними грунтами и не имеющих растительного грунта.
4. На склонах с крутизной 1:10 – 1:5 нагорные канавы могут проектироваться без банкетов.
5. В скальных породах нагорные канавы также проектируются без банкетов. Крутизна откосов нагорных канав в скальных породах назначается от 1:0,1 до 1:1 (в зависимости от устойчивости пород).

## Тип 6

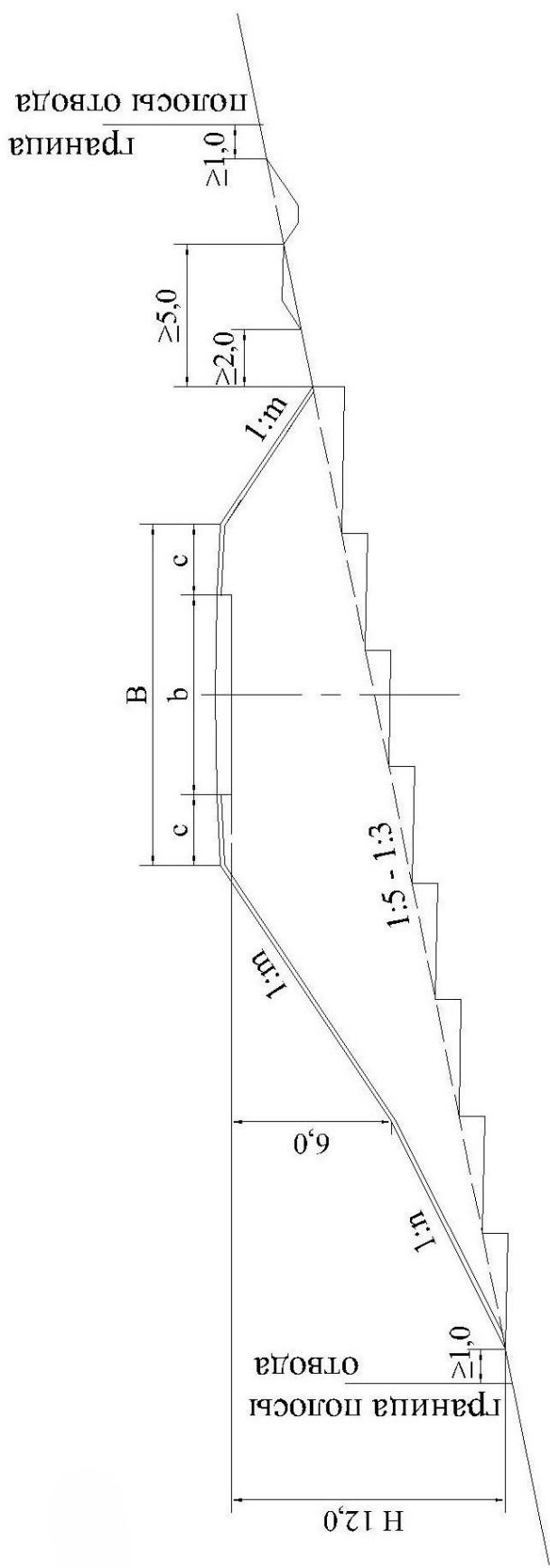


Рис. 1.9. Насыпи с высотой откоса низовой стороны до 12 м на склонах с крутизной 1:10 – 1:5 и 1:3 тип 6

*Примечания:*

1. Тип 6 применяется при устройстве насыпей на склонах крутизной от 1:10 до 1:3.
2. При крутизне склонов от 1:10 до 1:5 под насыпями высотой 1 м растительный грунт удаляют, при высоте более 1 м производят рыхление основания, удаление растительного грунта, нарезка уступов шириной 3–5 м и высотой до 1 м. В пределах косогоров крутизной 1:5 – 1:3 производят нарезку нагорных канав независимо от высоты насыпи. Стенки уступов при высоте до 1 м можно принимать вертикальными.
3. Подготовка основания не предусматривается для оснований, сложенных древними грунтами и не имеющих растительного грунта.
4. На склонах с крутизной 1:10 – 1:5 нагорные канавы могут проектироваться без бандажей.
5. В скальных породах нагорные канавы также проектируются без бандажей. Крутизна откосов нагорных канав в скальных породах назначается от 1:0,1 до 1:1 (в зависимости от устойчивости пород).

Основой современных конструктивных решений земляного полотна в насыпи на слабых грунтах (рис. 1.10–1.15) является широкое применение геосинтетических материалов.

Мировой опыт применения геосинтетических материалов (ГМ) в строительстве насчитывает несколько десятилетий (по разным источникам для этих целей ГМ впервые были использованы еще в конце 60-х Гг. XX в.). Основной задачей различных видов геосинтетических материалов, применяемых при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах, является их армирование.

Армирование – это усиление дорожных конструкций и материалов с целью улучшения их механических характеристик

Основные задачи армирующего материала, применяемого при дорожном строительстве:

1. Восприятие и перераспределение растягивающих напряжений, предотвращение избыточной горизонтальной деформации удлинения вблизи подошвы слоя при его изгибе, возникающих при многочисленных кратковременных воздействиях колесной нагрузки от автотранспорта.

2. Восприятие и перераспределение растягивающих напряжений, предотвращение избыточной деформации, которые возникают в некоторых сечениях от длительных температурных воздействий.

Применение геосинтетических материалов (ГМ) в дорожном строительстве положило начало созданию многих современных конструктивных решений как в земляном полотне, так и в дорожной одежде в сложных и особо сложных грунтово-гидрогеологических условиях.

Подобные конструкции базируются на менее деформативных и более прочных современных материалах. Следует отметить, что наряду с лабораторными, полевыми и экспериментальными исследованиями, ведутся теоретические исследования и разработки по созданию комплекса методик расчета и соответствующих программных продуктов, так необходимых для проектирования дорожных конструкций с использованием геотекстильных и геопластиковых материалов различного назначения в непростых условиях дальнейшей эксплуатации автомобильных дорог.

## Тип 1-Б

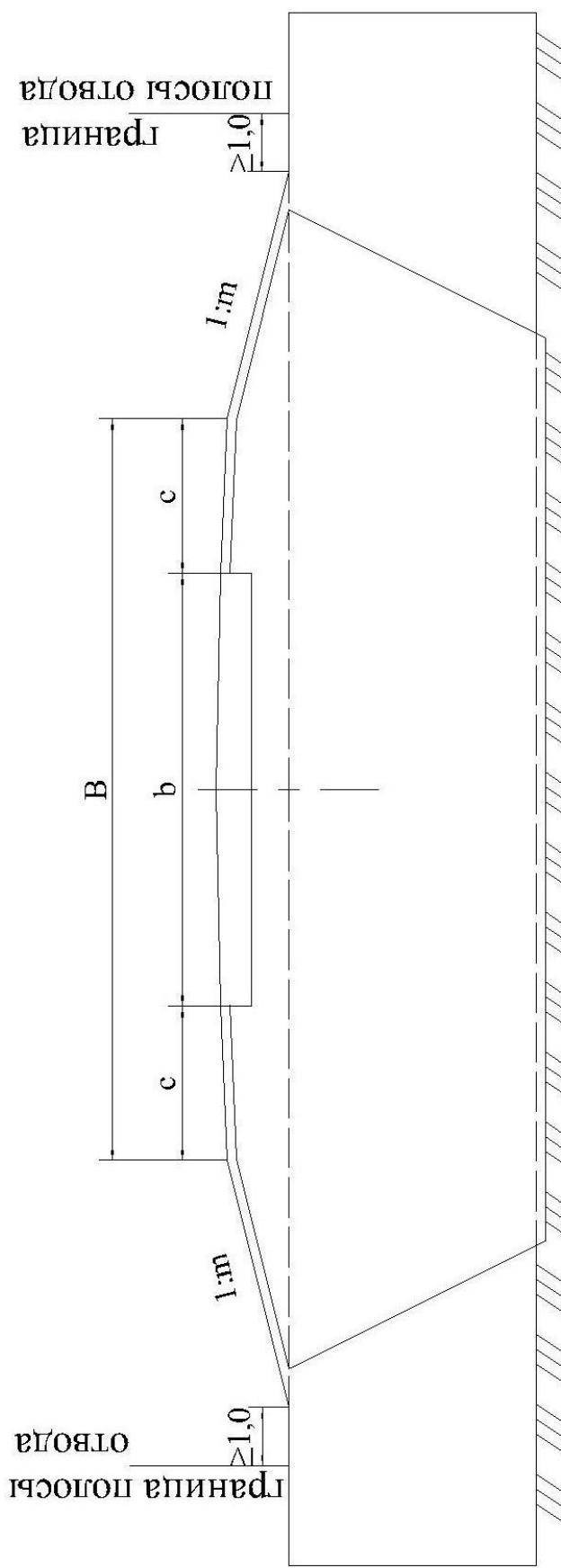


Рис. 1.10. Насыпи на болотах с полным выторfovыванием с погружением на минеральное дно тип 1-Б

*Примечания:*

1. Тип 1-Б применяется на болотах I-II типов глубиной до 4 м для дорог I-III категорий.
2. Тип 1-Б допускается устройство вертикальных откосов в нижней части насыпи.
3. Нижняя часть насыпи, возвышающаяся над поверхностью торфа на 0,5 м, должна отсыпаться из дренирующих грунтов.
4. При необходимости продольного водоотвода вдоль насыпи применяются водоотводные канавы (тип 1-Б) на расстоянии не менее 2 м от подошвы насыпи.
5. При наличии торфа с высокой волокнистостью допускается его использование для уплотнения откосов насыпи (тип 1-Б) с заложением 1:6 на высоту до отметки низа дорожной одежды.

Тип 2-Б

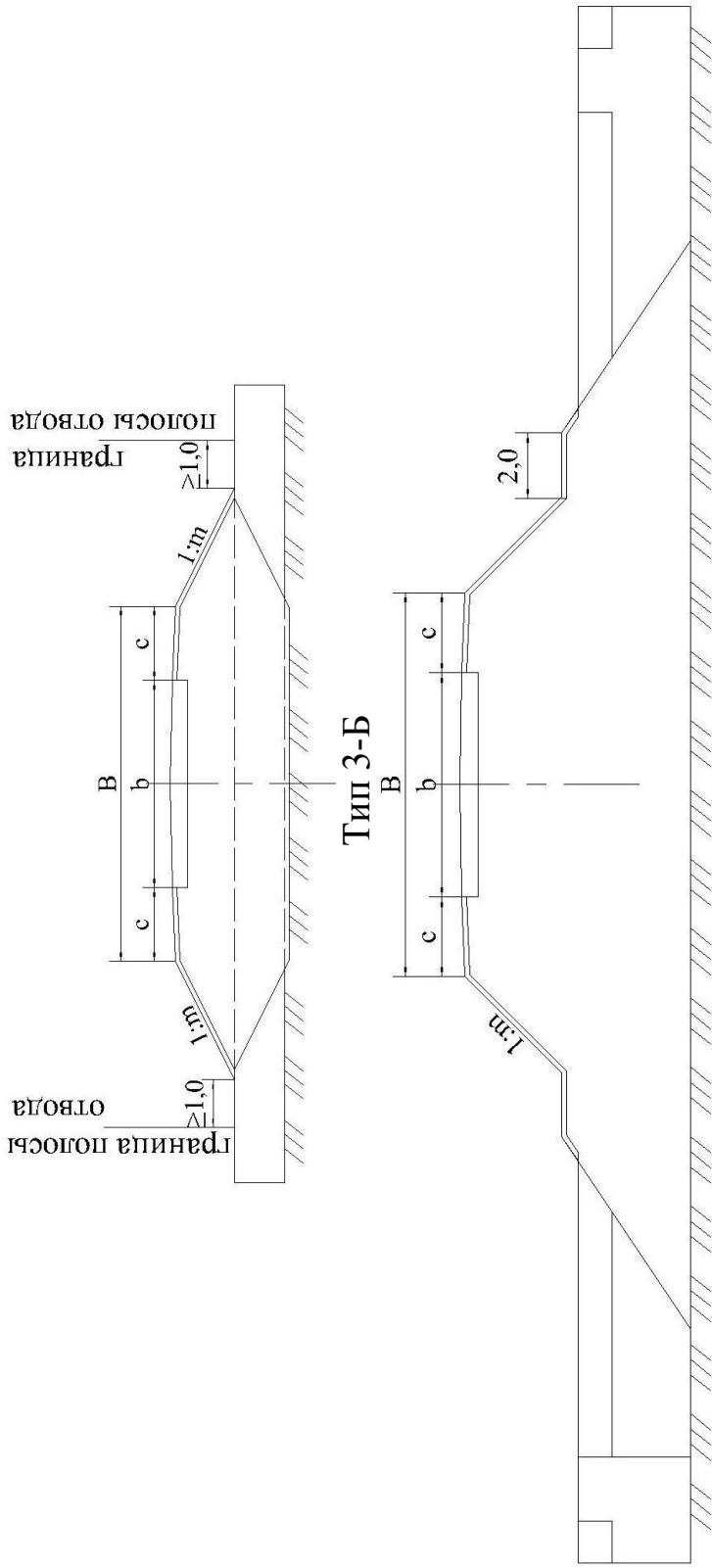


Рис. 1.11. Насыпи на болотах с полным выторfovыванием с погружением на минеральное дно тип 2-Б и тип 3-Б

*Примечания:*

1. Тип 2-Б применяется на болотах I-II типов до 2 м для дорог IV-V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений.
2. Тип 3-Б применяется на болотах III типа до 4 м для дорог I-V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений.
3. Нижняя часть насыпи, возвышающаяся над поверхностью торфа на 0,5 м, должна отсыпаться из дренирующих грунтов.
4. При наличии торфа с высокой волокнистостью допускается его использование для уплотнения откосов насыпи (тип 2-Б) с заложением 1:6 на высоту до отметки низа дорожной одежды.

## Тип 4-Б

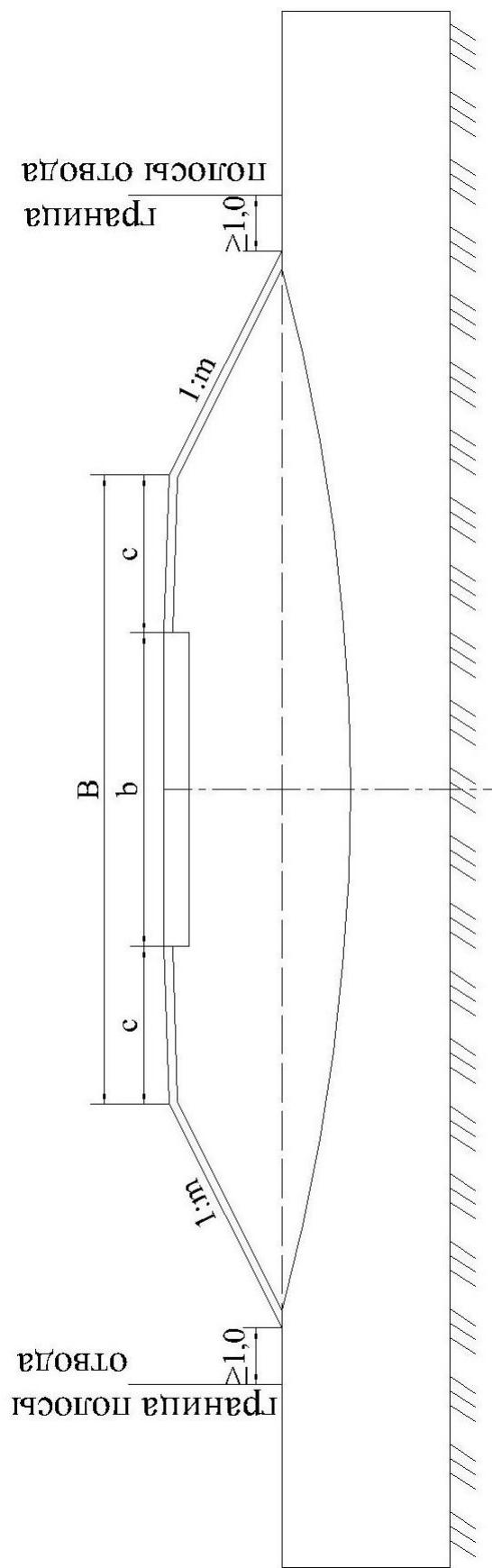


Рис. 1.12. Насыпи на болотах I-II типов без выторfovывания

*Примечания:*

1. Тип 4-Б применяется на болотах I-II типов для дорог II-V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений при высоте насыпи до 3 м.
2. Величина осадки  $S$  и скорости консолидации определяется расчетом.
3. Нижняя часть насыпи проектируется из дренирующих грунтов. Толщина дренирующего слоя должна быть на 0,5 м больше расчетного слоя.

## Тип 5-Б

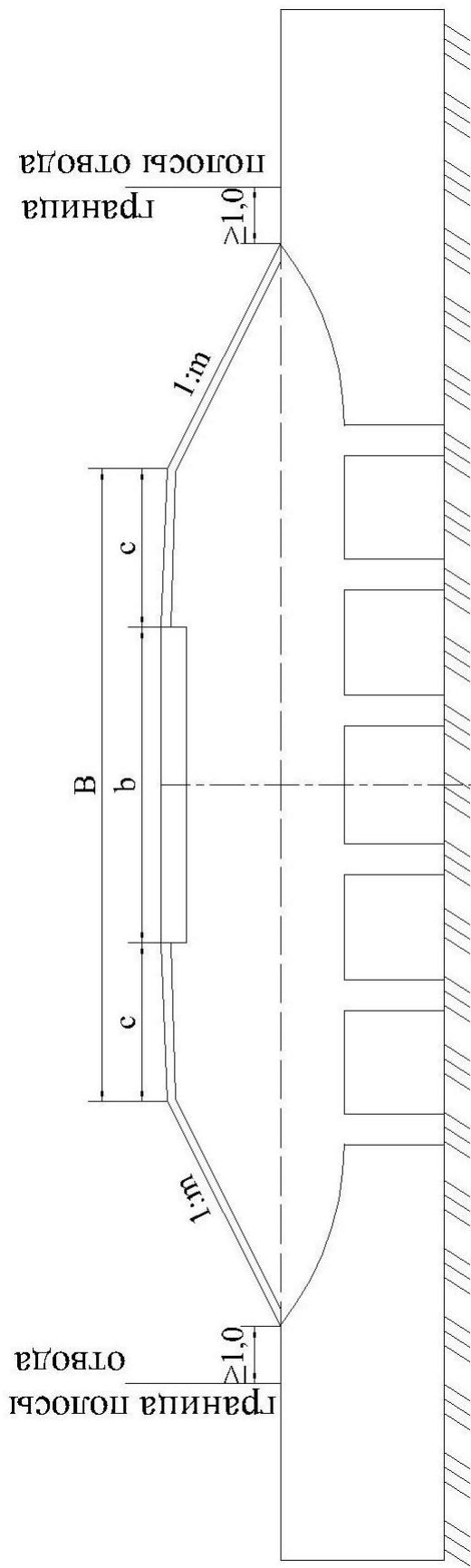


Рис. 1.13. Насыпи с продольными прорезами на болотах I типа

*Примечания:*

1. Тип 5-Б применяется на болотах I типа для дорог II–V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений при высоте насыпи до 3 м.
2. Ширина прорезей и расстояние между ними принимается из расчета стабилизации осадки основания за 4–6 месяцев.
3. Продольные прорези должны заполняться крупным или средним песчаным грунтом с коэффициентом фильтрации не менее 3 м/сут.
4. При глубине болот более 4 м величина осадки, ширина прорезей и расстояние между ними определяется расчетом.

## Тип 6-Б

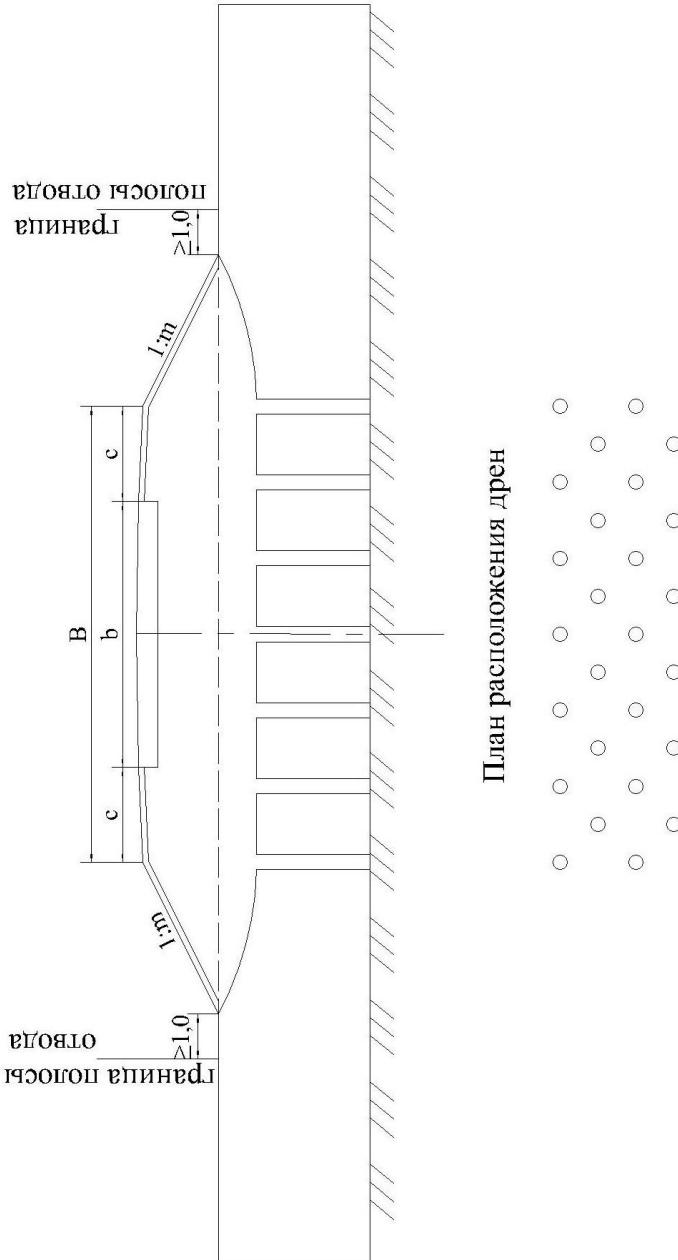


Рис. 1.14. Насыпи на болоте с вертикальными дренами

*Примечания:*

1. Тип 6-Б применяется на болотах I и II типов глубиной более 4 м для дорог I–V категорий с высотой насыпи до 3 м.
2. Вертикальные дrenы устраиваются с расчетом срока консолидации основания 4–6 месяцев.
3. Дрены устраиваются из песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации не менее 6 м/сут. Эффективность дрен повышается при добавлении к грунту 5–15 % (по массе) известки. Нижнюю часть насыпи необходимо устраивать на толщину не менее 0,5 м из дренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации не менее 3 м/сут.
4. При необходимости устройства продольного водоотвода, канавы вдоль насыпи устраиваются на расстоянии не менее 2 м от ее подошвы,
5. При высоте насыпи более 3 м конструкция земляного полотна разрабатывается на основе индивидуального расчета.

## Тип 9-Б

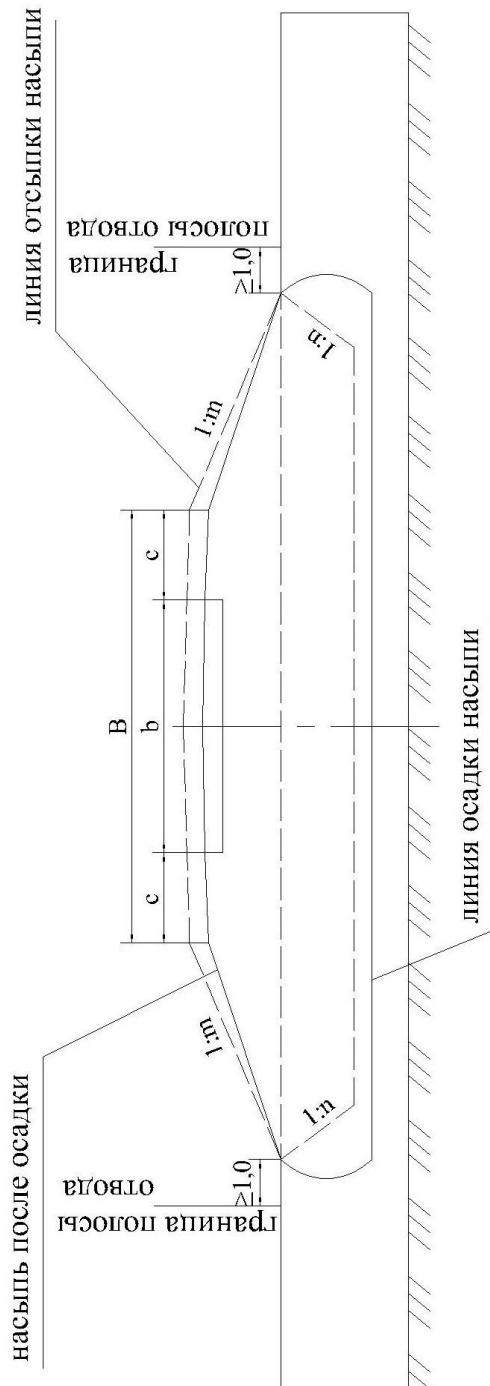


Рис. 1.15. Насыпи на болотах I и II типов с частичным выторfovыванием

*Примечания:*

1. Тип 9-Б применяется на болотах I и II типа глубиной до 4 м для дорог III–V категорий с высотой насыпи до 3 м.
2. Толщина оставшегося слоя торфа, с учетом его обжатия, должна быть не более 1/3 мощности минеральной части насыпи на дорогах III категории и не более 1/2 на дорогах IV–V категорий.
3. При проектировании выторfovывания следует стремиться к повышению устойчивости земляного полотна за счет создания более крутых откосов в торфе (1:1). Заложение откосов 1:1 при выторfovывании определяется путем проходки проходного шурфа с вертикальными стенками, если вертикальный откос в данном пласте торфа удерживается не менее 3 суток, в проекте предусматриваются вертикальные стенки, в противном случае проектируются более пологие откосы.
4. Нижнюю часть насыпи на болотах проектируют из дренирующих грунтов. Толщина дренирующего слоя должна быть на 0,5 м больше суммы величины расчетной осадки и глубины выторfovывания.
5. При необходимости устройства продольного водоотвода канавы вдоль насыпи устраиваются на расстоянии не менее 2 м от подошвы насыпи.
6. Осадка оставшегося слоя торфа определяется расчетом. Покрытие устраивается после завершения расчетной осадки.
7. Торф высокой волокнистостью можно использовать для уплотнения откосов насыпи с заложением 1:6 на высоту до отметки низа дорожной одежды.

Необходимо отметить тот факт, что при всем многообразии номенклатуры геосинтетики, производимой в настоящее время, первостепенное значение имеют вопросы выбора рациональных конструктивных решений, методов расчета, оценки их работоспособности и долговечности. При этом основная проблема в том, что долговечность ГМ зависит от сочетания целого комплекса факторов, таких как качество исходного сырья, климатические условия, реакция грунтовой среды, солнечная радиация, нагрузки и воздействия в процессе строительства и эксплуатации.

Особое значение имеет работоспособность, обеспечиваемая стабильностью гидравлических свойств в процессе срока службы дренажных систем. Эксплуатационную надежность ГМ следует обеспечивать путем соблюдения соответствия фильтрационных характеристик тканых и нетканых материалов, работающих в экстремальных условиях на границе с грунтовой средой.

Наиболее важным и прорывным решением в дорожном строительстве стало объединение геотекстиля с геосетками и георешетками, что позволило получить оригинальные композиты, удачно применяемые в дренажных конструкциях для регулирования поверхностного и подземного стоков, имеющих колоссальное значение для устойчивости и сохранения прочностных показателей современных дорожных конструкций.

Одной из основных задач при выборе и последующем использовании ГМ является необходимость обеспечения их экологической безопасности, в первую очередь, по отношению к геологической и водной среде.

Рассматривая современные решения проектирования земляного полотна, можно сделать вывод о том, что одной из наиболее перспективных областей применения ГМ является усиление конструктивных слоев земляного полотна путем укрепления слабых оснований, конусов, откосов, склонов и т. п.

Внедрение ГМ в условиях России приобретает особую актуальность в части экономии материально-технических ресурсов при строительстве дорог.

В настоящее время и в будущем отечественная и зарубежные дорожные отрасли, применяя геосинтетические материалы в дорожном строительстве, успешно решают, и будут решать следующие задачи:

- а) устройство разделительных прослоек;
- б) армирование земляного полотна и слоев одежды дорог и аэродромов;

- в) повышение общей и местной устойчивости откосов и склонов;
- г) устройство траншейных, пластовых, откосных и других видов дренажных систем;
- д) применение гидроизолирующих и термоизолирующих прослоек.

Основные задачи армирующего материала, применяемого при дорожном строительстве:

- а) восприятие и перераспределение растягивающих напряжений;
- б) предотвращение избыточной горизонтальной деформации удлинения вблизи подошвы слоя при его изгибе, возникающие при многочисленных кратковременных воздействиях колесной нагрузки от автотранспорта;
- в) предотвращение избыточной деформации, которая возникает в некоторых сечениях от длительных температурных воздействий.

Необходимо отметить тот факт, что это далеко не полный перечень функциональных возможностей применения композиционных геосинтетических материалов в дорожном строительстве. Применение данных материалов как в настоящем, так и в будущем при проектировании, строительстве и реконструкции автомобильных дорог в сложных и особо сложных грунтово-гидрогеологических условиях отражено в современных конструктивных решениях земляного полотна (рис. 1.16–1.19).

При решении глобальной задачи освоения территории Крайнего Севера в России главным будет являться построение эффективных и долгосрочных логистических связей. Задачи проектирования и перспективы возведения земляного полотна на мерзлых (многолетнемерзлых) грунтах сложны и многообразны.

Современные условия проектирования земляного полотна на вечномерзлых (многолетнемерзлых, I-я ДКЗ) грунтах предполагают разработку проектного решения земляного полотна автомобильной дороги по универсальному принципу.

Универсальный принцип проектного решения земляного полотна предусматривает следующее:

- а) проложение трассы дороги в соответствии с ландшафтными комплексами территории и мерзлотно-грунтовых условий, обеспечивающих получение решения, близкого к оптимальному;
- б) построение продольного профиля, отвечающего требованиям к дороге рассматриваемой технической категории;

## Тип 1-С

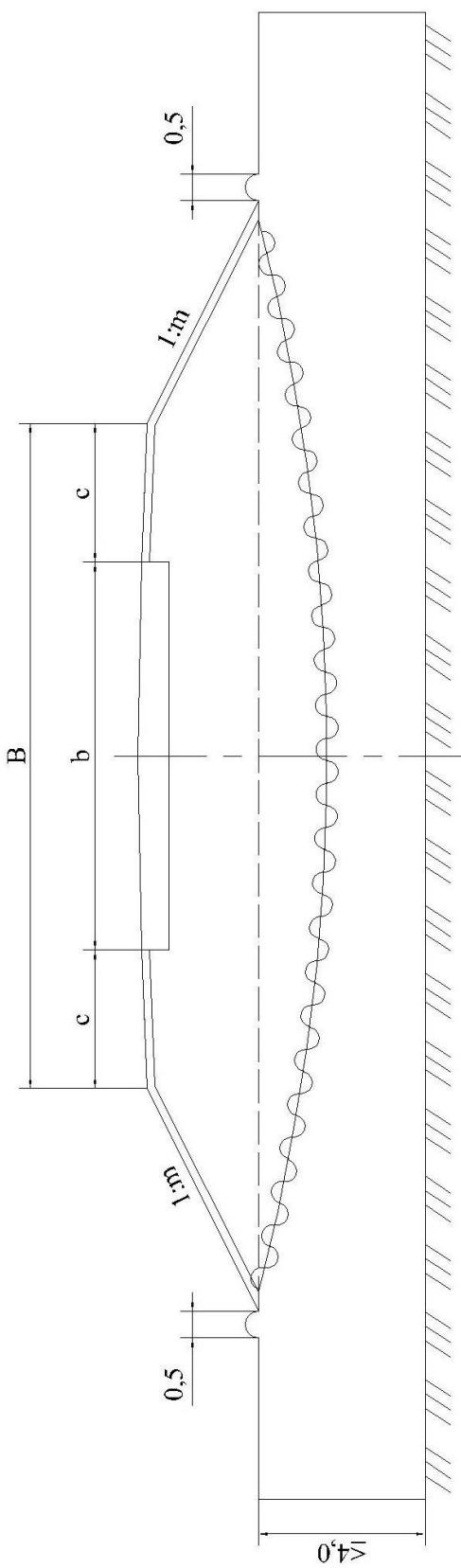


Рис. 1.16. Насыпи на слабых основаниях с геотекстилем

*Примечания:*

1. Тип 1-С применяют для автомобильных дорог II–V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений при наличии слабых грунтов I и II типов, для дорог I категории с асфальтобетонным покрытием только на слабых грунтах I типа.
2. Полотна раскатывают в противоположном направлении по всей ширине насыпи с перекрытием полос на 0,4–0,5 м. В попечном направлении полотна раскатывают в случае, когда необходима общая равнопрочность в попечном направлении и трудно обеспечить равнопрочный стык полотен при продольной раскатке. Полотна соединяют между собой склеиванием или спиванием.
3. Минимальная высота насыпи определяется из условий снегозаносимости, возвышения верха дорожной одежды над уровнем поверхностных вод и исключения возможных упругих колебаний от проходящего транспорта.
4. Величина осадки определяется расчетом.
5. Насыпь в нижней части на величину осадки плюс 0,5 м возводится из дренирующих грунтов;
6. Кругизна откосов насыпи принимается для дорог I–III категорий при высоте насыпи до 3 м равной 1:4, для дорог IV–V категорий – 1:3, в остальных случаях 1:2.

## Тип 2-С

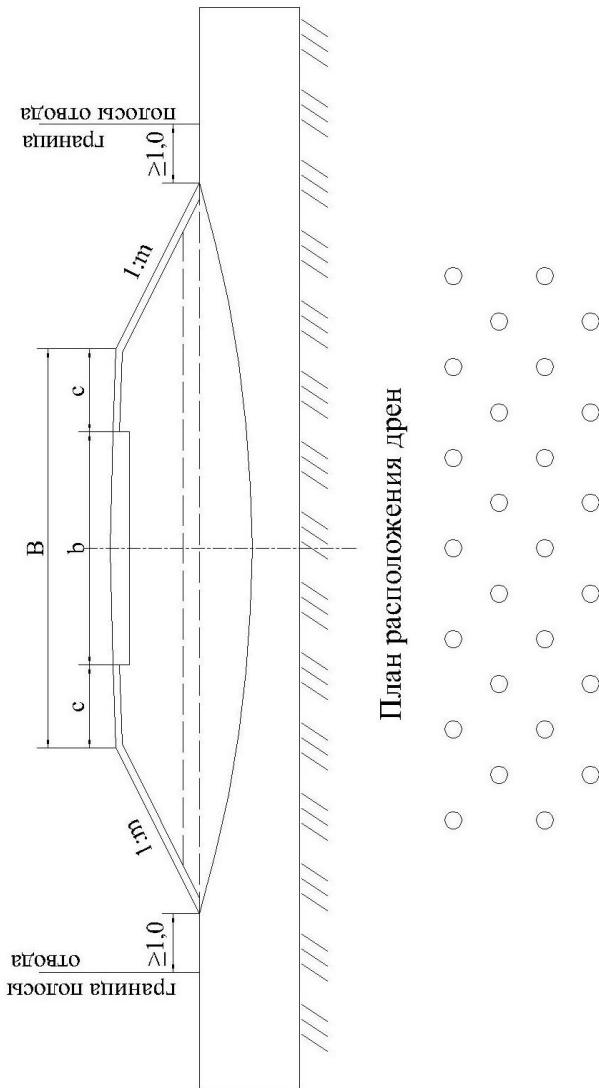


Рис. 1.17. Насыпи на слабых основаниях с дренами из геотекстиля

*Примечания:*

1. Тип 2-С применяется для дорог II–V категорий и межпромысловых дорог, нефтяных и газовых месторождений на торфяных грунтах I и II строительного типа при мощности слоя выше 3 м на водоупоре и выше 5 м на водопроницаемом основании. Для дорог I категории с асфальтобетонным покрытием тип 2-С принимается на болотах I типа.
2. Дрены из геотекстиля позволяют снизить расход привозного песка, используемого для устройства обычных песчаных дрен, повышают темпы строительства, снижают трудоемкость работ.
3. Расстояние между осями дрен назначают 1–2 м при сроках завершения осадки 4–6 месяцев, в остальных случаях проводят расчетом.
4. Нижняя часть насыпи на высоту 0,5 м от поверхности болота плюс осадка S возводится из песчаного грунта.
5. Крутизна откосов насыпи 1:1 при принимается для дорог I–II категорий при высоте насыпи до 3 м равной 1:4, для дорог IV–V категорий при высоте насыпи до 2 м – 1:3, в остальных случаях 1:2.

Тип 3-С

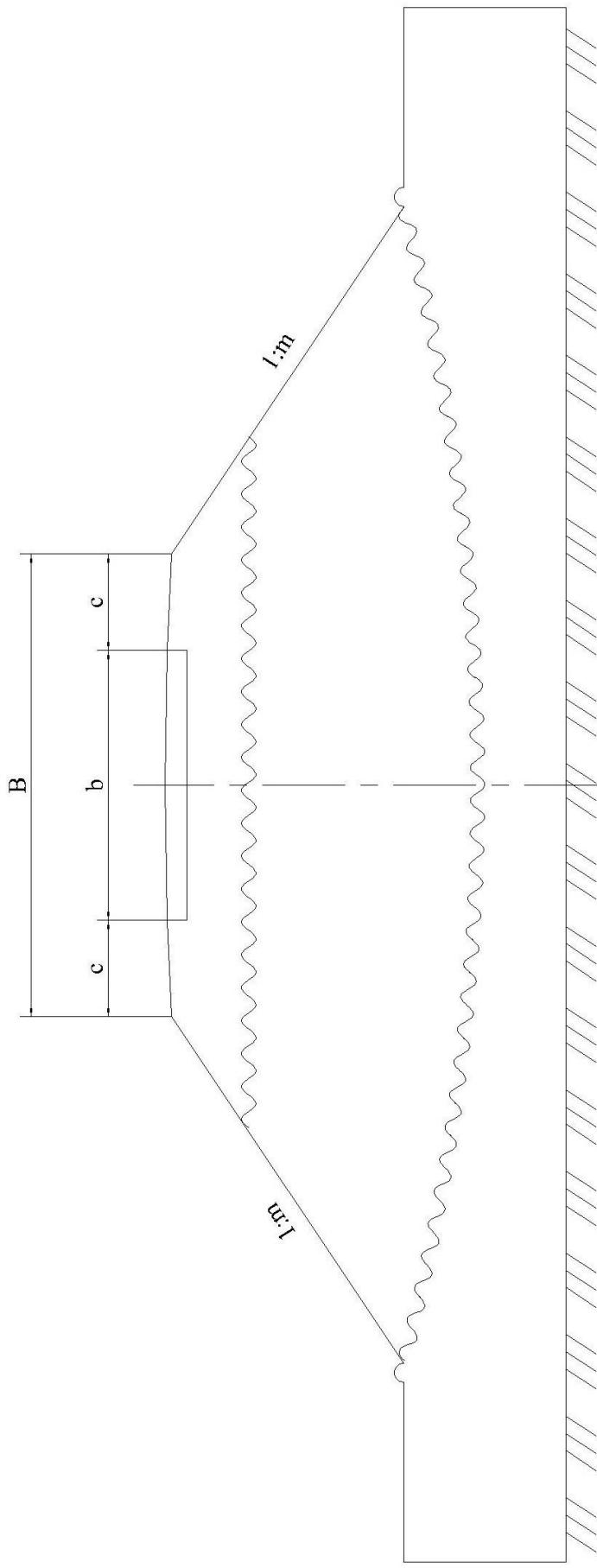


Рис. 1.18. Насыпи на слабых основаниях с использованием связных грунтов в нижней части и прослоя из геотекстиля

*Примечания:*

1. Тип 3-С применяется на слабых основаниях I-II строительных типов для автомобильных дорог III–V категорий, для межпромысловых дорог, нефтяных и газовых месторождений.
2. Крутизна откосов насыпей при высоте до 2 м принимается равной 1:3, в остальных случаях 1:2.

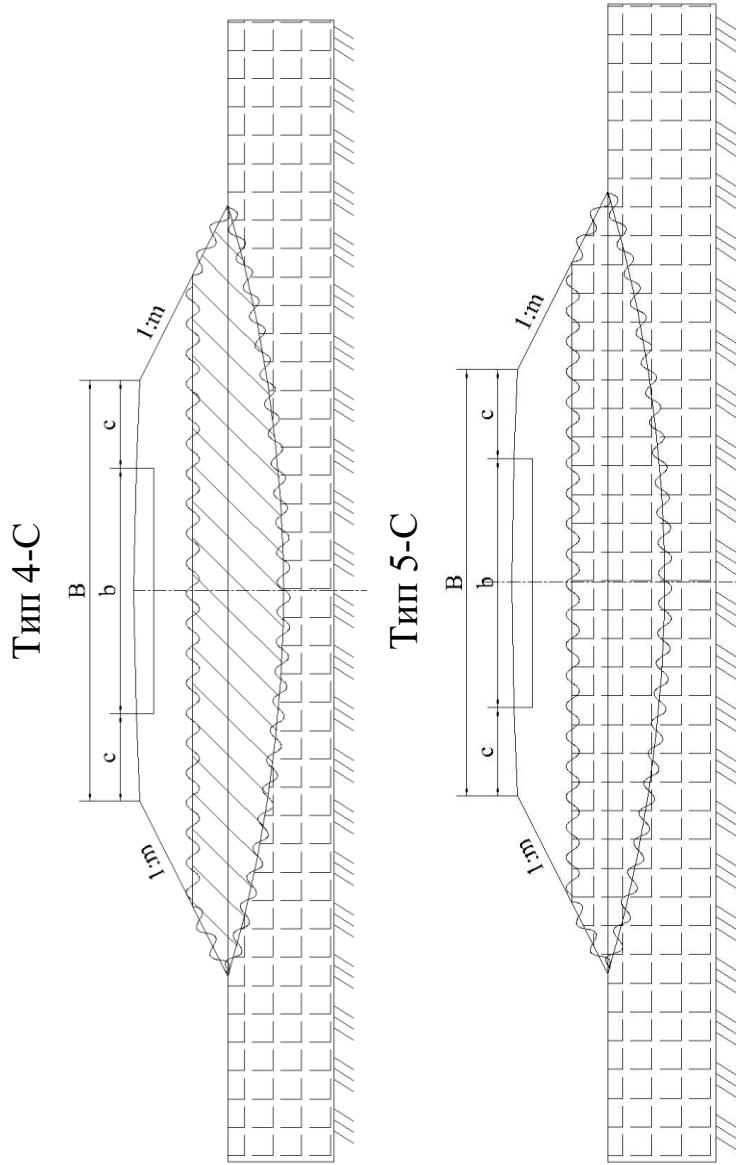


Рис. 1.19. Насыпи на слабых грунтах с армированием нижней части обоймой из геотекстиля

*Примечания:*

1. Конструкции (типы 4-С, 5-С) применяются для автомобильных дорог III–V категорий и межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений на болотах I–II типа.
2. Высота верхней части насыпи из песчаных грунтов  $h_b$  принимается не менее 1,0–1,2 м и должна проверяться расчетом из условия предотвращения возникновения упругих колебаний. Минимальная высота насыпи определяется из условий снегозаносимости. Возвышение верха покрытия над уровнем переносных вод и исключение возможных упругих колебаний от проходящего транспорта.
3. Полотна раскатывают в поперечном направлении с соединением их склеиванием, спшиванием или внахлест.
4. Величина и время завершения осадки определяется расчетом.
5. Крутизна откосов насыпей при высоте до 2 м принимается равной 1:3, в остальных случаях 1:2.

- в) при построении продольного профиля в качестве руководящей рабочей отметки земляного полотна принимается высота насыпи, отвечающая условиям снегонезаносимости (но не менее 1,5 м);
- г) выделение участков, отсыпаемых зимой из разрыхленных (преимущественно буровзрывным способом), местных мерзлых и переувлажненных, при оттаивании некондиционных грунтов;
- д) использование незначительных по объему (на 1–2 км отсыпки) грунтовых карьеров из цепочки ближайших к трассе (50–150 м, особенно в тундре и лесотундре), используемых затем после рекультивации в качестве притрассовых озерков с сохранением к ним (при необходимости) строительных подъездных дорог для стоянок и кемпингов;
- е) при возведении земляного полотна в насыпи на мерзлоте в лесистой местности ширина просеки не должна превышать ширины насыпи понизу с учетом особенностей эксплуатации дорог и частичной срезкой леса для обеспечения видимости на кривых малого радиуса;
- ж) изыскание ближайших к трассе карьеров с непучинистыми (супесь легкая крупная) или дренирующими (пески, песчаные смеси) грунтами и каменными материалами для отсыпки рабочего слоя земляного полотна минимальной толщины, за счет применения геосинтетических материалов (ГМ).

Задачи проектирования земляного полотна на мерзлых (многолетнемерзлых) грунтах:

- а) уменьшение объема привозных качественных грунтов за счет использования в нижней части насыпи местных мерзло-комковатых грунтов с сохранением их в мерзлом состоянии;
- б) сокращение объемов замены грунтов в основании дорожных одежд в выемках в вечномерзлых грунтах;
- в) сокращение сроков строительства в результате перехода на одностадийное строительство;
- г) повышение надежности и долговечности дорожных конструкций, устраиваемых с сохранением вечной мерзлоты;
- д) снижение экологического ущерба при строительстве дорог в зоне вечной мерзлоты;
- е) возможное снижение затрат на уплотнение нижней части насыпей, в которой используются мерзло-комковатые грунты;
- ж) снижение затрат на ремонтные работы.

Перспективы возведения земляного полотна на мерзлых (многолетнемерзлых) грунтах заключаются в возможности ускорения в 2–3 раза сроков ввода дороги в эксплуатацию и использования некондиционных местных грунтов (переувлажненных и/или мерзлых) для нижней части земляного полотна, что минимизирует изменения в природной среде.

Основой для современных конструктивных решений земляного полотна в насыпи на многолетнемерзлых грунтах (рис. 1.20–1.27) является решение следующих основополагающих задач.

1. Максимально возможное уменьшение объема привозных несвязных грунтов с многократным увеличением использования в нижней части насыпи местных мерзло-комковатых грунтов при обязательном условии сохранения их в мерзлом состоянии.

2. Обоснованное технико-экономическими расчетами сокращение объемов замены грунтов в основании дорожных одежд в выемках в многолетнемерзлых грунтах при сохранении прочностных и транспортно-эксплуатационных качеств при сокращении сроков строительства в результате перехода на одностадийное строительство автомобильных дорог в условиях Крайнего Севера.

3. Максимально возможное повышение надежности и долговечности дорожных конструкций, устраиваемых при обязательном условии сохранения вечной мерзлоты в условиях глобального потепления.

4. Решение одной из основных и наиболее сложных, капиталоемких, значимых задач снижения экологического ущерба при проектировании и строительстве дорог в зоне вечной мерзлоты в условиях глобального потепления.

5. Разработка и внедрение новых технологий и комплектов машин, которые позволяют осуществить возможное снижение затрат на уплотнение нижней части насыпей, в которой используются мерзло-комковатые грунты и снижают затраты на ремонтные работы.

Одной из основных проблем при конструировании земляного полотна в насыпи является возможность применения в нижней его части местных мерзлых и переувлажненных (некондиционных), глинистых, торфяных и их смесей, а также крупнообломочных (гравийно-галечниковых, дресвяных) с глинистым заполнителем более 30–40 %.

Тип 1-М

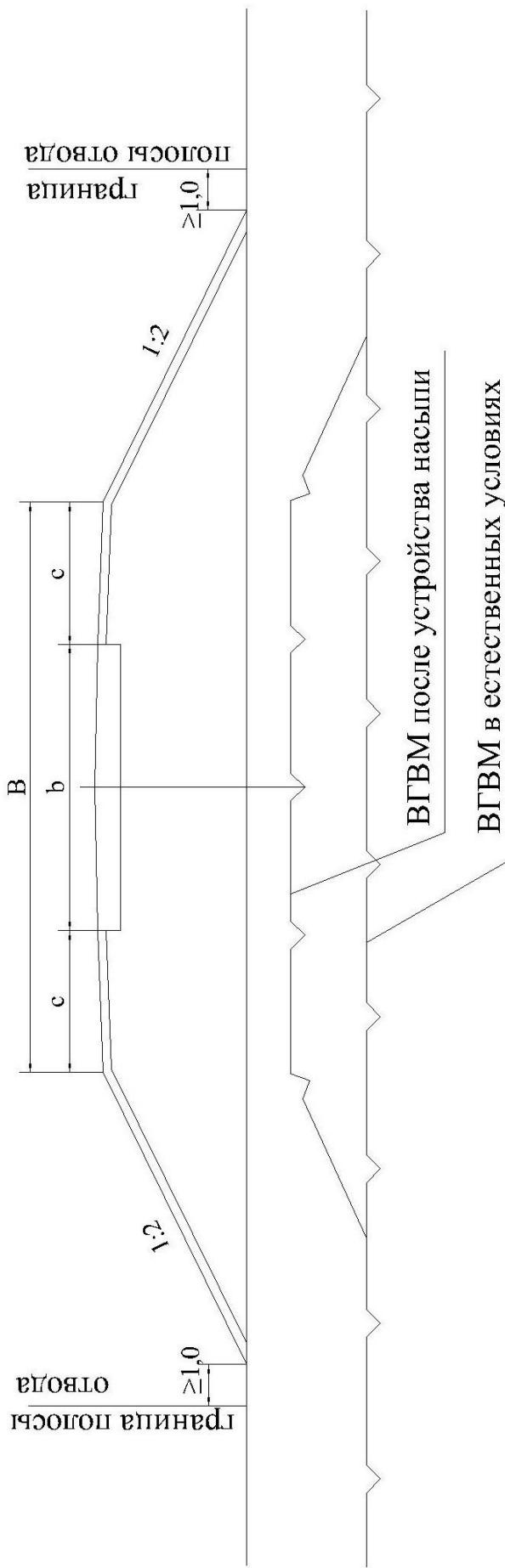


Рис. 1.20. Насыпи на грунтах I-II категории просадочности

*Примечания:*

1. Тип 1-М применяется для дорог I–V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений на участках 1-го типа местности по условиям увлажнения при наличии в основании грунтов I–III категорий просадочности, а на участках 2-го типа местности по условиям увлажнения при наличии в основании грунтов I–II категорий просадочности.
2. Земляное полотно возводится из крупнообломочных талых, глинистых, супесчаных грунтов как в зимнее, так и в летнее время.
3. Высота насыпи определяется расчетом из условия снегозаносимости и требований теплотехнической устойчивости в зоне вечной мерзлоты.

Тип 2-М

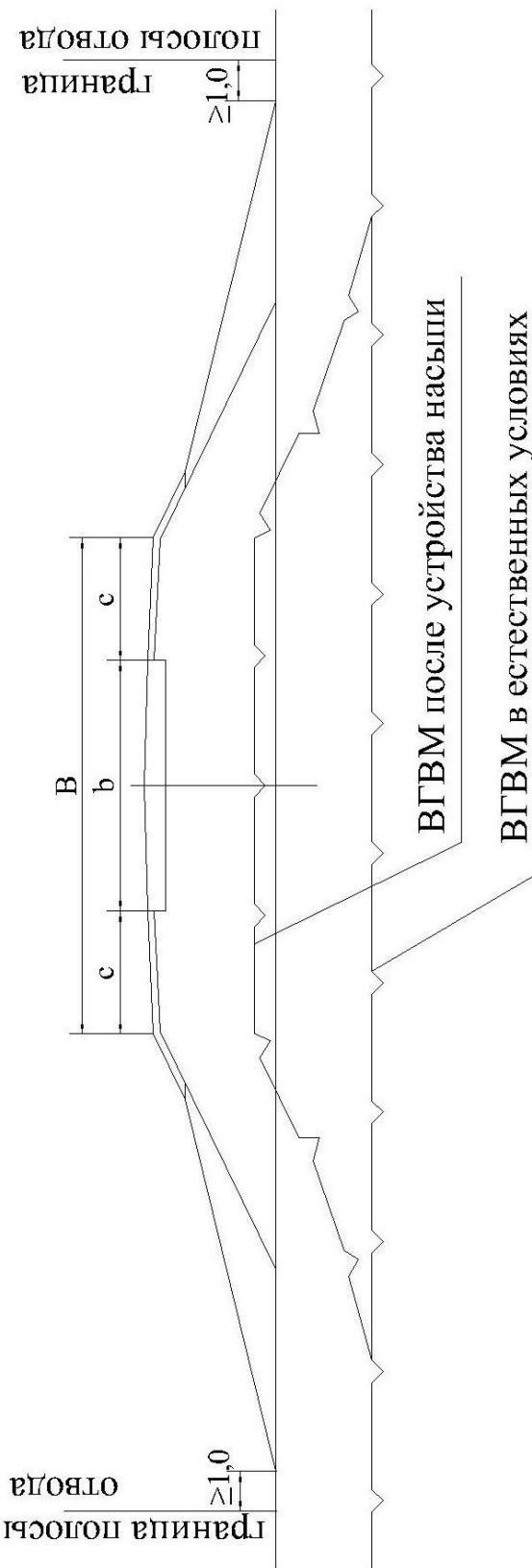


Рис. 1.21. Насыпи на грунтах III–V категорий просадочности

*Примечания:*

1. Тип 2-М применяется для дорог I–V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири на участках 3-го типа местности по увлажнению, сложенных грунтами III–V категорий просадочности при проектировании по 1-ому принципу;
2. Насыпи возводятся в зимний период из крупнообломочных талых или сыпучих и сухомерзлых песчаных грунтов. Мохорастительный слой в основании насыпи должен сохраняться в ненарушенном состоянии;
3. При использовании скальных грунтов для предохранения мохорастительного покрова от разрушения в нижней части насыпи предусматривают прослой толщиной 0,3–0,4 м из песчаных или крупнообломочных грунтов мелких фракций (не крупнее 70–100 мм);
4. Высота насыпи определяется расчетом из условия снегозаносимости и требований по теплотехнической устойчивости сооружения в зоне вечной мерзлоты.

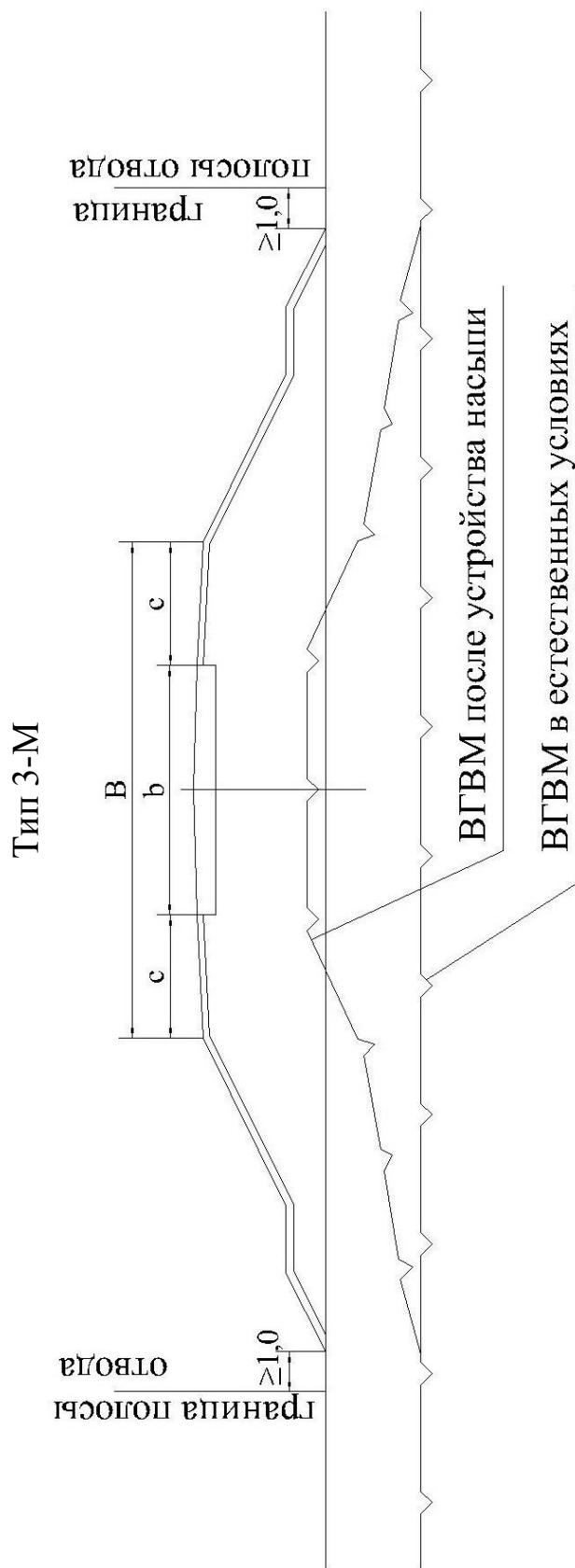


Рис. 1.22. Насыпи на грунтах III–V категорий просадочности

*Примечания:*

1. Тип 3-М применяется в тех же эксплуатационных и грунтово-мерзлотных условиях при отсутствии торфяных грунтов или при их большой дальности возки;
2. Насыпи возводятся в зимний период из крупнообломочных талых или сыпучих и сухомерзлых песчаных грунтов. Мохорастительный слой основания насыпи должен сохраняться в ненарушенном состоянии;
3. При использовании скальных грунтов для предохранения от разрушения в нижней части насыпи предусматривают прослой толщиной 0,3–0,4 м из песчаных или крупнообломочных грунтов мелких фракций (не крупнее 70–100 мм);
4. Высота насыпи определяется расчетом из условия снегозаносимости и требований по теплотехнической устойчивости сооружения в зоне вечной мерзлоты.

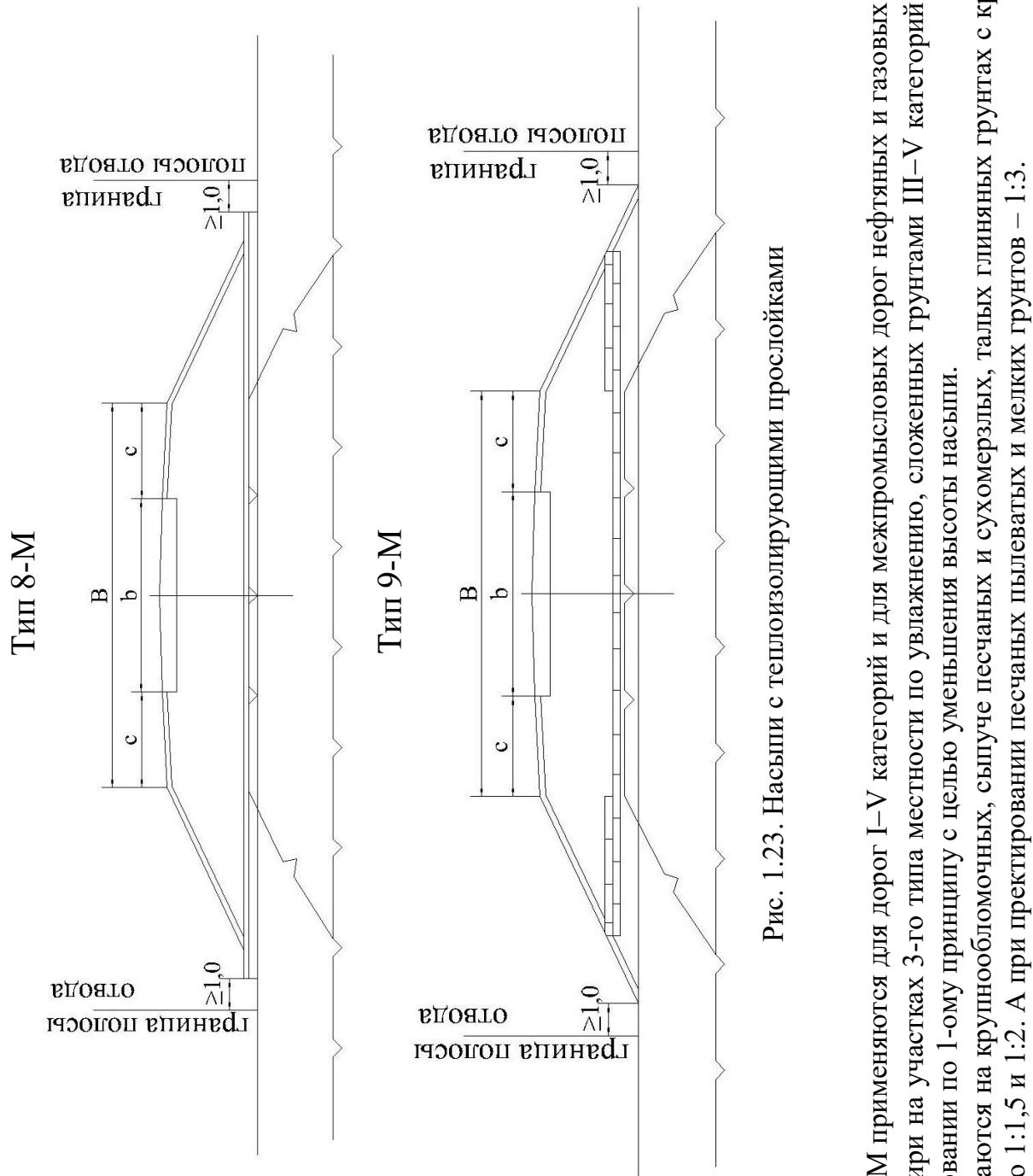


Рис. 1.23. Насыпи с теплоизолирующими прослойками

*Примечания:*

1. Типы 8-М и 9-М применяются для дорог I–V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири на участках 3-го типа местности по увлажнению, сложенных грунтами III–V категорий просадочности, при проектировании по 1-ому принципу с целью уменьшения высоты насыпи.
2. Насыпи отсыпаются на крупнообломочных, сыпуче песчаных и сухомерзлых, тальх глинистых грунтах с крутизной откоса соответственно 1:1,5 и 1:2. А при претиривании песчаных пылеватых и мелких грунтов – 1:3.

Тип 12-М

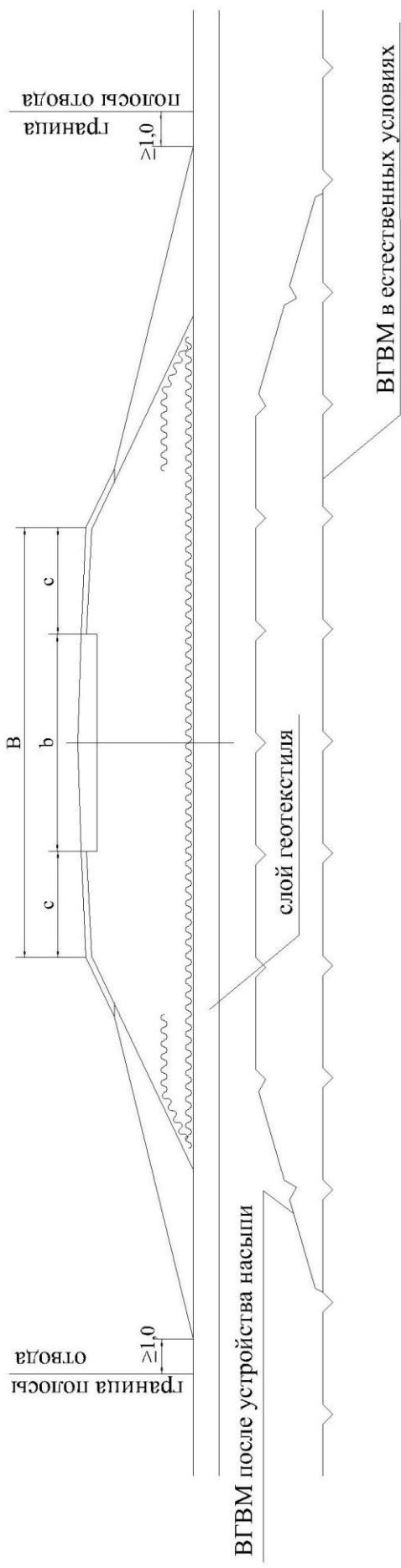


Рис. 1.24. Насыпи с применением армирующих слоев из геотекстиля тип 12-М

*Примечания:*

1. Тип 12-М применяется для дорог I–V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири на участках, сложенных грунтами III–IV категорий просадочности, с использованием в теле насыпи крупнообломочных, песчаных, в том числе мелких и пылеватых, сухо-сыпуче-мерзлых грунтов, при проектировании по 2-му принципу.
2. Крутизна откосов насыпей из крупнообломочных грунтов принимается равной 1:1,5, для песчаных и мерзлых грунтов – 1:2 – 1:3.

Тип 13-М

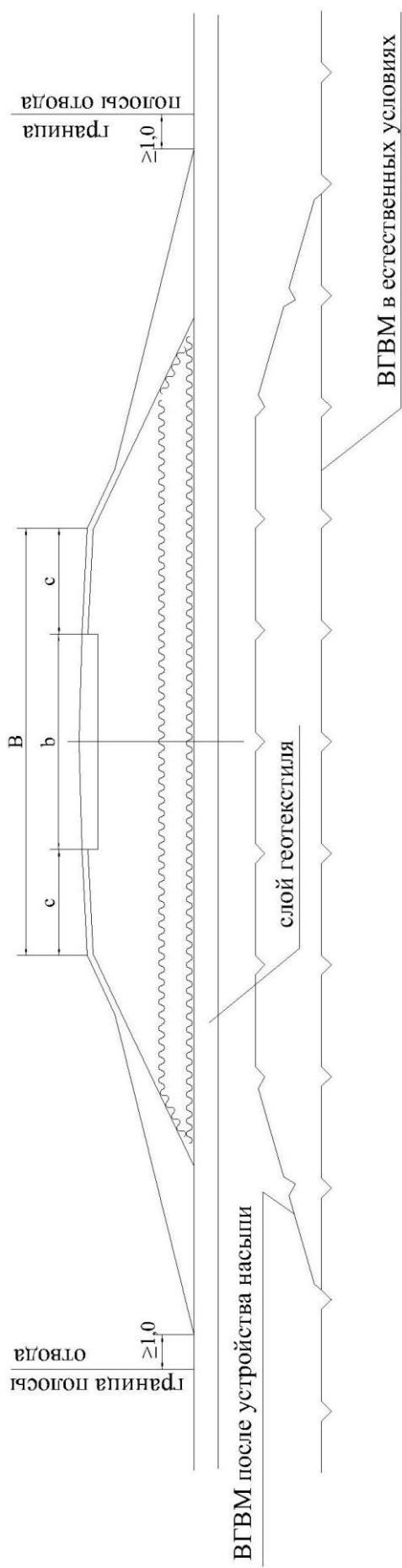


Рис. 1.25. Насыпи с применением армирующих слоев из геотекстиля типа 13-М

*Примечания:*

1. Тип 13-М применяется для дорог I–V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири на участках, сложенных грунтами III–IV категорий просадочности при использовании в обойме из геотекстиля твердомерзлых грунтов, в том числе и глинистых, при проектировании по 2-му принципу.
2. Крутизна откосов насыпей из крупнообломочных грунтов принимается равной 1:1,5, для песчаных и мерзлых грунтов – 1:2 – 1:3.

Тип 14-М

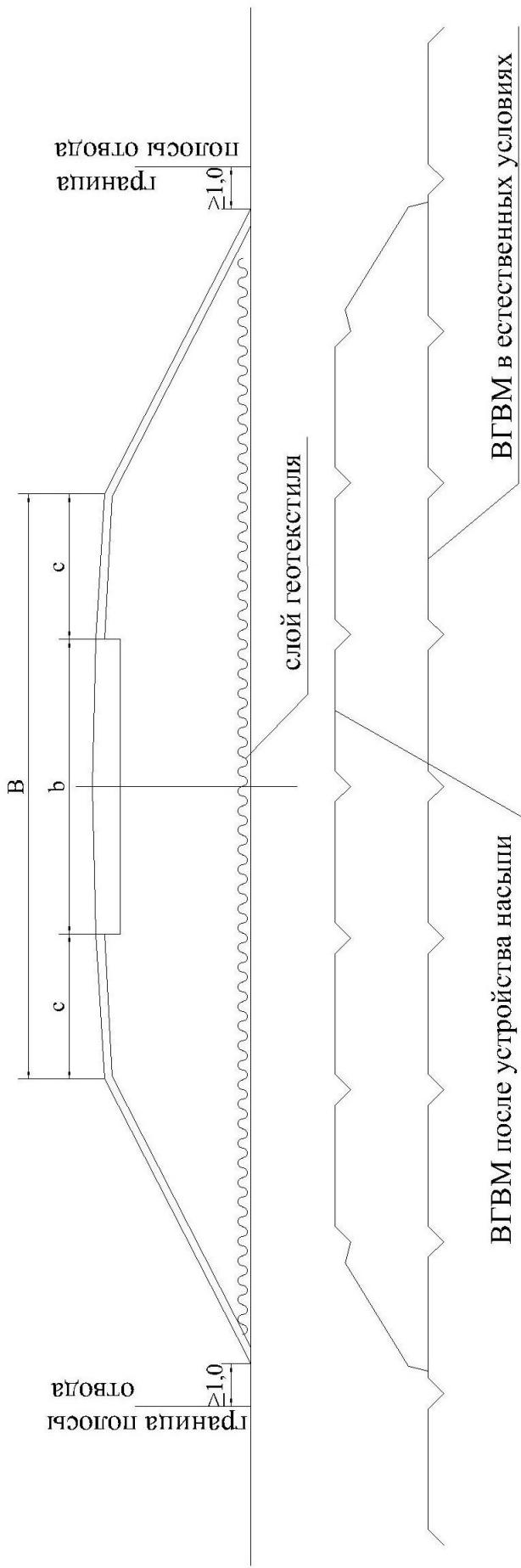


Рис. 1.26. Насыпи с применением геотекстиля типа 14-М

*Примечания:*

1. Тип 14-М применяется для дорог I–V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири, на участках, сложенных грунтами III–V категорий просадочности, с использованием в теле насыпи крупнообломочных, песчаных, в том числе мелких и пылеватых, сухо-сыпуче-мерзлых грунтов при проектировании по 2-му принципу и отсыпке земляного полотна в летнее время. Слой геотекстиля предназначен для уменьшения неравномерности осадки основания насыпи, а также служит технологической мерой, улучшающей условия проезда строительного транспорта, отсыпки и уплотнения нижнего слоя насыпи;
2. Крутизна откосов насыпей из крупнообломочных грунтов принимается равной 1:1,5, для песчаных и мерзлых грунтов – 1:2–1:3.

Тип 15-М

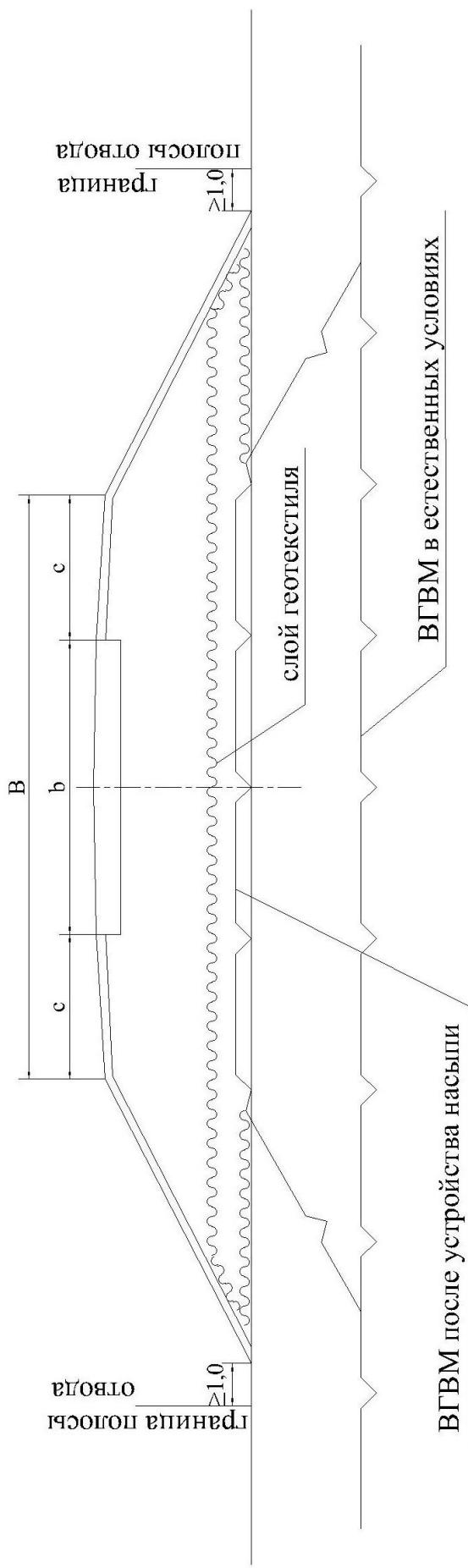


Рис. 1.27. Насыпи с применением геотекстиля тип 15-М

*Примечания:*

1. Тип 15-М применяется для дорог I–V категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири, на участках, сложенных грунтами III–V категорий просадочности при использовании в обойме из геотекстиля твердомерзлых грунтов, в том числе и глинистых, при проектировании по 1-му принципу.
2. Крутизна откосов насыпей из крупнообломочных грунтов принимается равной 1:1,5, для песчаных и мерзлых грунтов – 1:2–1:3.

Применяя данные грунты, следует соблюдать следующее:

- а) в настоящее время достаточно большие запасы местного некондиционного грунта при минимальной дальности его транспортировки, заложение откосов земляного полотна в насыпи можно принять: 1:2,5; 1:3; 1:4 (для обеспечения устойчивости откосов из переувлажненных грунтов и самого земляного полотна в насыпи при уплотнении и в период эксплуатации, уменьшения снегоотложения и повышения тепловой устойчивости, повышения устойчивости к размыву и подтоплению с предотвращением подмокания низа дорожной одежды, а также для большей транспортной безопасности в аварийных ситуациях);
- б) в местах возможного подтопления (низинах с необеспеченным стоком, марях, болотах и заболоченных участках) с каждой стороны земляного полотна в насыпи в ее нижней части устраивают защитные (от размыва, оттаивания и др.) бермы (см. рис. 1.21, 1.22, 1.24, 1.25);
- в) бермы устраивают на высоту нижней части земляного полотна в насыпи шириной от 1,0 до 1,5 м глубины оттаивания грунта бермы (в среднем 1,5–2,0 м);
- г) конструкция земляного полотна в насыпи должна быть: технологичной при строительстве; экологичной; экономичной (за счет расширенного использования местных грунтов и минимизации дальности их транспортировки в земляное полотно насыпи).
- д) максимально использовать полезные свойства некондиционных местных грунтов: пластичность в начальный период частичного оттаивания; неравномерность осадки мерзлых (многолетнемерзлых) грунтов основания; последующая эксплуатационная водонепроницаемость; работа грунта в качестве теплового диода и относительно пластичного нейтрализатора возможных осадок в случаях оттаивания мерзлого (многолетнемерзлого) основания; нейтрализация вредных (неравномерного пучения и осадки) воздействий путем устройства сглаживающих деформаций, армирующих и перераспределяющих напряжения гибких геосинтетических прослоек.

Основной задачей (и трудностью) при строительстве автомобильной дороги является сохранение дернового или мохорастительного покрова (МРП) в основании земляного полотна в насыпи и на прилегающей территории. Выполнение данной задачи учитывают при разработке технологических решений (в том числе и по круглогодичному введению дорожных насыпей).

Устройство водоудерживающей торфяной прослойки толщиной от 0,2 до 0,3 м (в уплотненном состоянии) в основании земляного полотна в насыпи необходимо для усиления действия механизма теплового диода. Для решения данной задачи наиболее пригодными являются слабо и среднеразложившиеся торфы, а также разрыхленные (комковатые) мерзлые торфогрунтовые смеси.

Особенность торфогрунтовых смесей и технологии их применения в условиях I ДКЗ.

1. Данные смеси приготавливают преимущественно зимой, совместным взрыванием слоя слаборазложившегося торфа, на мари или мелком (от 0,5 до 1,5 м) торфянике со слоем нижележащего суглинка в соотношениях от 50/50 до 30/70. Для заготовки смесей в зимний период используют взаимонаправленный, короткозамедленный взрыв с образованием готового к погрузке экскаватором или погрузчиком бурта.

2. Для определения наличия (отсутствия) производственной базы строительства проводят мерзлотно-грунтовые изыскания пригодных местных глинистых грунтов и торфов в притрассовых карьерах. Пригодность (непригодность) грунтов определяется экономической целесообразностью.

3. Экономическая целесообразность допускает влажность (льдистость) для глинистых грунтов до 80–100 %, торфов до 600–800 %. Наличие значительных по мощности (0,3–0,5 м и более) илистых (пылеватых) прослоек или сильно (более 55–60 %) пылеватых глинистых грунтов с высокой пучинистостью, иольдиевых глин недопустимо.

4. Для повышения экономической эффективности искусственные смеси торфа с илистыми грунтами можно использовать для укрепления от размыва откосов земляного полотна в насыпи (быстрое образование дернового покрова), а также для ненагруженных боковых защитных призм.

5. Для создания более прочных нижних частей земляного полотна в насыпи, а также экономии дорогостоящих дренирующих грунтов в рабочем слое земляного полотна возможно применение оптимального соотношения связно-сыпучих смесей из мерзлых комьев разрыхленного, преимущественно глинистого грунта с сухо или сыпучемерзлым песком.

6. При разработке технологии применения и производства работ с использованием мерзлого разрыхленного грунта в зимний период необходимо учитывать плотность и пустотность отсыпанных слоев.

7. При разработке технологии применения и производства работ с использованием мерзлого разрыхленного грунта в весенне-летний период при возведении нижней части земляного полотна в насыпи определяющим показателем будет вид и состояние грунта.

8. В случае, если земляное полотно в насыпи возводят из частично (до 20÷30 см) оттаявших и нижележащих, разрыхленных, сильно и избыточно переувлажненных мерзлых глинистых грунтов (в том числе с влажностями, превышающими влажность предела текучести) соблюдают следующие основные правила:

а) оттаявший мохорастительный покров (МРП), снятый с поверхности и временно складированный в валики по краям, после возведения земляного полотна нижней его части частично возвращают обратно.

б) обязательным условием является приданье основанию земляного полотка в насыпи уклона от 20 % до 50 % в направлении от оси насыпи;

в) основной забор грунта из притрассовых карьеров (резервов) осуществляют у дальней от земляного полотна в насыпи границы расчищенных карьеров (резервов) и минимально у основания откосов сооружаемой насыпи;

г) притрассовые карьеры (резервы) и боковые резервы преимущественно разрабатываются участками от 150 до 200 м, с устройством временных разрывов в сооружаемой нижней части насыпи;

д) для обеспечения экологической безопасности в районе возведения земляного полотна в насыпи в местах естественных понижений рабочая отметка должна быть достаточной для последующего устройства в них бесфундаментных (металлических гофрированных) водопропускных труб и обеспечения прохода обитателей местного животного мира;

е) во избежание заливания мерзлотными водами, разработку притрассовых карьеров и боковых резервов в весенне-летний период начинают с низовой стороны.

9. В местах проектных выемок и полувыемок с некондиционными грунтами, по возможности, необходимо устраивать грунтовые карьеры (площадки грунтовых строительных материалов) с обязательным обеспечением естественного водоотвода из них в период эксплуатации.

Современные конструктивные решения и перспективы проектирования и строительства земляного полотна в насыпи на многолетнемерзлых грунтах (см. рис. 1,20–1,27) включают внедрение и выполнение следующих сложных и подчас дорогостоящих работ.

1. Усиление действия естественного механизма дополнительной природной «подзарядки» холодом многолетнемерзлого основания эффектом «теплового диода».

2. Улучшение экологичности, экономичности и повышение темпов сооружения земляного полотна в насыпи на многолетнемерзлых грунтах путем внедрения и расширения возможности использования некондиционных местных грунтов.

3. Решение наиболее сложной и затратной проблемы усиления гашения неравномерностей строительно-эксплуатационной осадки в частично оттаивающем и постепенно (1–2 теплых периода) стабилизирующемся многолетнемерзлом основании в условиях глобального потепления.

Применение несцементированных скальных (обломочных, крупнообломочных) грунтов в качестве стабилизирующего материала для земляного полотна еще не решает проблему прочности и в то же время приводит к высокой стоимости строительства автомобильных дорог.

В последние годы значительно повысился технический уровень проектирования и строительства земляного полотна на вечномерзлых грунтах. Однако все еще негативное влияние оказывает недостаточная обеспеченность технической, учебно-методической литературой, нормативных и научно-технических документов, обосновывающих рациональные конструкции, материалы и технологию строительства автомобильных дорог на вечномерзлых (многолетнемерзлых) грунтах.

Решение вопроса возведения земляного полотна в насыпи с учетом грунтово-гидрогеологических характеристик при обеспечении требуемых прочностных показателей позволит решить одну из сложнейших задач обеспечения прочности, долговечности и надежности автомобильных дорог.

## 1.4. Современные конструктивные решения земляного полотна в выемке

Необходимость проектирования выемок в первую очередь обусловлена рельефом местности и уровнем залегания грунтовых вод. Основой современных конструктивных решений земляного полотна в выемке являются типовые материалы для проектирования «Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования» [8–10].

Земляное полотно в выемке следует проектировать с обязательным учетом:

1. Категории дороги (типа дорожной одежды), величины рабочей отметки (глубины выемки), свойств грунтов, условий производства работ по возведению земляного полотна в выемке.
2. Природных условий района строительства и особенностей инженерно-геологических условий участка строительства, опыта эксплуатации дорог в данном районе, исходя из обеспечения требуемых прочности, устойчивости и стабильности как самого земляного полотна в выемке, так и типа дорожной одежды при наименьших затратах на стадии строительства и эксплуатации.
3. Максимального сохранения ценных земель и наименьшего ущерба окружающей природной среде.

Земляное полотно в выемке (при соответствующем технико-экономическом обосновании) используют при проектировании и строительстве автомобильных дорог I – V категорий в I, II и III (IV, V) дорожно-климатических зонах, крутизна заложения откосов земляного полотна в выемке (табл. 1.17) принята в соответствии с СП 34.13330.2021 [1].

Современные конструктивные решения земляного полотна в выемке (рис. 1.28–1.31) имеют ряд конструктивных особенностей, которые необходимо учитывать при выборе типа поперечного профиля земляного полотна в выемке.

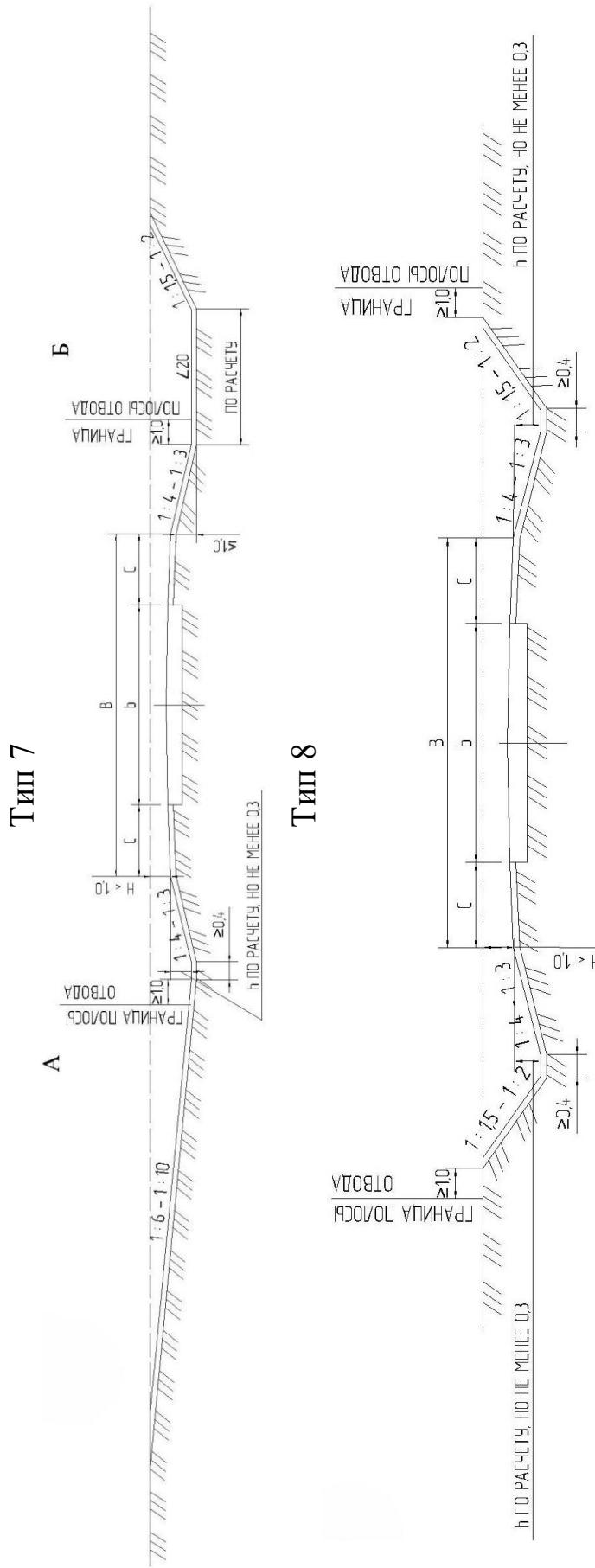


Рис. 1.28. Выемки глубиной до 1 м и на снегозаносимых участках

*Примечания:*

1. Типы 7 и 8 применяются на начальных участках глубоких выемок. Сопряжение конструкций начальных участков с основной конструкцией глубоких выемок следует предусматривать в пределах участков длиной не менее 10,0 м.
2. Типы 7-А и 7-Б применяют с целью предохранения начальных участков выемок от снежных заносов в нестесненных условиях и на малооцененных угодьях и устраивают их либо раскрытыми (тип 7-А), либо разделанными под насыпь (тип 7-Б).
3. Тип 8 применяется в стесненных условиях или при проложении дороги по ценным угодьям, а также на участках, где отсутствуют снежные заносы.
4. Для дорог IV–V категорий крутизна внутреннего откоса выемки назначается 1:3.
5. При устройстве выемки по типу следует предусматривать рекультивацию внешнего откоса с приведением его в состояние, пригодное для использования в сельской местности.

Тип 9

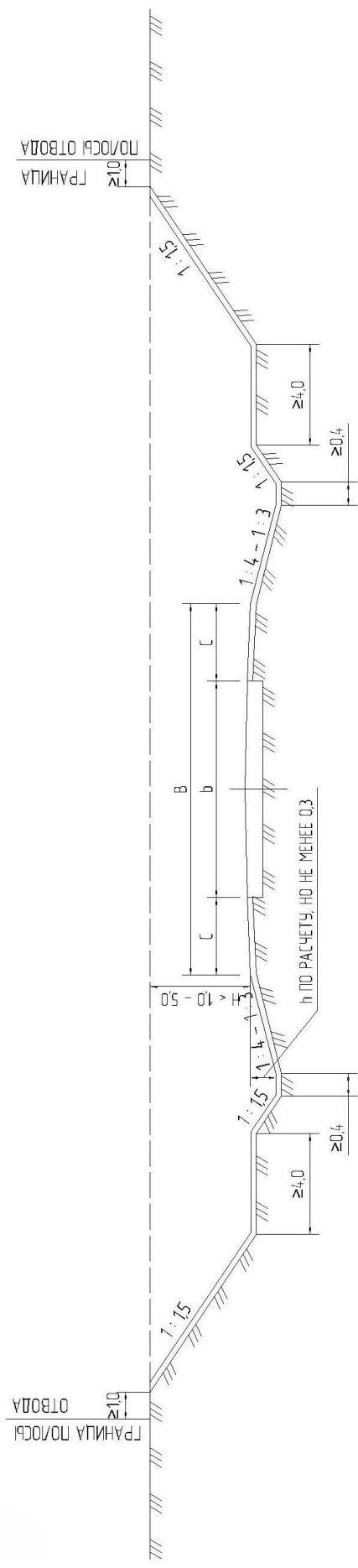


Рис. 1.29. Выемки глубиной до 12 м в крупнообломочных, песчаных и глинистых грунтах тип 9

Bibliographie.

1. Тип 9 применяется на снегозаносимых участках при глубине выемок от 1,0 до 5,0 м, ширина полки принимается в зависимости от объема снегопереноса, но не менее 4,0 м. Выемки по типу 9 можно проектировать с уширенной обочиной, не менее 4,0 м (взамен полки).
2. Для дорог IV–V категорий крутизна внутреннего откоса выемки назначается 1:3.
3. При устройстве выемки по типу 9 следует предусматривать рекультивацию внешнего откоса с приведением его в состояние, пригодное для использования в сельской местности.

## Тип 10

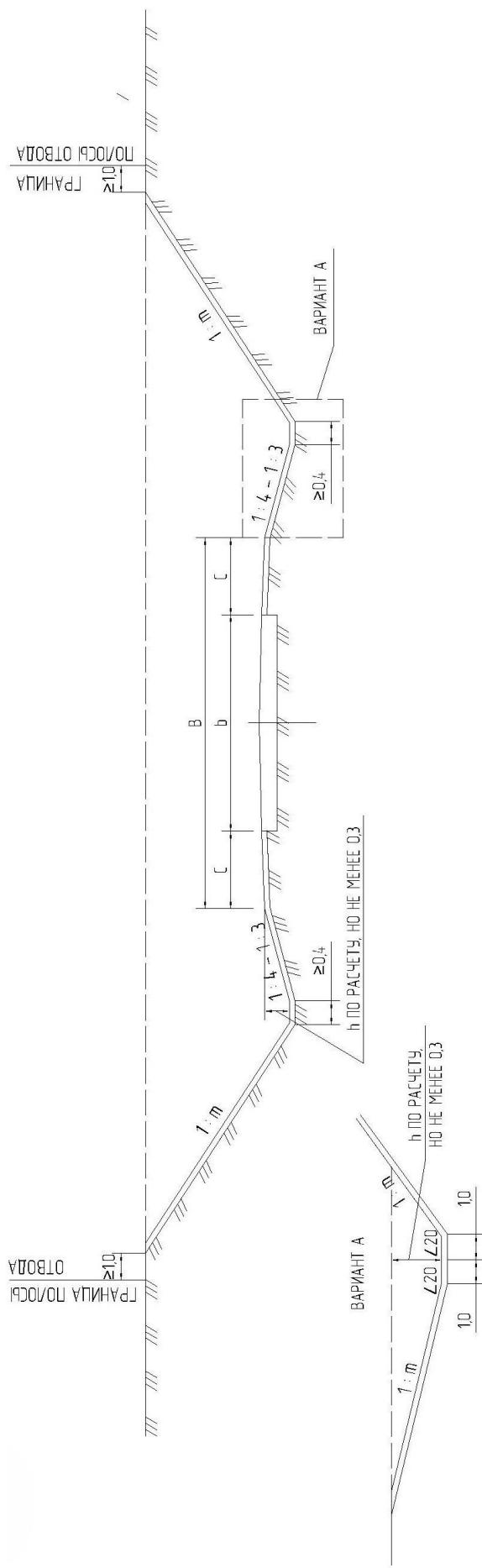


Рис. 1.30. Выемки глубиной до 12 м в крупнообломочных, песчаных и глинистых грунтах тип 10

*Примечания:*

1. Тип 10 применяется в грунтах крупнообломочных, песчаных крупных и средних, глинистых твердой, полутвердой консистенции. Для автомобильных дорог I–III категорий конструкции выемок применяются по варианту «А».
2. Крутизна откосов насыпи 1:1,5 принимается для дорог во II–III дорожно-климатических зонах в грунтах крупнообломочных 1:1–1:1,5, в песчаных крупных и средних, глинистых твердой, полутвердой консистенции – 1:1,5.
3. Для дорог IV–V категорий значение внутреннего откоса выемки принимается равным 1:3.

Тип 11

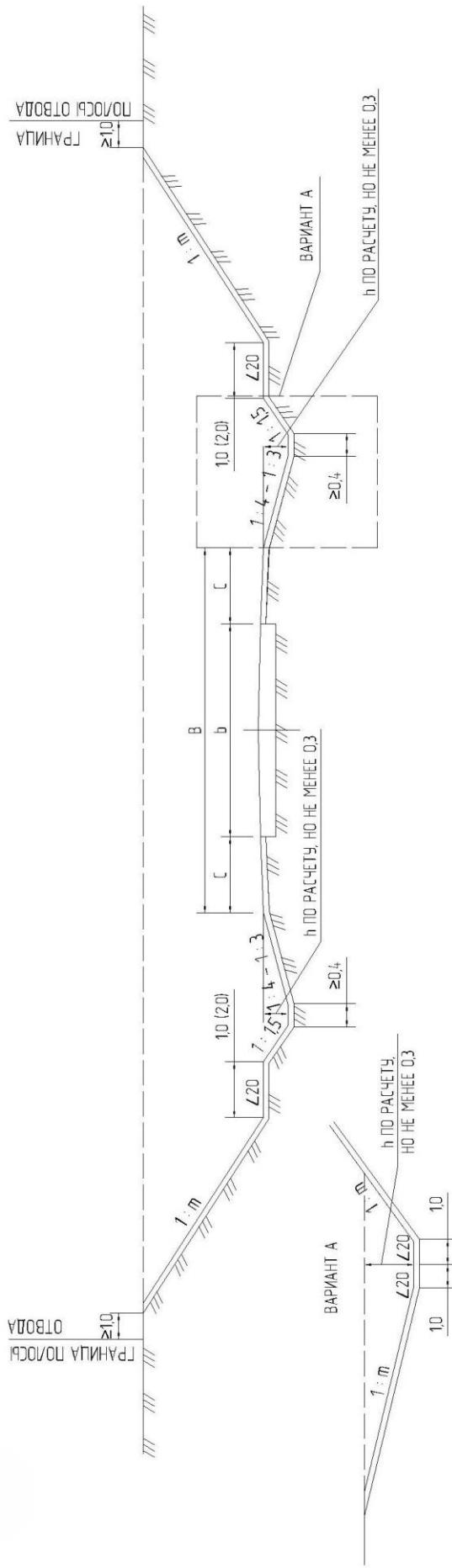


Рис. 1.31. Выемки глубиной до 12 м в крупнообломочных, песчаных и глинистых грунтах тип 11

Примечания:

1. Тип 11 применяется в мелких и пылеватых песчаных грунтах, в глинистых грунтах тупопластичной и мягкопластичной консистенций. Ширина закутовых полок в мелких и пылеватых грунтах следует принимать равной 1 м, в глинистых грунтах при высоте откоса до 6 м равной 1 м, а при высоте откоса более 6 и до 12 м равной 2 м. Для автомобильных дорог I–II категорий конструкция выемок принимается по варианту «А» (тип 11А);
2. Кругизна откосов насыпи 1:m принимается для дорог во II–III дорожно-климатических зонах в мелких и пылеватых песчаных грунтах, в глинистых грунтах тупопластичной и мягкопластичной консистенций 1:2, для IV–V дорожно-климатических зон – 1:1,5;
3. Для дорог IV–V категорий значения внутреннего откоса выемки принимается равным 1:3.

Крутизна откосов выемок глубиной до 1 м (раскрытие выемки) следует назначать от 1:5 до 1:10. Откосы глубоких выемок (от 1 до 5 м) следует назначать более крутыми (1:1,5 – 1:2). Наибольшая крутизна откосов выемок установлена в зависимости от высоты откосов (табл. 1.17), СП 34.13330.2021 [1].

Таблица 1.17

Допускаемая крутизна откосов в выемках, не относящихся к объектам индивидуального проектирования

Грунты	Высота откоса, м	Наибольшая крутизна
1. Скальные: а – слабовыветривающиеся б – легковыветривающиеся: в – неразмягченные г – размягченные	до 16 до 16 до 6	1:0,2 1,05 – 1:1,5 1:1
2. Крупнообломочные	свыше 6 до 12	1:1,5 1:1 – 1:1,5
3. Песчаные, глинистые однородные твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции	до 12	1:1,5
4. Пески мелкие барханные	до 2 от 2 до 12	1:4 1:2
5. Лесс	до 2 до 12	1:0,5 – 1:1,5 1:0,1 – 1:0,5

Земляное полотно в выемках (не относящихся к объектам индивидуального проектирования) для автомобильных дорог всех категорий разработаны глубиной до 12 м (рис. 1.32–1.34) в связных (глинистых, суглинистых, супесчаных) и несвязных (песчаных, крупнообломочных грунтах и скальных легковыветривающихся размягчаемых породах).

При проектировании продольного профиля методом секущей, в скальных грунтах необходимо учитывать степень выветриваемости (слабовыветриваемые, легковыветриваемые) скальных грунтов.

Наиболее неустойчивыми в земляном полотне выемки являются легковыветривающиеся породы (аргиллиты, алевролиты, глинистые мергели), обычно встречающиеся в различных сочетаниях между собой, а также переслаивающиеся с более стойкими по отношению к выветриванию породам (песчаниками, известняками, доломитами).

Основные недостатки рассматриваемых пород.

1. Даже если они имеют первоначально относительно высокую прочность, после обнажения в откосах данные грунты начинают в большинстве случаев быстро разрушаться (в пределах зоны активного воздействия выветривания). Как результат, в поверхностных частях вскрытого массива образуется преимущественно щебенисто-дресвяный или дресвяно-песчано-пылевато-глинистый материал.

2. Большим недостатком является увеличение степени выветрелости пород. С увеличением прочности их объемный вес уменьшается, а пористость и влажность возрастают.

3. Породы одного наименования могут иметь различную степень устойчивости по отношению к выветриванию, что объясняется комплексным влиянием на степень устойчивости к выветриванию легковыветривающихся пород большого числа, трудно поддающихся количественному учету различно действующих факторов, основными из которых являются:

- а) состав и тип цемента;
- б) степень метаморфизма;
- в) химический и минералогический составы.

Отношение к переменному высушиванию и увлажнению является основным показателем состояния пород в откосе. По устойчивости пород к выветриванию прогнозируется:

- а) вероятная мощность образования в породах зоны выветривания во времени;
- б) интенсивность осыпания продуктов выветривания с поверхности откоса в зависимости от крутизны и литологии.

В зависимости от состояния пород в откосе выделяют следующие основные виды деформаций откосов выемок и полувыемок в легко-выветривающихся скальных породах:

- а) осьпи интенсивно выветривающихся пород;
- б) выпадение из откосов отдельных глыб (обломков) пород более стойких к выветриванию (песчаников, известняков), чем переслаивающие их легковыветривающиеся породы;
- в) обвалы из-за нарушения общей устойчивости откосов;
- г) оползни и оплывы сильно выветрившейся поверхности коренных пород;
- д) размывы откосов, сложенных выветрившимися породами.

Выше перечисленные деформативно-прочностные характеристики нашли отражение в особенностях проектирования откосов в легко-выветривающихся скальных породах.

1. Расчет (прогнозирование) общей и местной устойчивости откосов необходимо осуществлять в процессе проектирования.

Оптимальную, в технико-экономическом отношении, конфигурацию откосов можно установить на основании полученных результатов оценки общей и местной устойчивости.

2. Для оценки вероятности возникновения обвалов и оползней необходим расчет общей устойчивости.

Определение местной устойчивости требуется для прогнозирования интенсивности осыпания продуктов выветривания откосов в процессе эксплуатации и возможности появления оплывов, а также для осуществления технико-экономического сравнения вариантов и выбора оптимального очертания откосов.

3. Особенности проектирования откосов в легко-выветривающихся скальных породах связаны с тем, что массивы, в которых они устраиваютя, являются структурной анизотропной (неоднородной) средой, поэтому к ним, как правило, не применимы основные расчетные методы, разработанные для оценки устойчивости рыхлых грунтов.

Учет структурной анизотропии исключает (или весьма затрудняет) возможность использования какого-либо универсального способа оценил общей устойчивости откосов, вызывает появление множества расчетных схем, а также необходимость определения большого количества различных параметров и требует тщательной регистрация инженерно-геологических особенностей массива.

Общую устойчивость откосов (при индивидуальном проектировании) следует оценивать в зависимости от их очертания, характера и расположения поверхностей ослабления (трещиноватости, слоистости) по отношению к проектируемому откосу. Расчет общей устойчивости сводится к определению предельной высоты устойчивого откоса заданной крутизны при принятом коэффициенте запаса.

Земляное полотно в выемках (не относящихся к объектам индивидуального проектирования) в скальных слабовыветривающихся и легко-выветривающихся неразмягчаемых породах (рис. 1.32–1.34) для автомобильных дорог всех категорий разработаны глубиной до 16 м.

## Тип 12

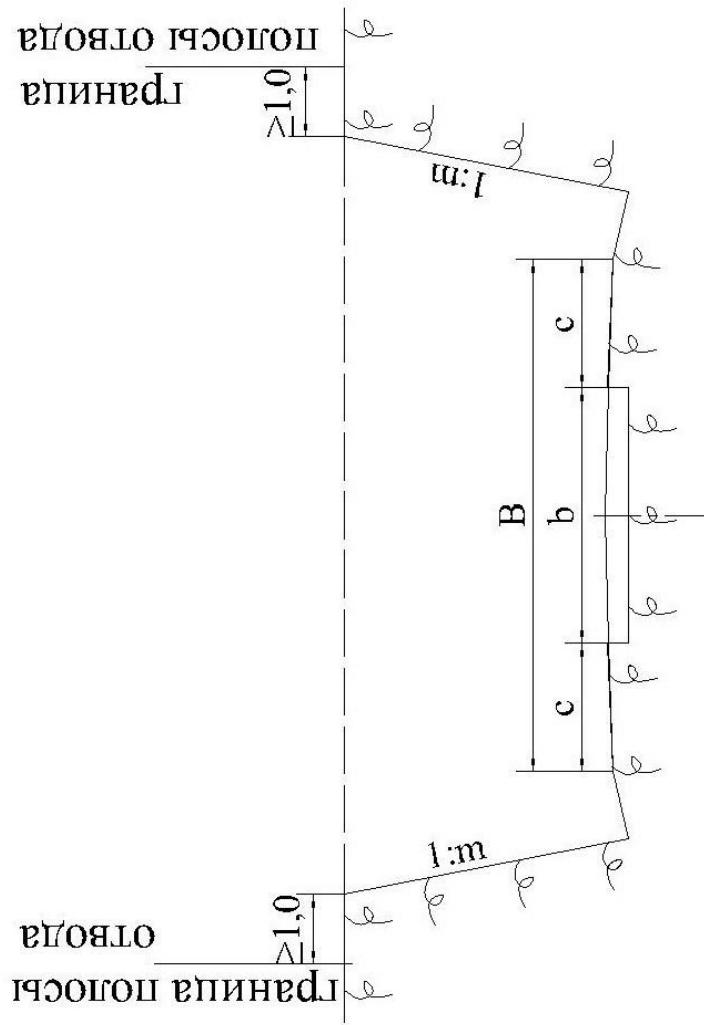


Рис. 1.32. Выемки в слабовыетриваемых и легковыетриваемых скальных грунтах тип 12

*Примечания.*

1. Тип 12 применяется при наличии в толще соответственно слабовыетриваемых, легковыетриваемых неразмягченных и легковыетриваемых размягченных скальных грунтов.
2. Для дорог I–III категорий внутреннего откоса принимается равной 1:4, для дорог IV–V категорий – 1:3.

## Тип 13

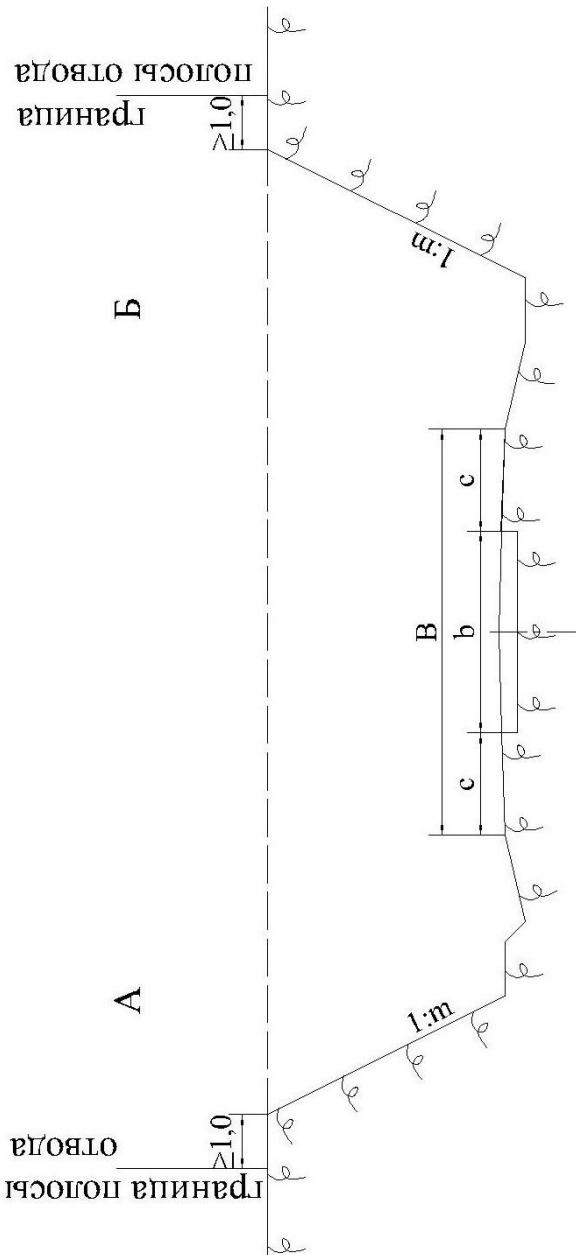


Рис. 1.33. Выемки в слабовыветриваемых и легковыветриваемых скальных грунтах тип 13

*Примечания:*

1. Тип 13 применяется при наличии в толще соответственно слабовыветриваемых, легковыветриваемых неразмягченных и легковыветриваемых размягченных скальных грунтов. Тип 13 А применяется в случае устойчивого откоса, при наличии незначительных вывалов. Тип 13 Б применяется на дорогах I–III категорий в случае возможного вывала отдельных камней, осипей и т. п. из откосов. На чертеже даны минимальные размеры кювет-траншеи, в остальных случаях ее размеры устанавливаются расчетом. Целесообразность устройства кювет-траншеи для дорог I–III категорий должна обосновываться технико-экономическим сравнением.
2. В слабовыветриваемых скальных грунтах допускаются вертикальные откосы. Ширина закюветных полок типа 13 А принимается равной 1 м при глубине выемки до 6 м и 2 м – при глубине более 6 м.
3. Для дорог I–III категорий внутреннего откоса принимается равной 1:4, для дорог IV–V категорий – 1:3.

## Тип 14

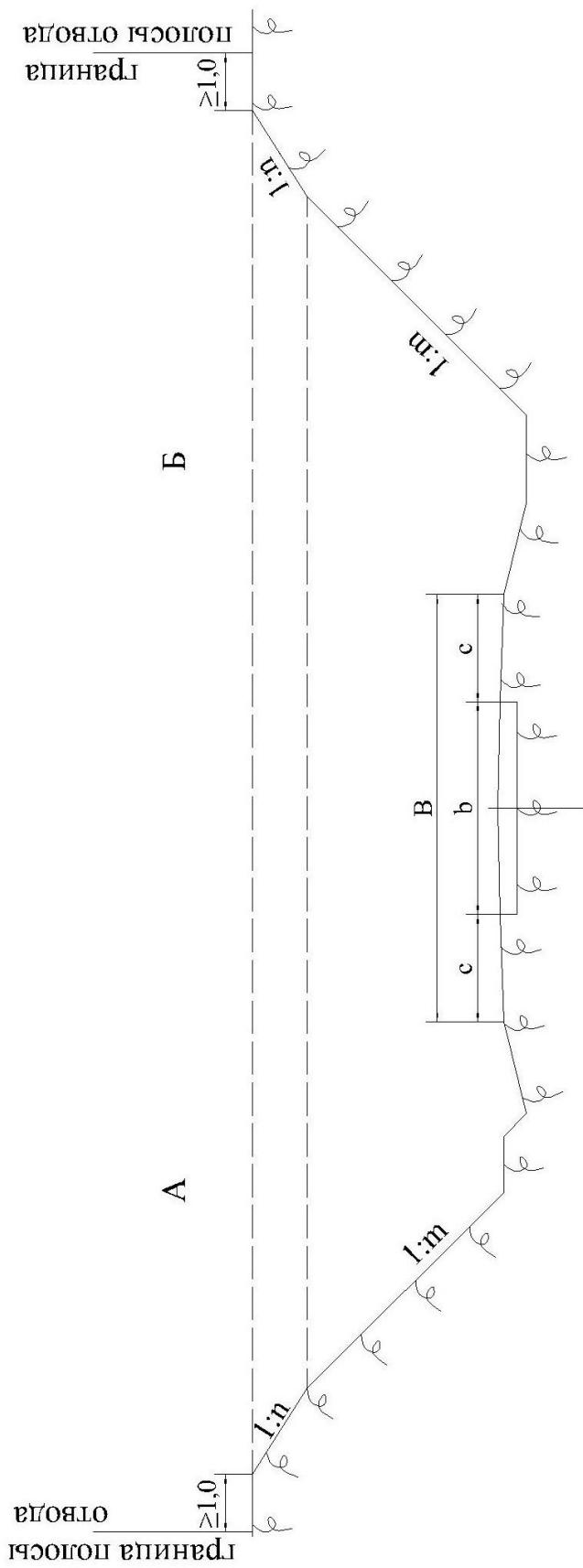


Рис. 1.34. Выемки в слабовыетриваемых и легковыетриваемых скальных грунтах тип 14

*Примечания:*

1. Тип 14 применяется при наличии в толще соответственно слабовыетриваемых, легковыетриваемых неразмягченных и легковыетриваемых размягченных скальных грунтов. Тип 14 А применяется в случае устойчивого откоса, при наличии незначительных вывалов. Тип 14 Б применяется на дорогах I–III категорий в случае возможного вывала отдельных камней, осипей и т. п. из откосов. На чертеже даны минимальные размеры кювет-траншеи, в остальных случаях ее размеры устанавливаются расчетом. Целесообразность устройства кювет-траншеи для дорог I–III категорий должна обосновываться технико-экономическим сравнением;
2. В слабовыетриваемых скальных грунтах допускаются вертикальные откосы. Ширина закюветных полок типа 14 А принимается равной 1 м при глубине выемок до 6 м и 2 м – при глубине более 6 м.
3. Для дорог I–III категорий внутреннего откоса принимается равной 1:4, для дорог IV–V категорий – 1:3.

Основополагающая тенденция развития мирового сообщества в XXI веке будет направлена на освоение и развитие северных территорий. В то же время север до настоящего времени является весьма слабо изученным пространством, таящим в своих недрах уникальные месторождения ценнейших полезных ископаемых. Глобальное значение для развития Российской Федерации в настоящем и будущем имеет освоение северных территорий и, соответственно, проектирование земляного полотна в выемке на многолетнемерзлых (вечномерзлых) грунтах, что представляет определенные трудности.

К настоящему времени отечественная и зарубежная практика дала много примеров деформаций и разрушений на автомобильных дорогах в районах вечной мерзлоты. Данный факт указывает на недостаточную изученность и неполноту исследований вопросов проектирования прочного и устойчивого земляного полотна в выемке на вечномерзлых (многолетнемерзлых) грунтах, с учетом изменения положения верхнего горизонта вечномерзлых грунтов (*ВГВМГ*) в условиях глобального потепления.

В состав вечномерзлых (многолетнемерзлых) грунтов входят минеральные частицы, лед, вода и воздух. Следует помнить, что величина, форма и состав этих составляющих характеризуют особую криогенную (мерзлотную) текстуру.

В настоящее время различают массивную, слоистую и сетчатую текстуры (рис. 1.35).

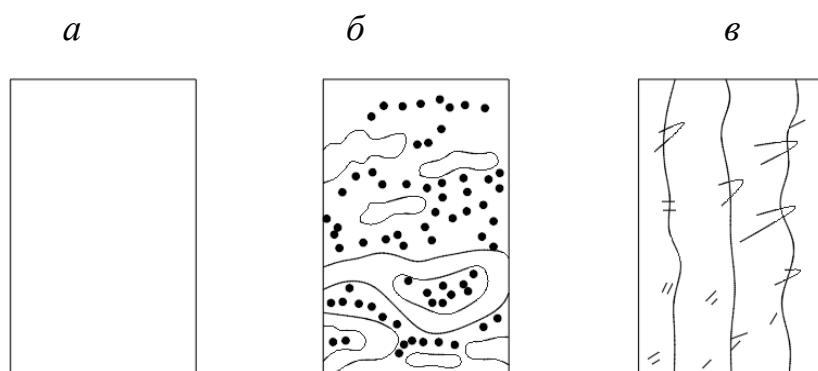


Рис. 1.35. Основные виды текстур мерзлых грунтов:  
*а* – массивная; *б* – слоистая; *в* – сетчатая

При этом массивная текстура (рис. 1.35, *а*) характеризуется наличием в основном порового льда. Слоистая текстура (рис. 1.35, *б*) представляет собой чередование ледяных включений в виде прослоек и линз с минеральными слоями, которые имеют массивную текстуру.

Сетчатая текстура (рис. 1.35, в) формируется ледяными включениями, располагающимися в виде сетки.

В условиях глобального потепления определяющую роль будет иметь глубина промерзания ( $h_{np}$ , рис. 1.36) и полная глубина сезонного оттаивания ( $h_{om}$ ), устанавливаемая замерами в конце осеннего периода (Х и XI месяца).

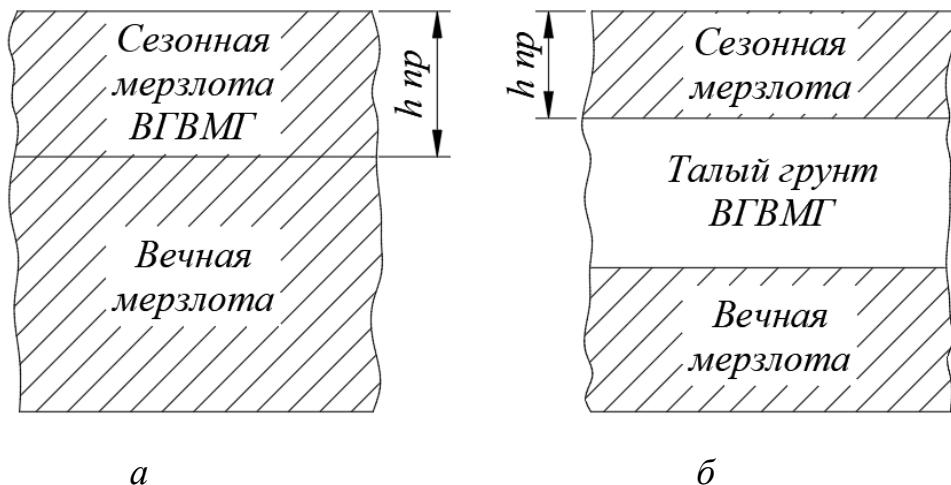


Рис. 1.36. Вечномерзлые (многолетнемерзлые) грунты, вечная мерзлота:  
а – сливающаяся; б – несливающаяся

Особенность в том, что на некоторой глубине, называемой глубиной нулевых амплитуд, где не сказываются сезонные колебания температур, замеряют постоянную температуру вечномерзлого (многолетнемерзлого) грунта. Эта температура с отсутствием амплитуд считается основной характеристикой среднегодовой температуры вечномерзлых (многолетнемерзлых) грунтов. Основная проблема в том, что она не постоянна даже для одного конкретного района, а изменяется в зависимости от состава пород, их льдистости, экспозиции и наличия грунтовых вод.

Многолетний опыт применения существующего дорожно-климатического районирования в зоне распространения вечномерзлых (многолетнемерзлых) грунтов показал, что оно не в полной мере удовлетворяет практике проектирования дорог и требует дальнейшего уточнения и детализации. Целесообразно территорию I ДКЗ разделить на два примерно равных по площади региона. Основой первой будет являться сезонная мерзлота ВГВМГ на вечномерзлых (многолетнемерзлых) грунтах, второй – сезонная мерзлота на талом грунте ВГВМГ на вечномерзлых (многолетнемерзлых) грунтах.

Изучение природных условий зоны вечной мерзлоты показало, что на ее территории отчетливо выражено зональное изменение основных физико-географических факторов, что обуславливает необходимость деления территории на зоны и подзоны.

В настоящее время наиболее распространенным во всех зонах и подзонах видом деформации является пучение земляного полотна, вследствие объемного расширения воды в связном грунте. Наибольшее пучение вызвано дополнительным поступлением воды, перемещающейся в промерзающий грунт из нижележащих, талых слоев грунта. Пучение интенсивно проявляется в южной части зоны вечной мерзлоты. Здесь же наблюдаются значительные деформации земляного полотна, возникающие из-за затопления его наледями. Изменение режима подземных вод и водотоков зимой при промерзании грунта часто приводит к прорыву их на поверхности и затоплению окружающей местности и дорожных сооружений, сопровождающемуся полным разрушением проезжей части.

При этом определяющим при выборе типа поперечного профиля земляного полотна на вечномерзлых (многолетнемерзлых) грунтах будет расположение слоев грунта в пределах *BГВМГ* (рис. 1.37).

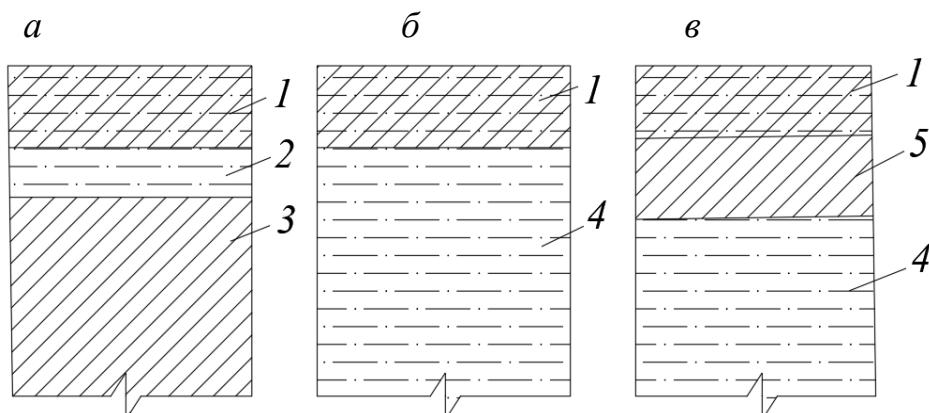


Рис. 1.37. Схемы расположения слоев грунта:

1 – деятельный слой (слой сезонного промерзания и оттаивания);  
2 – перелеток; 3 – талый грунт; 4 – вечномерзлый грунт; 5 – слой талого грунта, не промерзающего зимой

Земляное полотно в выемках (не относящихся к объектам индивидуального проектирования) в вечномерзлых (многолетнемерзлых) грунтах (рис. 1.38, 1.39) без термо и пароизоляционных слоев должно соответствовать грунтово-гидрогеологическим условиям с учетом тенденции глобального потепления.

Тип 18-М

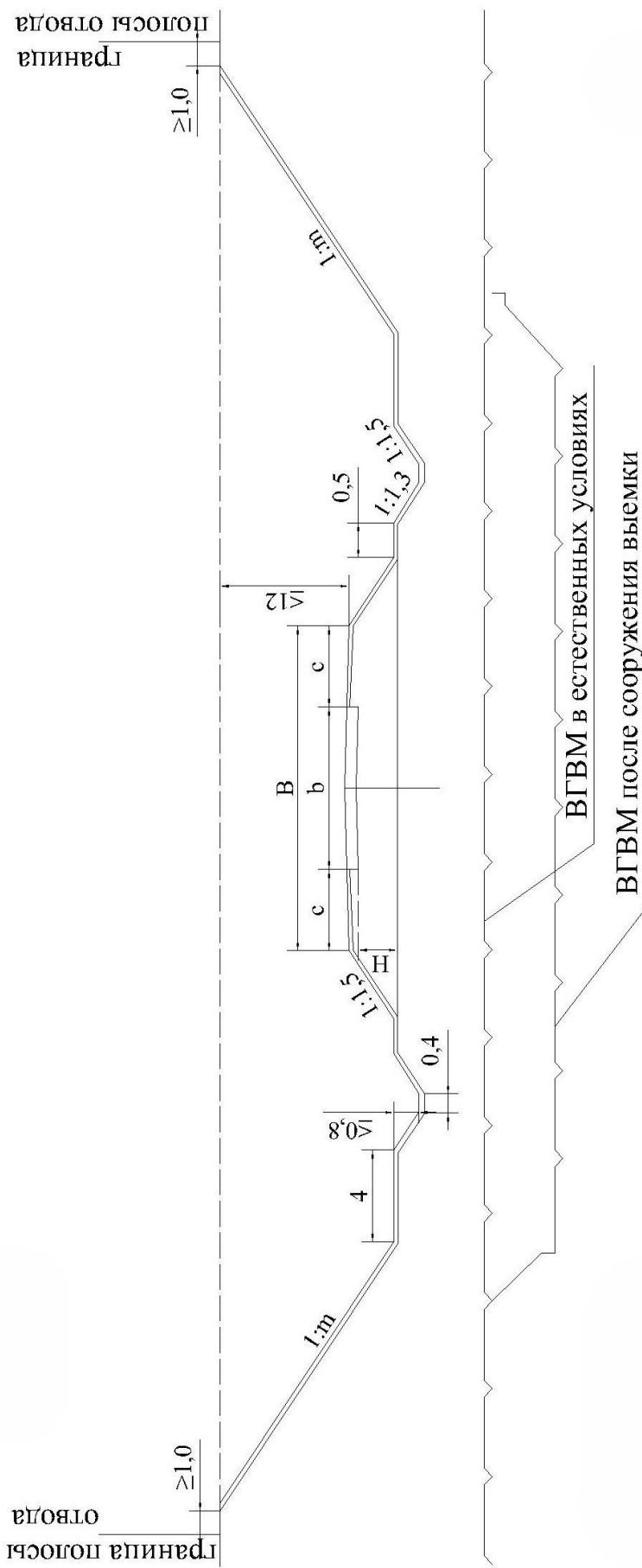


Рис. 1.38. Выемки в вечномерзлых грунтах тип 18-М

*Примечания:*

1. Тип 18-М применяется для дорог I–V категорий и для промысловых дорог нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири, на участках, сложенных высокотемпературными и низкотемпературными грунтами I–II категории просадочности.
2. Крутизна откоса принимается равной 1:4 при глубине выемок до 2 м и до 5 м на снегозаносимых участках, при глубине до 12 м не круче 1:2.

## Тип 19-М

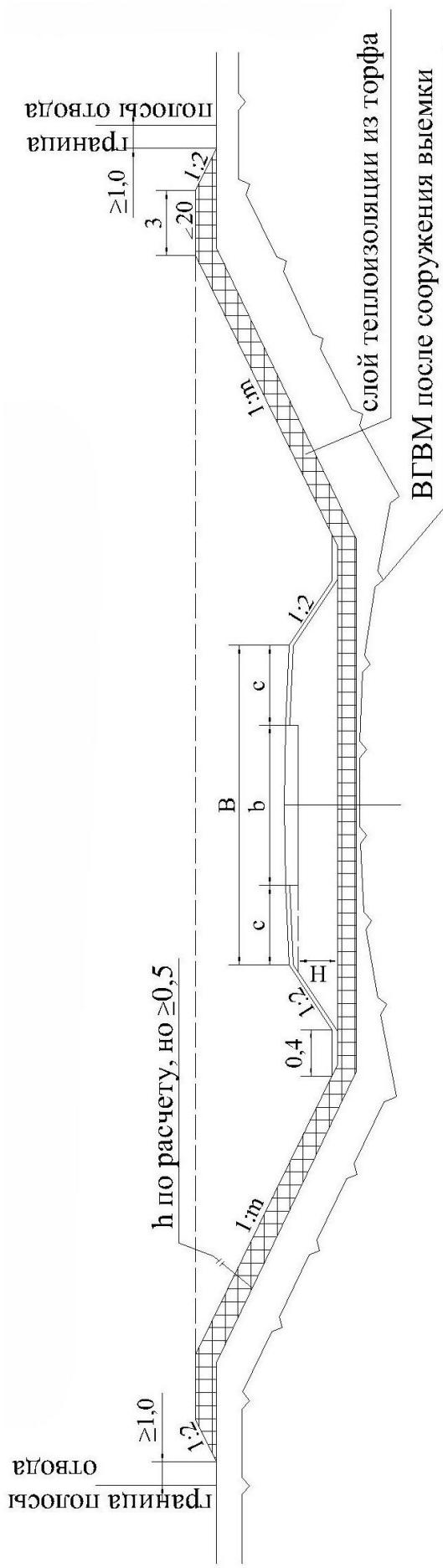


Рис. 1.39. Выемки в вечномерзлых грунтах тип 19-М

*Примечания:*

1. Тип 19-М принимается для дорог I–V категорий и для промысловых дорог нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири, на участках, сложенных высокотемпературными и низкотемпературными грунтами III–V категории просадочности
2. Крутизна откоса принимается равной 1:4 при глубине выемок до 2 м и до 5 м на снегозаносимых участках, при глубине до 12 м не круче 1:2;
3. Толщина теплоизолирующих слоев определяется расчетом по ВСН 84-85.

Решая задачу назначения поперечного профиля в насыпи и выемке на многолетнемерзлых грунтах, с учетом современных конструктивных решений земляного полотна в выемке и предотвращения оттаивания грунта при общемировой тенденции глобального потепления, применяют прогрессивные технологии и материалы с термо- и пароизоляционными слоями (рис. 1.40, 1.41, 1.42).

Основным предназначением теплоизолирующих слоев в насыпях и выемках является снижение глубины промерзания или полного исключения промерзания грунта. В свою очередь, пароизоляционный слой предназначен для предотвращения конвективного (перенос тепла путем перемешивания в жидких или газообразных веществах) и диффузионного (взаимное проникновение соприкасающихся веществ друг в друга вследствие теплового перемещения частиц вещества) проникновения влаги из талого грунта ВГВМГ в зону сезонной мерзлоты. Важное значение при этом имеют перелетки, в геокриологии (мерзлотоведении) являющиеся маломощной мерзлой толщей, существующей более одного года.

Перелетки формируются в результате увеличения глубин сезонного промерзания грунтов, не сопровождающегося соответственным увеличением сезонного протаивания («перелетавшие» до следующей зимы слои мерзлого грунта). В условиях глобального потепления и обычного для слоев сезонного промерзания превышения теплооборотов при положительных температурах над теплооборотами при отрицательных температурах, перелеток исчезает (перелетки широко распространены у южной границы многолетнемерзлых пород).

Термопросадочность оказывает сильное влияние на устойчивость земляного полотна при величине рабочей обметки до 3 м на вечно-мерзлых (многолетнемерзлых) грунтах, а также на участках с залеганием от поверхности кровли подземных льдов на глубине более 1,5 м.

Для снижения негативного влияния термопросадочности в выемках, основание которых сложено пучиноопасными грунтами, могут применяться теплоизолирующие слои из экструзионных пенопластов (например «Пеноплэksа»). Вид теплоизолирующего материала и параметры слоя определяют на основе специальных расчетов и технико-экономических обоснований.

Земляное полотно в выемках (не относящиеся к объектам индивидуального проектирования) в вечно-мерзлых (многолетнемерзлых) грунтах с применением термо- и пароизоляционных слоев (рис. 1.25, 1.26) должно соответствовать грунтово-гидрогеологическим условиям с учетом тенденции глобального потепления.

## Тип 6-С

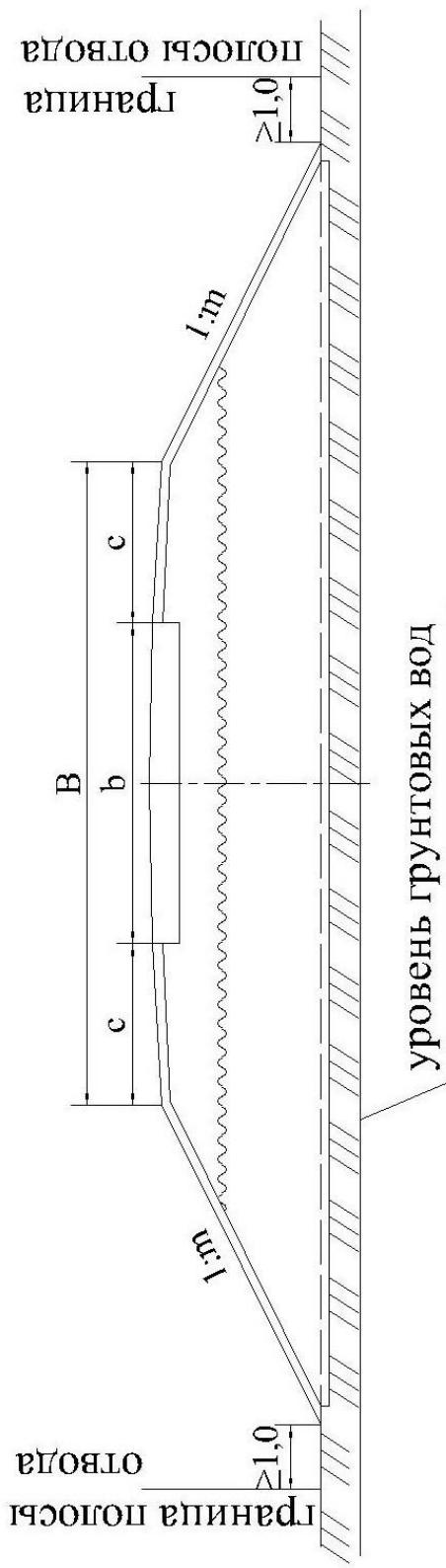


Рис. 1.40. Насыпи и выемки с термо и пароизоляционными слоями тип 6-С

*Примечания:*

1. Тип 6-С применяется для дорог I–V категорий на участках с залеганием уровня грунтовых вод не менее 1 м от поверхности земли при высоте насыпи до 3 м и при возведении ее из суглинков, глин, супесей пылеватых.
2. При коснотуировании земляного полотна тип 6-С расстояние  $h_1$  (от низа дорожной одежды до слоя гидроизоляции) принимается не менее 0,6 м во II дорожно-климатической зоне и не менее 0,5–0,4 м в III–IV зонах. Расстояние  $h_2$  (от гидроизоляции до уровня грунтовых вод) принимается не менее 0,3 м при глубине промерзания  $h_{\text{пр}} \leq 1$  м, если  $h_{\text{пр}} > 1$  м  $h_2$  рассчитывается по формуле  $h = 0,8 \times h_{\text{пр}} - 0,6$  и, кроме того, слой гидроизоляции следует устраивать так, чтобы он находился выше поверхности земли не менее 0,2 м.
3. Слой гидро- и пароизоляции устраивают из полиэтиленовой пленки или геотекстиля, обработанного органическими вяжущими.
4. Крутизна откосов насыпи 1:1 при высоте до 3 м, для дорог IV–V категорий 1:3 при высоте до 2 м, в остальных случаях – 1:2.

Тип 7-С

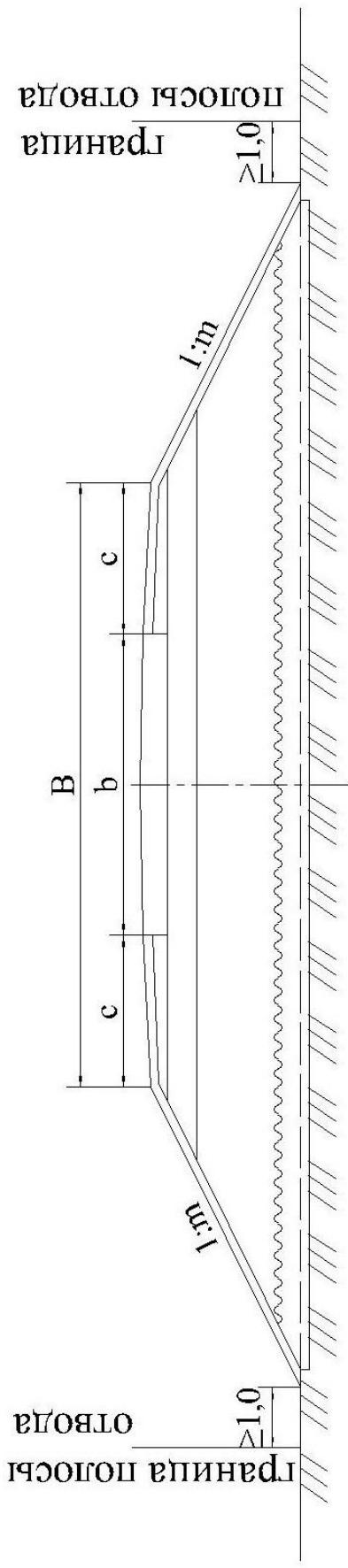


Рис. 1.41. Насыпи и выемки с термо- и пароизоляционными слоями тип 7-С

*Примечания:*

1. Тип 7-С применяется для дорог I–V категорий на участках с глубоким залеганием уровня грунтовых вод при высоте насыпи до 3 м и при возведении ее из суглинков, глин, супесей пылеватых.
2. В тип 7-С слой  $h$  принимается толщиной от 0,2 до 0,6 м. Устраивается из переуплотненного связного грунта с  $K_{упп} = 1,01\text{--}1,05$  и влажностью  $W = (0,45 - 0,55)W_L$ . Толщина слоя включается в расчет дорожной одежды на прочность.
3. Слой пароизоляции устраивается не менее чем на 0,1 м выше поверхности земли ( $h_3$ ).
4. Слой гидро- и пароизоляции устраивают из полиэтиленовой пленки или геотекстиля, обработанного органическими вяжущими.
5. Крутизна откосов насыпи 1:m принимается для дорог I–III категорий 1:4 при высоте до 3 м, для дорог IV–V категорий 1:3 при высоте до 2 м, в остальных случаях – 1:2.

Тип 8-С

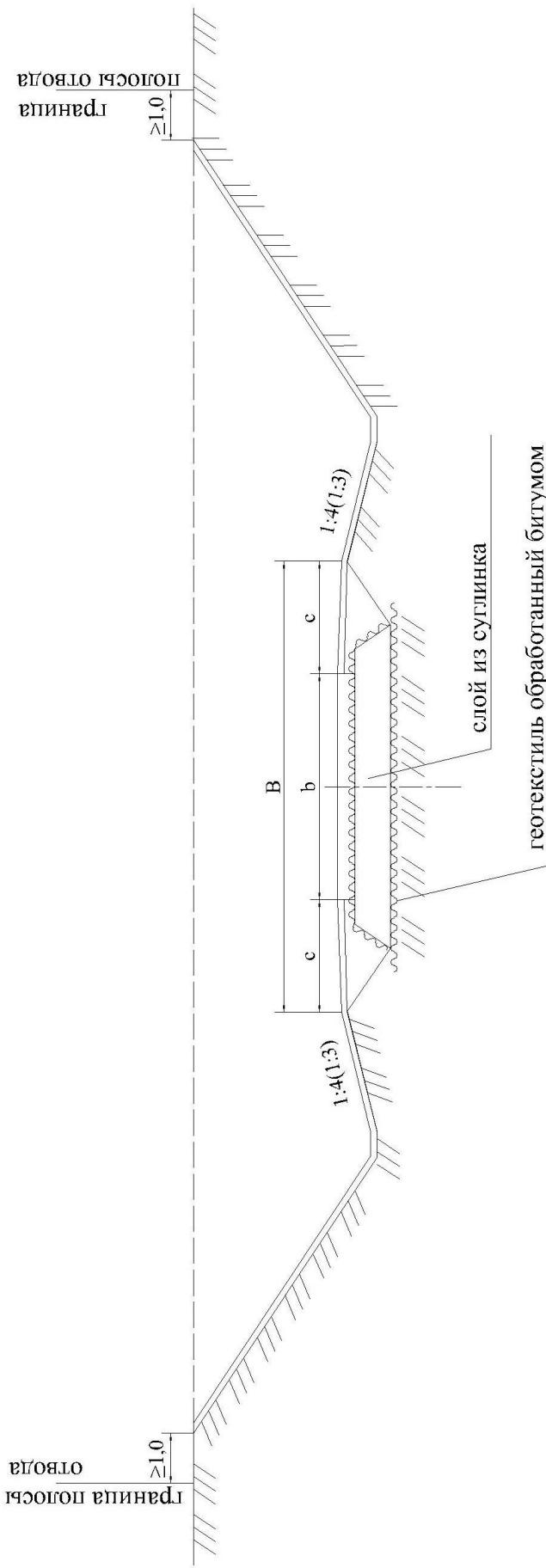


Рис. 1.42. Насыпи и выемки с термо- и пароизоляционными слоями тип 8-С

*Примечания:*

1. Тип 8-С применяется для дорог III-IV категорий и для межпромысловых дорог нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири на участках низких насыпей и выемок при подтоплении верхней части земляного полотна поверхностными или грунтовыми водами.
2. Толщина слоя из суглинка принимается при асфальтобетонном покрытии равной 1 м, а при цементобетонном – 1,2 м. К upper этого слоя должен быть не менее 0,95.
3. Слои гидро- и пароизоляции устраиваются из полиэтиленовой пленки или геотекстиля, обработанного органическими вяжущими.
4. Крутизна откосов насыпи 1:м принимается для дорог I-III категорий 1:4 при высоте до 3 м, для дорог IV-V категорий 1:3 при высоте до 2 м, в остальных случаях – 1:2.

Определяя и делая выбор типа поперечного профиля с учетом современных конструктивных решений земляного полотна в выемке и всего многообразия природно-климатических факторов и грунтово-гидрогеологических условий, необходимо реализовать следующие сложные и затратные решения.

1. Обеспечение отвода поверхностных и подземных вод от земляного полотна при условии более широкого применения дренажей мелкого заложения и водоотводных лотков.

2. Использование теплоизоляционных материалов для предотвращения морозных деформаций (пенопласты, шлаки, торф).

3. Защита откосов скальных выемок с применением инженерных способов (пневмонабрывзг бетона, одевающие стены, анкерные крепления).

4. Устройство гидроизоляционных прослоек и водонепроницаемых покрытий или защитных слоев в местах высокого уровня грунтовых вод.

5. Укрепление глинистых грунтов с применением стабилизаторов, синтетических смол, вяжущих материалов.

Использование современных материалов и технологий позволяет значительно повысить водостойкость и прочностные характеристики укрепленных глинистых грунтов.

6. В сейсмических районах закюветные полки в выемках следует проектировать в любых грунтах или применять поперечные профили с кювет-траншеями.

7. В выемках, расположенных в пучинистых и сильнопучинистых грунтах, необходимо предусматривать замену грунта под дорожной одеждой.

Современные конструктивные решения земляного полотна в выемке программным путем в настоящее время осуществляются выбором параметров поперечных профилей (заложение откосов, кюветов, ширина берм) в зависимости от заданных грунтово-гидрогеологических условий.

В заключение необходимо отметить, что решение задачи безопасных и качественных дорог в Российской Федерации с учетом современных конструктивных решений земляного полотна в насыпи и выемке невозможно без применения современных, качественных материалов и технологий при условии постоянного, непрерывного контроля качества выполнения технологических процессов строительства автомобильных дорог.

### ***Контрольные вопросы к главе 1***

1. Что значит земляное полотно?
2. Перечислите основные элементы земляного полотна.
3. Для чего необходима полоса отвода?
4. От чего зависит ширина полосы отвода в красных линиях?
5. Как называется верхняя часть земляного полотна?
6. Что значит основание земляного полотна?
7. Каким должно быть земляное полотно?
8. Какие грунты относятся к связным?
9. Какие грунты относятся к несвязным?
10. Какая основная особенность связных грунтов?
11. Из каких грунтов рекомендуется возводить насыпи?
12. Какие грунты следует использовать в рабочем слое земляного полотна?
13. В чем особенность возведения насыпи на слабых основаниях (болотах)?
14. Какими принципами необходимо руководствоваться при проектировании земляного полотна на многолетнемерзлых грунтах?
15. Что предусматривает общий порядок разработки проектного решения земляного полотна автомобильной дороги на вечной мерзлоте?
16. Какая задача является основной при проектировании земляного полотна на слабых, многолетнемерзлых (вечномерзлых) грунтах?
17. Что является основой современных конструктивных решений земляного полотна в насыпи?
18. Что является основой современных конструктивных решений земляного полотна в выемке?

## Глава 2

### ДОРОЖНАЯ ОДЕЖДА НЕЖЕСТКАЯ

Дорожная одежда нежесткая (нежесткая дорожная одежда) не содержит в своем составе конструктивных слоев из монолитного цементобетона, сборного железобетона или армобетона и укатываемого бетона [1], предназначена для перераспределения нагрузок и обеспечения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильной дороги.

#### 2.1. Общие положения

Для обеспечения прочности и устойчивости в районах с влажным и холодным климатом на участках с неблагоприятными грунтово-гидрологическими условиями должны быть предусмотрены меры по осушению и обеспечению морозоустойчивости дорожной одежды и земляного полотна. В соответствии с грунтово-гидрологическими условиями строительства выбирают значения расчетных характеристик грунтов земляного полотна для расчета дорожных одежд на прочность, руководствуясь правилами проектирования нежестких дорожных одежд [10].

В целях обеспечения стабильных во времени транспортно-эксплуатационных показателей (сплошность, ровность и шероховатость покрытия), конструктивной прочности при воздействии расчетных транспортных нагрузок к дорожно-строительным материалам, используемым при строительстве нежестких дорожных одежд, предъявляются определенные требования.

К нежестким дорожным одеждам относят дорожные одежды со слоями, устроенными из различных материалов, с разными прочностными характеристиками.

1. Из асфальтобетона разного вида:

а) теплые асфальтобетонные смеси [11], запроектированные по системе объемно-функционального проектирования по ГОСТ Р 58401.1 [12], классифицируют в соответствии с ГОСТ Р 58406.2–2020 [13]. При этом в конце условного обозначения смесей обязательно указывают слово «теплая» (*A16BT теплая*);

Пример условного обозначения теплой асфальтобетонной смеси с номинально максимальным размером применяемого заполнителя

16,0 мм по системе объемно-функционального проектирования для участка дороги с нормальными условиями движения: SP-16Н теплая;

б) смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебено-мастичный [14];

в) смеси щебено-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон [15];

2. Из зернистых (несвязных) материалов (ЩПС, ПЩС, ЩГПС, ГПС, ПГС, песка, щебня, шлака, гравия) [16].

3. Из материалов и грунтов, укрепленных органическими, неорганическими вяжущими и комплексными вяжущими, смеси органо-минеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими [17].

Основная особенность запроектированных дорожных одежд в том, что они должны быть не только прочными и надежными в эксплуатации, но и экономичными и наименее материалоемкими, особенно по расходу дорогостоящих материалов и энергоресурсов, а также должны соответствовать экологическим требованиям. Выбор конструкций дорожных одежд и тип покрытия обосновывают технико-экономическим анализом вариантов.

При назначении (выборе) и проектировании конструкции нежесткой дорожной одежды необходимо выбирать оптимальные дорожно-строительные материалы и назначать их рациональное размещение в конструкции с учетом грунтово-гидрологических условий земляного полотна.

Нельзя забывать, что проектирование дорожных одежд ведется комплексно с учетом свойств земляного полотна и представляет собой единый процесс конструирования и расчета их на прочность, морозоустойчивость и осушение, а также технико-экономического обоснования вариантов. Таким образом, проектирование нежесткой дорожной одежды состоит из следующих последовательно выполняемых этапов.

1. Конструирование: предварительное назначение конструкций дорожных одежд.

2. Расчет: проверка предварительно назначенных дорожных одежд на прочность, морозоустойчивость и осушение.

3. Технико-экономическое сравнение вариантов дорожных одежд, заключающееся в выборе наиболее целесообразного варианта с учетом строительных и эксплуатационных затрат до следующего капитального ремонта.

Автомобильная дорога является линейно-протяженным сооружением, поэтому расчеты дорожных одежд выполняют для однотипных участков дороги, имеющих: один тип земляного полотна (насыпь, нулевые отметки или выемка); схожие грунтово-гидрологические условия (один вид грунта и одна схема увлажнения рабочего слоя грунта).

Дорожные одежды по ширине проезжей части проектируют, как правило, равнопрочными, при этом следует учитывать данные научно-практического опыта (в том числе в части применения местных материалов, уточнения их расчетных характеристик), отраженные в документах, утвержденных в установленном порядке.

## 2.2. Классификация дорожных одежд и видов покрытий

Классификация дорожных одежд и видов покрытий (табл. 2.1, 2.2) разрабатывается с учетом их общей толщины и толщины отдельных слоев (табл. 2.3), применяемых материалов, обеспечивающих стабильную во времени сплошность, ровность и шероховатость покрытия при воздействии расчетных транспортных нагрузок в течение принятых межремонтных сроков эксплуатации дорожной одежды.

Таблица 2.1

### Классификация типов дорожных одежд и видов покрытий

Тип дорожных одежд	Вид покрытий и применяемые материалы
Усовершенствованные покрытия	
Капитальный	из асфальтобетонных смесей, в том числе щебеноочно-мастичных
Облегченный	а) из органоминеральных смесей б) из щебеночных (гравийных) материалов, обработанных органическим вяжущим
Переходные покрытия	
Переходный	а) из щебеноочно-гравийно-песчаных смесей б) из грунтов и малопрочных каменных материалов, укрепленных вяжущими в) из грунтов, укрепленных различными вяжущими и местными материалами г) из булыжного и колотого камня (мостовые)

Дорожные одежды низшего типа конструируются и рассчитываются в соответствии с нормативными документами, регламентирующими проектирование дорожных одежд с низкой интенсивностью движения.

Таблица 2.2

## Классификация дорожных одежд и покрытий

Типы дорожных одежд	Виды покрытий, материал и способы его укладки
Усовершенствованные покрытия:	
1. Капитальные (IА; IБ; IВ; II; III; IV категории)	из горячих асфальтобетонных смесей
2. Облегченные (III, IV, V категории и II при двухстадийном строительстве)	а) из горячих асфальтобетонных смесей б) из холодных асфальтобетонных смесей в) из органоминеральных смесей с жидкими органическими вяжущими, с жидкими органическими вяжущими совместно с минеральными; с вязкими, в том числе эмульгированными органическими вяжущими; с эмульгированными органическими вяжущими совместно с минеральными; из каменных материалов и грунтов, обработанных битумом по способу смешения на дороге или методами пропитки; из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими методом пропитки; черного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки; из пористой и высокопористой асфальтобетонной смеси с поверхностной обработкой; из прочного щебня с двойной поверхностной обработкой
Покрытия переходные	
1. Переходные (IV и V категории)	из щебня прочных пород, устроенные по способу заклинки без применения вяжущих материалов; из фунтов и малопрочных каменных материалов, укрепленных вяжущими; булыжного и колотого камня (мостовые)
2. Низшие (V категории)	из щебеночно-гравийно-песчаных смесей; малопрочных каменных материалов и шлаков; грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами; древесных материалов и др.

Таблица 2.3

## Минимальные толщины конструктивных слоев дорожных одежд

Материал покрытий и других слоев дорожных одежд	Минимальная толщина слоя, см
1. Асфальтобетон для верхнего слоя покрытия из смесей с номинальным максимальным размером минерального заполнителя не более 12,5 мм	4
2. Асфальтобетон из смесей с номинальным максимальным размером минерального заполнителя более 12,5 мм	Не менее 2,5– кратного номиналь- ного максимального размера
3. Щебеночные (гравийные) материалы, обработанные органическим вяжущим	8
4. Щебеночные (гравийные) материалы, обработанные неорганическим вяжущим	8
5. Щебеночные (гравийные) материалы, обработанные комплексным вяжущим	8
6. Щебень, обработанный органическим вяжущим по способу пропитки	8
7. Щебеночные и гравийные материалы, не обработанные вяжущим на песчаном основании	15
8. Щебеночные и гравийные материалы, не обработанные вяжущим на прочном основании (каменном или из укрепленного грунта)	8
9. Грунты, обработанные органическими или неорганиче- скими вяжущими	10
10. Песок	20

*Примечания:*

1. В случае применения асфальтобетонных смесей по ГОСТ 9128 и щебено-мастичных смесей по ГОСТ 31015 на улицах населенных пунктов минимальную толщину слоя асфальтобетона назначают не менее двукратного размера наиболее крупной фракции.
2. Минимальную толщину слоев из асфальтобетона рекомендуется округлять до 0,5 см в большую сторону.

Под межремонтным сроком службы дорожной одежды следует понимать период времени (табл. 2.4) от момента сдачи дороги в эксплуатацию после строительства, реконструкции или ремонта, связанного с усилением одежды, до возникновения потребности в выполнении очередного капитального ремонта, предусматривающего повышение несущей способности дорожной конструкции (очередное усиление новыми конструктивными слоями) [18].

Таблица 2.4

**Нормативные межремонтные сроки проведения работ  
по капитальному ремонту и ремонту**

Категория дороги	Нормативный межремонтный срок проведения работ по капитальному ремонту, $T_{\text{сп}}$	Нормативный межремонтный срок проведения работ по ремонту
IA, IB, IV, II, III, IV	24 года	12 лет
V	10 лет	5 лет

Асфальтобетонные смеси классифицируются в зависимости от конструкции дорожной одежды (рис. 2.1).

1. Номинально максимального размера применяемого минерального заполнителя.

Асфальтобетонные смеси подразделяют на типы [13]:

- а) А32 – смеси с номинально максимальным размером применяемого минерального заполнителя 31,5 мм;
- б) А22 – смеси с номинально максимальным размером применяемого минерального заполнителя 22,4 мм;
- в) А16 – смеси с номинально максимальным размером применяемого минерального заполнителя 16,0 мм;
- г) А11 – смеси с номинально максимальным размером применяемого минерального заполнителя 11,2 мм;
- д) А8 – смеси с номинально максимальным размером применяемого минерального заполнителя 8,0 мм;
- е) А5 – смеси с номинально максимальным размером применяемого минерального заполнителя 5,6 мм.

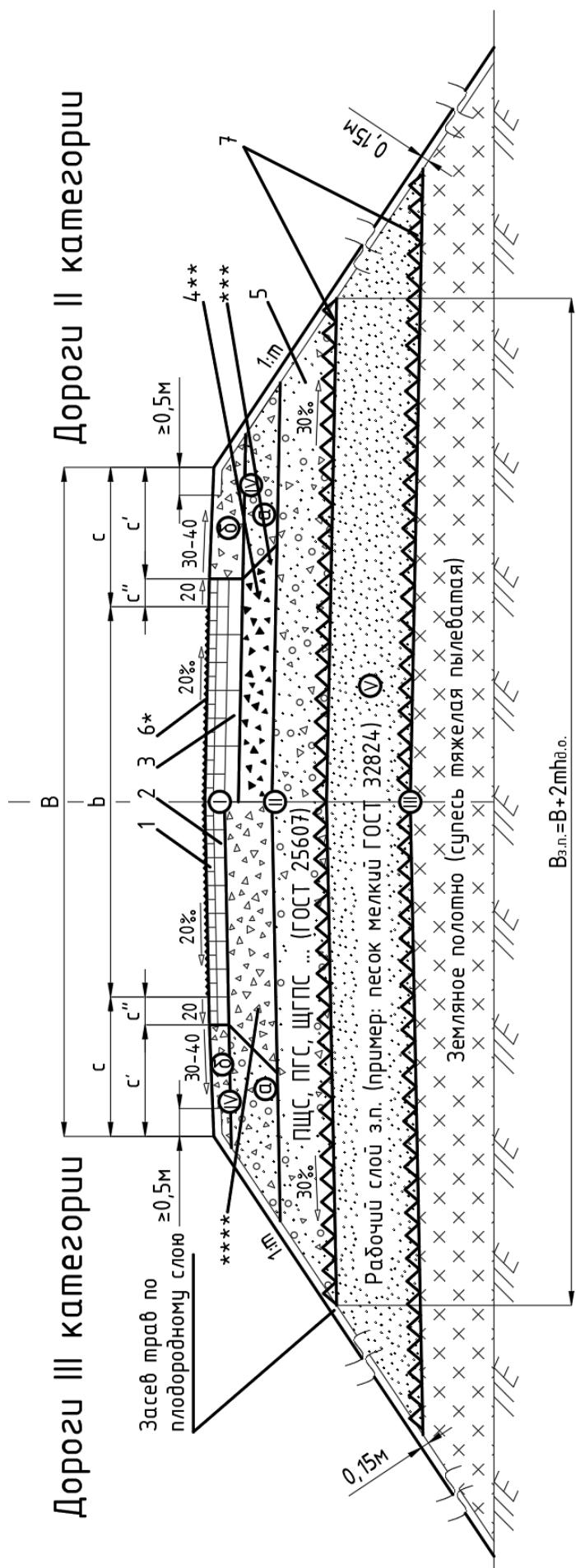


Рис.2.1. Конструкция нежесткой дорожной одежды:

$B$  – ширина земляного полотна в зависимости от категории дороги,  $m$ ;  $b$  – ширина проезжей части,  $m$ ;  $c$  – ширина обочины,  $m$ ;  $c'$  – укрепленная часть обочины,  $m$ ;  $c''$  – прочие виды укрепленный,  $m$ ;  $B_{3,п}$  – ширина земляного полотна (без учета дорожной одежды),  $m$ ;  $I$  – покрытие;  $II$  – основание Д.О.;  $III$  – земляное полотно (З.П.);  $IV$  – обочины;  $V$  – рабочий слой З.П.;  $a$  – присыпная часть обочины,  $m$ ;  $b$  – укрепленная часть обочины,  $m$ ;  $1$  – верхний слой покрытия (включая защитный слой/слой износа);  $2$  – нижний слой покрытия (капитальные дорожные одежды);  $3$  – верхний слой основания;  $4$  – средний слой основания;  $5$  – дополнительные (нижние) слои основания;  $6$  – поверхностная обработка (защитный слой/ слой износа);  $7$  – геосинтетический материал. \* на ЦИМА (тип А) поверхность обработку не устраивают; \*\* средний (на II категории), верхний (на III категории) слой основания; \*\*\* черный щебень (II категория); \*\*\*\* фракционный щебень по способу заклинки (III категория); ПГС – песчано-щебеночная смесь; ПГС – песчано-гравийная смесь; щГПС - щебено-гравийно-песчаная смесь ... (и т. д.)

## 2. Конструктивного слоя дорожной одежды.

Асфальтобетонные смеси подразделяют на виды [15, 19]:

- а) О – смеси для слоя основания (пористые и высокопористые, марки I, II), холодные типов: Бх, Вх, Гх, Дх (марки I, II);
- б) Н – смеси для нижнего слоя покрытия, плотные типов: Б, В, Г, Д (марки II, III);
- в) В – смеси для верхнего слоя покрытия горячие высокоплотные марки I, плотные типов: А (марки I, II), Б и Г (марки I).

## 3. Условий дорожного движения.

Смеси подразделяют [13]:

- а) Л – смеси для дорог с легкими условиями движения (до 0,5 млн приложений расчетной нормативной нагрузки АК-11,5 за расчетный срок службы конструктивного слоя);
- б) Н – смеси для дорог с нормальными условиями движения (от 0,5 до 1,8 млн приложений расчетной нормативной нагрузки АК-11,5 за расчетный срок службы конструктивного слоя);
- в) Т – смеси для дорог с тяжелыми условиями движения (более 1,8 млн приложений расчетной нормативной нагрузки АК-11,5 за расчетный срок службы конструктивного слоя).

Пример условного обозначения асфальтобетонной смеси с номинально максимальным размером применяемого заполнителя 11,2 мм для верхнего слоя покрытия с тяжелыми условиями движения: А11Вт.

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси классифицируются в зависимости от конструкции дорожной одежды (см. рис. 2.1) и условий работы.

1. Номинально максимального размера применяемого минерального заполнителя.

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси подразделяют на следующие типы [15]:

- а) ЩМА-22 – смеси с номинально максимальным размером зерен 22,4 мм (ЩМА-20 – с наибольшим размером зерен до 20 мм, ГОСТ 31015-2002);
- б) ЩМА-16 – смеси с номинально максимальным размером зерен 16,0 мм (ЩМА-15 – с наибольшим размером зерен до 15 мм, ГОСТ 31015-2002);
- в) ЩМА-11 – смеси с номинально максимальным размером зерен 11,2 мм (ЩМА-10 – с наибольшим размером зерен до 10 мм, ГОСТ 31015-2002);
- г) ЩМА-8 – смеси с номинально максимальным размером зерен 8,0 мм.

Минимальная толщина слоев, слоев асфальтобетона и материалов, содержащих органическое вяжущее, с учетом слоя износа, должна быть: 22 см для дорожных одежд капитального типа и 16 см для дорожных одежд облегченного типа.

Конструктивные слои дорожных одежд необходимо различать по следующему функциональному назначению [20]:

- а) слой износа (или защитный слой) является верхним (замыкающим) слоем дорожной одежды, непосредственно воспринимающим воздействие колес автомобильного транспорта и погодно-климатических факторов [22]. Особенность слоя износа (защитного слоя) в том, что он не учитывается в прочностных расчетах. При отсутствии слоя износа его функции выполняет верхний слой покрытия и в этом случае учитываемая при расчете дорожных одежд толщина верхнего слоя должна быть уменьшена на величину максимально допустимой поперечной неровности (колеи) по ГОСТ Р 50597-2017 [21]. Слой износа подлежит периодическому восстановлению в процессе эксплуатации, согласно ГОСТ Р 58861-2020 [18];
- б) слои покрытия (один или несколько слоев);
- в) слои основания (один или несколько слоев);
- г) дополнительный слой основания (морозозащитный, дренирующий, капилляропрерывающий);
- д) регулирующий слой (теплоизолирующий, гидроизолирующий, пароизолирующий, противозаиливающий, армирующий, распределяющий).

Конструкция дорожной одежды укладывается на рабочий слой земляного полотна (подстилающий грунт).

### **2.3. Конструирование современных нежестких дорожных одежд**

Конструирование нежестких дорожных одежд является сложной творческой задачей, призванной решить при всем разнообразии природно-климатических и грунтово-гидрогеологических условий обеспечение требуемых транспортно-эксплуатационных качеств, безопасность движения и экологические требования.

Материалы в дорожной одежде рекомендуется располагать таким образом, чтобы модули упругости материалов слоев основания уменьшались сверху вниз.

В конструкциях дорожных одежд на контакте конструктивных слоев из минеральных материалов (фракционированный щебень, щПС, щГПС, ГПС, ПГС и т. д.) с конструктивными слоями из песка или с грунтом земляного полотна рекомендуется применение геосинтетических материалов по ГОСТ Р 56338 [23] и ГОСТ Р 56419 [24].

Дренирующий слой (дополнительный слой основания) в конструкциях дорожных одежд на земляном полотне из глинистых и песчаных пылеватых грунтов необходим в I, II и III ДКЗ для всех схем увлажнения грунта рабочего слоя (табл. 2.5).

Таблица 2.5  
Схема увлажнения рабочего слоя

Схема увлажнения рабочего слоя	Источники увлажнения	Условия отнесения к данному типу увлажнения	
		1	2
1	Атмосферные осадки	<p>Для насыпей на участках 1-го типа местности по условиям увлажнения.</p> <p>Для насыпей на участках местности 2-го и 3-го типов по условиям увлажнения при возвышении поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых и поверхностных вод или над поверхностью земли, более чем в 1,5 раза превышающем требования табл. 1.5.</p> <p>Для насыпей на участках 2-го типа при расстоянии от уреза поверхности воды (отсутствующей не менее 2/3 летнего периода) более 5–10 м при супесях; 2–5 м при легких пылеватых суглинках и 2 м при тяжелых пылеватых суглинках и глинах (меньшие значения следует принимать для грунтов с большим числом пластичности; при залегании различных грунтов – принимать большие значения).</p> <p>В выемках в песчаных и глинистых грунтах при уклонах кюветов более 20 % (в I – III дорожно-климатических зонах) и при возвышении поверхности покрытия над расчетным горизонтом грунтовых вод более чем в 1,5 раза превышающем требования табл. 1.5. При применении специальных методов регулирования водно-теплового режима (капилляропрерывающие, гидроизолирующие, теплоизолирующие и армирующие прослойки, дренаж и т. п.), назначаемых по специальным расчетам</p>	3

## Окончание табл. 2.5

<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
2	Кратковременно стоящие (до 30 сут.) поверхностные воды, атмосферные осадки	Для насыпей на участках 2-го типа местности по условиям увлажнения при возвышении поверхности покрытия не менее требуемого по табл. 1.5 и не более чем в 2 раза превышающем эти требования и при крутизне откосов не менее 1:1,5 и простом (без берм) поперечном профиле насыпи. Для насыпей на участках 3-го типа местности при применении специальных мероприятий по защите от грунтовых вод (капилляропрерывающие слои, дренаж), назначаемых по специальным расчетам, отсутствии длительно (более 30 сут.) стоящих поверхностных вод и выполнении условий предыдущего абзаца. В выемках в песчаных и глинистых грунтах при уклонах кюветов менее 20 % (в I, II зонах) и возвышении поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых вод более чем в 1,5 раза превышающем требования табл. 1.5
3	Грунтовые или длительно (более 30 сут.) стоящие поверхностные воды; атмосферные осадки	Для насыпей на участках 3-го типа местности по условиям увлажнения при возвышении поверхности покрытия, отвечающем требованиям, но не превышающем их более чем в 1,5 раза. То же для выемок, в основании которых имеется уровень грунтовых вод, расположение которого по глубине не превышает требований табл. 1.5 более чем в 1,5 раза

Для дополнительного слоя основания применяют зернистые материалы: ГПС, ПГС, ЩПС, ЩГПС и пески классов I и II по ГОСТ 32824 с модулем крупности не менее 1,8, табл. 2.6 [25].

Таблица 2.6  
Классификация природного песка I и II классов

Группа природного песка	Модуль крупности $M_k$
<i>I</i>	<i>2</i>
1. Повышенной крупности	Св. 3,3
2. Крупный	Св. 2,8 до 3,3 включ.
3. Средний	Св. 2,3 до 2,8 включ.

## Окончание табл. 2.6

1	2
4. Мелкий	Св. 1,8 до 2,3 включ.
5. Очень мелкий	Св. 1,3 до 1,8 включ.
6. Тонкий	Св. 0,9 до 1,3 включ.
7. Очень тонкий	До 0,9 включ.

Рабочий слой земляного полотна имеет особое значение для обеспечения прочностных показателей и, как следствие, требований к материалам и прочностным показателям.

1. Величина общего модуля упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна (при расчетной влажности грунта земляного полотна) в зависимости от дорожно-климатической зоны (ДКЗ) должна быть не ниже:

- 60 МПа в I и II ДКЗ;
- 53 МПа в III ДКЗ;
- 45 МПа в IV, V ДКЗ.

Примечание: в I ДКЗ (зоне распространения многолетнемерзлых грунтов) дополнительно должны быть учтены характер многолетнемерзлых грунтов, их температурный и водный режим, а также влияние толщины деятельного слоя и многолетнемерзлого грунта на прочность дорожной одежды.

2. Для достижения требований п. 1 могут быть выполнены следующие мероприятия: устройство рабочего слоя из непучинистых или слабопучинистых грунтов (в II и III ДКЗ, в соответствии с ГОСТ Р 59120 [20]); укрепление грунта верхней части рабочего слоя вяжущими или местными материалами; стабилизация грунта рабочего слоя.

Задачами конструирования современных нежестких дорожных одежд является решение вопроса обеспечения безопасных и комфортных условий движения при требуемых транспортно-эксплуатационных качествах автомобильной дороги.

Решение поставленной задачи зависит от ряда основополагающих пунктов.

1. Обоснование типов дорожных одежд и вида покрытия.
2. Назначение числа конструктивных слоев и выбор материалов для их устройства, размещение их в конструкции в такой последовательности, чтобы с учетом уменьшения по глубине напряжений от колесной нагрузки, климатических и грунтово-гидрологических

условий, наилучшим образом проявлялись их прочностные, деформативные и теплоизолирующие свойства.

3. Назначение ориентировочных толщин слоев (при расчете дорожных одежд с использованием специализированных расчетных программ – минимальных, максимальных толщин и шага перебора).

4. Назначение мероприятий по обеспечению морозоустойчивости дорожной конструкции с учетом дорожно-климатической зоны, типа грунта рабочего слоя земляного полотна и схемы его увлажнения на различных участках.

5. Назначение мероприятий по осушению дорожных одежд и снижению притока воды.

При конструировании современных нежестких дорожных одежд необходимо учитывать категорию дороги, интенсивность и состав движения, дорожно-климатическую зону и подзону, вид грунта рабочего слоя земляного полотна, схему увлажнения грунта рабочего слоя земляного полотна, наличие и качество дорожно-строительных материалов, возможность стадийного усиления дорожной одежды путем устройства сверху новых слоев покрытия по мере увеличения интенсивности движения.

Особенность конструирования современных нежестких дорожных одежд в том, что при конструировании необходимо руководствоваться следующими основными требованиями.

1. Типы дорожных одежд, их конструкция, вид покрытия должны удовлетворять транспортно-эксплуатационным требованиям, предъявляемым к автомобильной дороге соответствующей категории, в зависимости от ожидаемого состава и интенсивности движения с учетом их изменения в течение заданных межремонтных сроков и предполагаемых условий ремонта покрытия и содержания дороги.

2. Конструкции дорожных одежд могут быть повторного применения (типовыми) или разрабатываться индивидуально для каждого участка или ряда участков дороги, характеризующихся сходными природными условиями (грунт рабочего слоя земляного полотна, условия его увлажнения, климат, обеспеченность местными материалами и др.) и расчетными нагрузками.

При выборе конструкции для данных условий предпочтение следует отдавать проверенной на практике типовой конструкции.

3. В районах, не обеспеченных стандартными каменными материалами, допускается применять местные каменные материалы, побочные продукты промышленности и грунты, свойства которых могут

быть улучшены обработкой их вяжущими (цемент, битум, известь, активные золы уноса и др.).

Одновременно надо стремиться к созданию наименее материалоемкой конструкции.

4. Конструкции дорожных одежд должны быть технологичными и обеспечивать возможность максимальной механизации и индустриализации дорожно-строительных процессов.

Для достижения этой цели число слоев и видов материалов в конструкции должно быть минимальным.

5. Необходимо учитывать реальные условия проведения строительных работ (летняя или зимняя технология и др.).

6. Развитие прочности дорожной одежды должно идти за счет увеличения толщины слоев из местных материалов.

Из привозных материалов следует назначать верхние слои дорожной одежды минимальной толщины.

7. Минимальные толщины конструктивных слоев из минеральных материалов в уплотненном состоянии принимают не менее двухкратного размера наиболее крупной фракции применяемого минерального материала.

Независимо от результатов расчета на прочность дорожных одежд толщины конструктивных слоев в уплотненном состоянии следует принимать не менее приведенных в табл. 2.3.

Минимальная толщина слоев, слоев асфальтобетона и материалов, содержащих органическое вяжущее, с учетом слоя износа должна быть 22 см для дорожных одежд капитального типа и 16 см для дорожных одежд облегченного типа [10].

### **2.3.1. Конструирование современных покрытий и оснований дорожных одежд капитального и облегченного типов**

Современные покрытия и основания дорожных одежд капитального типа устраивают на автомобильных дорогах с I по IV категорию, облегченного типа на автомобильных дорогах с III по V категорию [10].

Дорожные одежды капитального и облегченного типов с усовершенствованным покрытием проектируют с таким расчетом, чтобы за межремонтный срок не возникло:

а) недопустимых разрушений и остаточных деформаций, превышающих предельные значения;

б) воздействие природных факторов не приводило к недопустимым изменениям в их структуре.

На поверхности верхнего слоя покрытия для продления срока его службы и восстановления транспортно-эксплуатационных качеств могут быть устроены защитные слои покрытия дорожной одежды, периодически восстанавливаемые и выполняющие функцию слоя износа. Толщину защитного слоя назначают в зависимости от технологии устройства и рекомендаций по применению и не учитывают в расчете на прочность.

При отсутствии слоя износа его функции выполняет верхний слой покрытия. В этом случае учитываемая при расчете дорожных одежд толщина верхнего слоя должна быть уменьшена на величину максимально допустимой поперечной неровности (колеи) по ГОСТ Р 58422.1–2021 [22].

Срок службы верхнего слоя асфальтобетонного покрытия может быть меньше расчетного срока службы дорожной одежды. Допускается восстановление верхнего слоя асфальтобетонного покрытия между капитальными ремонтами дорожной одежды. При конструировании дорожных одежд необходимо учитывать, что процесс деформирования и прочностные качества материалов, содержащих органическое вяжущее, обусловливающие проявление упруго-вязко-пластических свойств композиции, существенно зависят от температуры и режима нагружения (скорости изменения и продолжительности действия нагрузки).

В отличие от верхнего слоя асфальтобетонного покрытия свойства зернистых материалов (щебеночных, гравийных и подобных им), а также материалов и грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими, сравнительно мало зависят от температуры и режима нагружения.

Для устройства асфальтобетонных слоев рекомендуется применять следующие материалы:

1. Для верхнего слоя покрытия – АВ:

а) щебеночно-мастичные асфальтобетоны, запроектированные на основе межгосударственных стандартов на каменные материалы, включенных в перечень стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента (ЩМА ТР ТС) [26]: щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА-22, ЩМА-16, ЩМА-11) на ПБВ по ГОСТ Р 52056 [26], на БНД по ГОСТ 33133 [27] на битумном вяжущем, классифицируемом по PG [26];

б) щебеночно-мастичный асфальтобетон (SMA-19 и SMA-12,5) [14] на битумном вяжущем, классифицируемом по PG [26];

в) асфальтобетоны, запроектированные на основе межгосударственных стандартов на каменные материалы, включенных в перечень стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента (АБ ТР ТС: А22В, А16В, А11В) [12] на ПБВ по ГОСТ Р 52056 [26], на БНД по ГОСТ 33133 [27] или на битумном вяжущем, классифицируемом по PG [27];

г) асфальтобетонные смеси: SP-19, SP-12 [12] на битумном вяжущем, классифицируемом по PG [26];

2. Для нижнего слоя покрытия – АН:

а) АБ ТР ТС: А32Н, А22Н, А16Н [12] на БНД по ГОСТ 33133 [27] или на битумном вяжущем, классифицируемом по PG;

б) асфальтобетонные смеси: SP-25, SP-19 [12] на битумном вяжущем, классифицируемом по PG [26].

3. Для верхнего слоя основания – АО:

а) АБ ТР ТС: А32, А22 [12] на БНД по ГОСТ 33133 [27] или на битумном вяжущем, классифицируемом по PG [26];

б) асфальтобетонные смеси: SP-37, SP-25, SP-19 [12] на битумном вяжущем, классифицируемом по PG [26].

Современные конструкции нежестких дорожных одежд должны иметь двухслойное основание из несвязных материалов.

Несущий (верхний) слой основания устраивается из фракционированного щебня, уложенного по способу заклинки, щебеночной, щебеночно-, гравийно- или щебеночно-гравийно-песчаной смеси. При выборе материала для верхнего слоя основания необходимо учитывать капитальность (тип) дорожных одежд, вид покрытия, а также деформационные и теплофизические свойства материалов и грунтов, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими.

На дорогах с тяжелым и/или скоростным движением несущие слои основания целесообразно устраивать преимущественно из укрепленных неорганическими или органическими вяжущими материалов. При использовании в несущих слоях основания щебня или грунта, укрепленного цементом, толщина вышележащих слоев, укрепленных органическим вяжущим, для ограничения появления «отраженных» трещин должна быть не менее толщины слоя основания, укрепленного цементом.

Минимальная толщина слоев, укрепленных органическими вяжущими, должна быть 18 см для дорожных одежд капитального типа и 12 см для дорожных одежд облегченного типа. При использовании

материалов, обработанных комплексными и медленно твердеющими минеральными вяжущими, толщина слоев, обработанных органическими вяжущими, может быть уменьшена на 20 %, а в условиях жаркого и сухого климата (в IV и V ДКЗ) на 30 % [10].

Дополнительный слой устраивается из щебеночно-, гравийно- или щебеночно-гравийно-песчаной смеси и песков различной крупности (I и II классов по ГОСТ 32824 [25]).

Нижние слои основания, особенно из зернистых материалов, должны сопротивляться сдвиговым напряжениям. Во многих случаях целесообразно предусматривать их укрепление вяжущим.

### **2.3.2. Конструирование современных покрытий и оснований дорожных одежд переходного типа**

Особенность конструирования современных покрытий и оснований дорожных одежд переходного типа в том, что их следует предусматривать на дорогах IV и V категорий.

При проектировании дорожных одежд с покрытием переходного типа необходимо стремиться к тому, чтобы конструкции состояли из одного или двух слоев, а также использовать материалы существующих дорожных одежд после их снятия в слоях основания вновь проектируемой конструкции при реконструкции и ремонте автомобильных дорог.

Следует предусматривать прослойку, препятствующую взаимопроникновению материалов смежных слоев в случае, если крупнопористый материал укладывают непосредственно на грунт земляного полотна.

В качестве материалов прослойки можно применять [10]:

- а) мелкий щебень и высевки;
- б) гравийно-песчаные смеси;
- в) крупные и средней крупности пески;
- г) непылеватые шлаки и непучинистые золошлаки;
- д) геосинтетические материалы.

Защитной прослойкой может служить слой из грунта, укрепленного вяжущими материалами.

Укрепление верхнего слоя земляного полотна небольшим количеством вяжущего материала является эффективным мероприятием.

1. Повышается стабильность, стабилизируются физико-механические свойства.

2. Повышается модуль упругости.

3. Уменьшается расход стандартных материалов на устройство современной нежесткой дорожной одежды.

4. Повышаются технико-эксплуатационные параметры современной нежесткой дорожной одежды.

Проектирование современной нежесткой дорожной одежды с применением геосинтетических материалов выполняют с учетом требований нормативных документов в данной области.

### **2.3.3. Нормативные и расчетные нагрузки в современных нежестких дорожных одеждах**

Прочностные показатели современных нежестких дорожных одежд зависят:

- 1) от грунтово-гидрогеологических условий.
- 2) расчетных нагрузок, сравниваемых с нормативными нагрузками.
- 3) суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки (п.п. 2.3.4) на перспективный (25 лет) период.

Проектирование и расчет современных нежестких дорожных одежд следует выполнять на нормативную нагрузку от одного колеса нагрузки АК [10], при этом равномерно распределенную нагрузку ( $q$ ) вдоль направления движения не учитывают.

Значения осевой нормативной нагрузки следует принимать на автомобильных дорогах общей категории в зависимости от капитальности дорожной одежды (см. табл. 2.2).

1. Капитальный тип дорожной одежды: 115 кН.
2. Облегченный и переходный типы дорожной одежды: 100 кН.

Необходимо принимать во внимание, что при расчете современных нежестких дорожных одежд давление колеса на покрытие от нормативной нагрузки АК следует считать равномерно распределенным по площади отпечатка колеса, принимаемого в форме круга.

Величину нормативного давления ( $p$ ) следует принимать равной [10]:

- $p = 0,8$  МПа для автомобильных дорог с капитальными дорожными одеждами;
- $p = 0,6$  МПа для автомобильных дорог с облегченными и переходного типа дорожными одеждами.

При расчете на кратковременную нагрузку вводят коэффициент динамичности, равный 1,3 ( $K_{дин} = 1,3$ ). Расчетные параметры нормативных нагрузок принимаются по табл. 2.7 [10].

Таблица 2.7

## Расчетные параметры нагрузок

Группа расчетной нагрузки	Нормативная статическая нагрузка $P_{CT}$ , кН		Расчетные параметры нагрузки	
	на ось	на колесо	Давление на покрытие $p$ , МПа	Диаметр $D_d / D_{CT}$ , см
A-10	100	50,0	0,6	37/33
A <sub>1</sub> -11,5	115	57,5	0,8	34/30

*Примечание.* В числителе приведен диаметр  $D_d$  для движущегося колеса, в знаменателе  $D_{CT}$  – для неподвижного колеса.

Основной и наиболее сложной для проектирования автомобильных дорог задачей является обоснование интенсивности и состава транспортного потока на перспективный период (25 лет). При развитии транспортной логистики в неосвоенных районах и неразвитой сетью автомобильных дорог в составе движения проектируемой дороги предусматривается регулярное обращение автомобилей с осевой нагрузкой, превышающей нормативную нагрузку АК более чем на 5 %, в количестве более 5 %, за расчетную осевую нагрузку допускается принимать максимальную нагрузку на наиболее нагруженную ось автомобиля.

Максимальную нагрузку на наиболее нагруженную ось автомобиля ( $D_{CT}$  и  $D_d$ , см) определяют по зависимости:

$$D_{CT} = \sqrt{\frac{40P_{CT}}{\pi p}}, \quad (2.1)$$

$$D_d = \sqrt{K_{дин}} D_{CT}, \quad (2.2)$$

где  $P_{CT}$  – нагрузка на колесо наиболее загруженной оси, кН;

$p$  – давление на покрытие, МПа;

$K_{дин}$  – коэффициент динамичности, равный 1,3.

Наиболее распространенным дефектом покрытия автомобильных дорог является колейность покрытия, в том числе зависящая от суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки в современных нежестких дорожных одеждах на перспективный расчетный период.

### 2.3.4. Определение суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки в современных нежестких дорожных одеждах

Основой конструирования современных нежестких дорожных одежд IА, IБ, IВ (прил. 3), II (прил. 4), III (прил. 5), VI (прил. 6), V (прил. 7) категорий является расчет на упругий прогиб, определяемый суммарным числом приложений приведенной расчетной нагрузки на перспективный расчетный период (25 лет). В то же время, при проектировании дорожной одежды целесообразно основываться на среднесуточной интенсивности движения в обоих направлениях, определяемой как сумма интенсивностей в каждом направлении.

В случаях, когда разница между интенсивностями по направлениям составляет более 10 %, расчет дорожной одежды можно выполнять для каждого направления движения отдельно с учетом фактической интенсивности движения для каждого направления.

Основой для конструирования и расчета современных нежестких дорожных одежд являются характеристики, отражающие интенсивность воздействия на нее подвижной нагрузки.

1. Приведенное к расчетной нагрузке среднесуточное (на конец межремонтного срока проведения работ по капитальному ремонту) число проездов всех колес, расположенных по одному борту расчетного автомобиля, в пределах одной полосы проезжей части (приведенная интенсивность движения к воздействию расчетной нагрузки  $N_p$ , авт./сут).

2. Суммарное число приложений приведенной расчетной нагрузки ( $\Sigma N_p$ ) к точке на поверхности покрытия за межремонтный срок проведения работ по капитальному ремонту (см. табл. 2.4).

Определение приведенной интенсивности движения к воздействию расчетной нагрузки ( $N_p$ ) на полосу движения на конец межремонтного срока проведения работ по капитальному ремонту  $T_{СЛ}$  (см. табл. 2.4) зависит от коэффициента распределения интенсивности движения для самой нагруженной полосы движения ( $f_{nол}$ ), зависящий от числа полос движения.

Приведенную интенсивность движения к воздействию расчетной нагрузки ( $N_p$ ) определяются по зависимости [10]:

$$N_p = f_{nол} \sum_{i=1}^n N_i K_i, \quad (2.3)$$

где  $f_{nol}$  – коэффициент распределения интенсивности движения для самой нагруженной полосы движения, зависящий от числа полос движения, принимаемый при отсутствии данных натурных наблюдений по табл. 2.8;

$N_i$  – число автомобилей  $i$ -й марки в одном или в обоих направлениях на конец срока службы дорожных одежд, авт./сут;

$K_i$  – коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства  $i$ -й марки с нагрузкой на колесо  $P_i$  к расчетной нагрузке.

Таблица 2.8

Значения коэффициента распределения интенсивности движения в зависимости от количества полос

Число полос движения в обоих направлениях	Коэффициент распределения интенсивности движения для самой нагруженной полосы, $f_{nol}$
1	1,0
2	0,55
3	0,50
4	0,45
5	0,40
6 и более	0,35

При движении на перекрестках и подходах к ним (в местах перестройки потока автомобилей для выполнения левых поворотов) при расчете одежды в пределах всех полос движения следует принимать  $f_{nol} = 0,50$ , если общее число полос проезжей части проектируемой дороги более трех.

Коэффициенты приведения  $K_i$  к расчетной нагрузке определяют по зависимости [10]:

$$K_i = \left( \frac{P_i}{P_{CT}} \right)^\beta, \quad (2.4)$$

где  $P_i$  – нормативная статическая нагрузка на колесо  $i$ -го автомобиля, определяемая по паспортным данным;

$P_{CT}$  – нормативная статическая расчетная нагрузка на колесо;

$\beta$  – показатель степени, принимаемый равным: 4,0 – для дорожных одежд капитального типа; 3,0 – для дорожных одежд облегченного и переходного типов.

Для многоосных автомобилей и тягачей с прицепами фактическую номинальную нагрузку на колесо в зависимости (2.4) следует умножать на коэффициент  $K_c$ , учитывающий влияние нагрузок от колес соседних осей, расположенных на расстоянии менее 2,5 м, определяемый по зависимости [10]:

$$K_c = a - b \cdot \sqrt{B_T - c}, \quad (2.5)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – параметры, определяемые в зависимости от капитальности дорожной одежды и числа осей тележки по табл. 2.9;

$B_T$  – расстояние между крайними осями автотранспортного средства, м.

Таблица 2.9

Параметры, зависящие от капитальности дорожной одежды и числа осей тележки

Тип тележки	Численное значение параметра		
	$a$	$b$	$c$
Двухосная	$\frac{1,70}{1,52}$	$\frac{0,43}{0,36}$	$\frac{0,50}{0,50}$
Трехосная	$\frac{2,00}{1,60}$	$\frac{0,46}{0,28}$	$\frac{1,00}{1,00}$

*Примечание.* В числителе даны значения для нежестких дорожных одежд капитального типа, в знаменателе для нежестких дорожных одежд облегченного и переходного типов.

При проектировании современных нежестких дорожных одежд в учебных целях (и на практике) допускается не осуществлять расчет коэффициентов приведения транспортных средств к расчетным нагрузкам А<sub>1</sub>-11,5 и А-10, а принимать их по табл. 2.10 [10].

Если расчетные нагрузки существенно отличаются от расчетных нагрузок (А<sub>1</sub>-11,5 и А-10), расчет коэффициентов приведения следует выполнять по зависимости (2.4) с учетом зависимости (2.5).

Таблица 2.10

Коэффициенты приведения транспортных средств к расчетным  
нагрузкам  $A_1-11,5$  и  $A-10$

Категория транспортного средства	Схема	Тип транспортного средства	$K_i$ для капитального типа дорожной одежды (для нагрузки $A_1-11,5$ )	$K_i$ для облегченного и переходного типов дорожной одежды (для нагрузки $A-10$ )
			4	5
1	2	3	4	5
B		Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	0,01	0,02
C		Двухосные грузовые автомобили	0,60	1,11
		Трехосные грузовые автомобили	2,49	3,18
		Четырехосные грузовые автомобили	3,62	4,41
		Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)	1,81	2,98
		Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	2,15	4,03
		Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,39	3,62

Окончание табл. 2.10

I	2	3	4	5
C		Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	4,13	5,56
		Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	6,48	7,42
		Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	4,70	6,15
		Шестиосные седельные автопоезда	7,94	8,93
		Автомобили с семью и более осями и др.	8,47	9,94
D		Автобусы	0,75	1,46

При проектировании долгосрочных логистических связей и современных автомобильных дорог, удовлетворяющих безопасным и комфортным условиям движения, в расчетной схеме конструкции нежестких дорожных одежд (рис. 2.2) необходимо учитывать суммарное число приложений приведенной расчетной нагрузки ( $\Sigma N_p$ ) к точке на поверхности покрытия за нормативный срок службы дорожных одежд (табл. 2.4; 2.13).

Суммарное число приложений приведенной расчетной нагрузки ( $\Sigma N_p$ ) определяется по зависимости [10]:

$$\sum N_p = 0,7 N_p \frac{K_c}{q^{(T_{ci}-1)}} T_{PДГ} K_n, \quad (2.6)$$

где  $N_p$  – суммарное расчетное число приложений приведенной расчетной нагрузки на полосу движения за нормативный межремонтный срок службы проведения работ по капитальному ремонту (табл. 2.4; 2.13), авт./сут;

$K_c$  – коэффициент суммирования, определяемый по зависимости [10]:

$$K_c = \frac{q^{T_{ci}} - 1}{q - 1}, \quad (2.7)$$

где  $q$  – показатель изменения интенсивности движения (знаменатель геометрической прогрессии);

$T_{cl}$  – нормативный межремонтный срок службы дорожных одежд между капитальными ремонтами (см. табл. 2.4), годы;

$T_{РДГ}$  – расчетное число дней в году, зависящее от района проектирования, соответствующее определенному состоянию деформируемости дорожной конструкции, определяемое по табл. 2.11 и рис. 2.3, дни;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого (табл. 2.14).

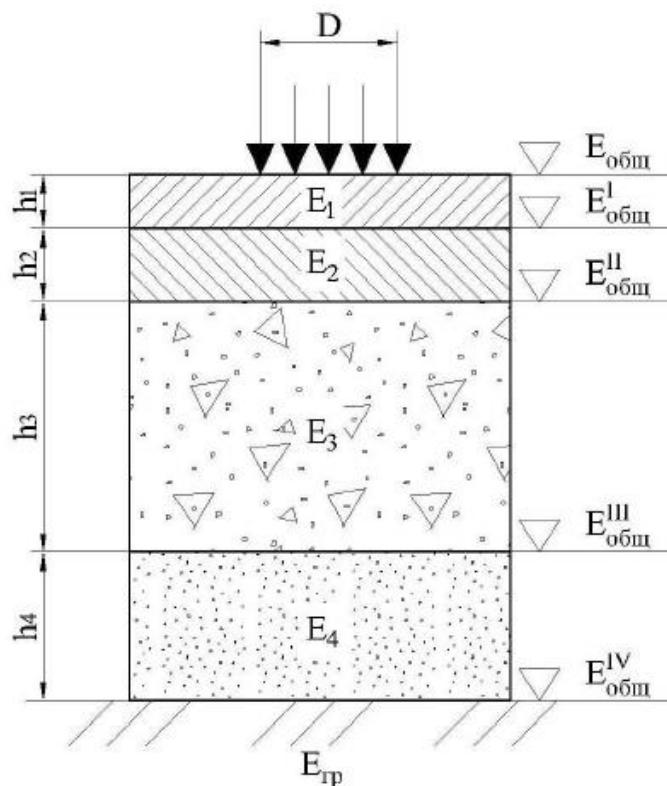


Рис. 2.2. Расчетная схема конструкции нежестких дорожных одежд:  
 $D$  – диаметр отпечатка колеса (при динамическом действии нагрузки  $D = D_d$ , при статическом действии нагрузки  $D = D_{st}$ );  $h_i$  – толщина  $i$ -ого слоя конструкции;  $E_i$  – модуль упругости  $i$ -ого слоя конструкции;  $E_{\text{гр}}$  – модуль упругости грунта земляного полотна (рабочего слоя);  $E_{\text{общ}}$  – расчетный общий модуль упругости всей конструкции;  $E_{\text{общ}}^i$  – расчетный общий модуль упругости слоев под  $i$ -м слоем

Важнейшее значение при проектировании современных нежестких дорожных одежд имеет показатель изменения интенсивности движения (перспективный рост интенсивности движения).

Показатель изменения интенсивности движения определяется по зависимости [10]:

$$q = 1 + \frac{r}{100}, \quad (2.8)$$

где  $r$  – ежегодный прирост интенсивности движения, %.

Коэффициент перехода к нагрузке 100 кН определяется по зависимости:

$$K = \left( \frac{P_{cm1}}{P} \right)^\beta, \quad (2.9)$$

где  $P_{cm1}$  и  $P$  – нормативная статическая нагрузка, кН (табл. 2.12), для группы расчетной нагрузки  $A_1$ –11,5 и  $A$ –10;

$\beta$  – показатель степени, принимаемый равным: 4,0 – для дорожных одежд капитального типа; 3,0 – для дорожных одежд облегченного и переходного типов.

Таблица 2.11

Рекомендуемые значения  $T_{РДГ}$  в зависимости от номера района на карте

Номер района на карте	Географические границы районов	Рекомендуемое количество расчетных дней в году $T_{РДГ}$
1	2	3
1	Зона распространения вечномерзлых грунтов севернее семидесятой параллели	70
2	Севернее линии, соединяющей Онегу, Архангельск, Мезень, Нарьян-Мар, шестидесятый меридиан, до побережья Европейской части	145
3	Севернее линии, соединяющей Смоленск, Калугу, Рязань, Саранск, сорок восьмой меридиан, до линии, соединяющей Онегу, Архангельск, Мезень, Нарьян-Мар	125
4	Севернее линии, соединяющей Белгород, Воронеж, Саратов, Самару, Оренбург, шестидесятый меридиан, до линии районов 2 и 3	135

### Окончание табл. 2.11

1	2	3
5	Севернее линии, соединяющей Ростов-на-Дону, Элиста, Астрахань, Белгород, Воронеж, Саратов, Самару	145
6	Южнее линии Ростов-на-Дону, Элиста, Астрахань для Европейской части, южнее сорок шестой параллели – для остальных территорий	205
7	Восточная и Западная Сибирь, Дальний Восток (кроме Хабаровского и Приморского краев, Камчатской области), ограниченные с севера семидесятой параллелью, с юга – сорок шестой параллелью	130–150 (меньшие значения для центральной части)
8	Хабаровский и Приморский края, Камчатская область	140

*Примечание.* Значения  $T_{pдг}$  на границах районов следует принимать по наибольшему из значений.

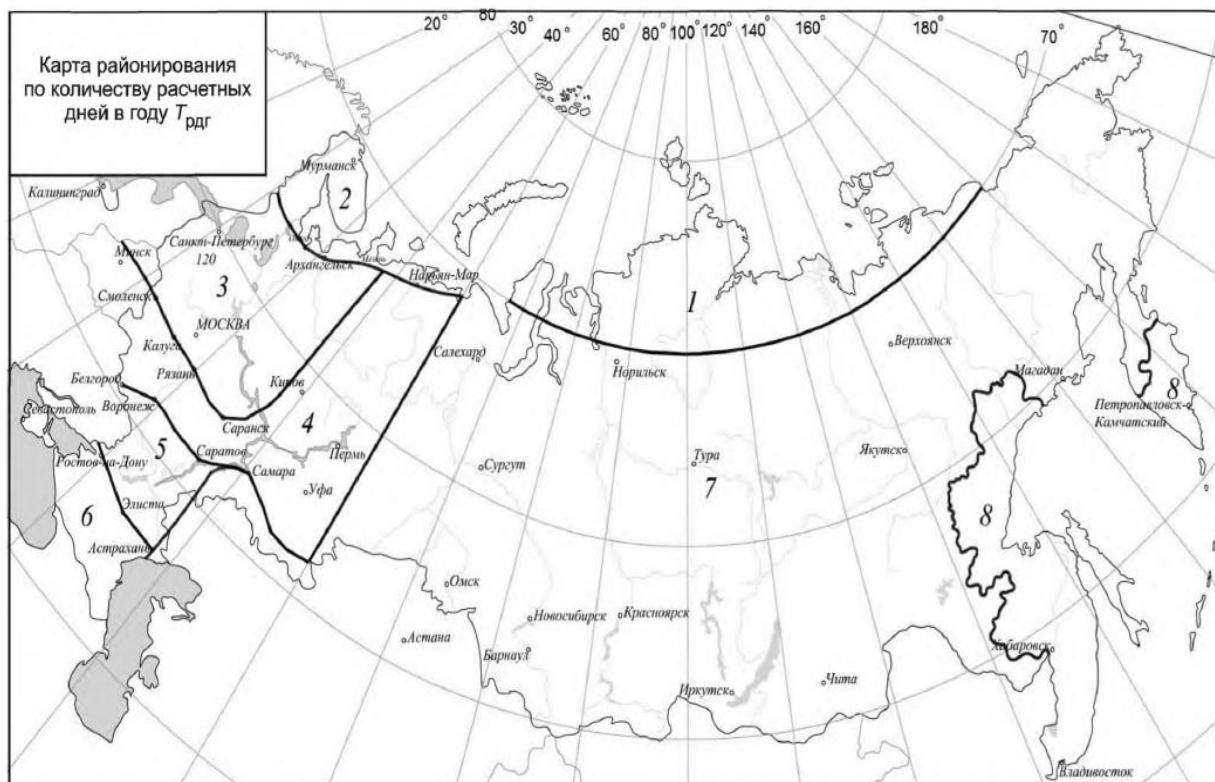


Рис. 2.3. Карта районирования по количеству расчетных дней в году  $T_{\text{рдг}}$

Таблица 2.12

## Расчетные параметры нагрузок

Группа расчетной нагрузки	Нормативная статическая нагрузка $P_{cm}$ , кН		Расчетные параметры нагрузки	
	на ось	на колесо	Давление на покрытие $p$ , МПа	Диаметр $D_d/D_{cm}$ , см
$A-10$	100	50,0	0,6	37/33
$A_I-11,5$	115	57,5	0,8	34/30

*Примечание.* В числителе приведен диаметр  $D_d$  для движущегося колеса, в знаменателе  $D_{cm}$  – для неподвижного колеса

Таблица 2.13

## Нормативные межремонтные сроки проведения работ по капитальному ремонту и ремонту

Категория дороги	Нормативный межремонтный срок проведения работ по капитальному ремонту $T_{cl}$	Нормативный межремонтный срок проведения работ по ремонту
I	24 года	12 лет
II	24 года	12 лет
III	24 года	12 лет
IV	24 года	12 лет
V	10 лет	5 лет

Таблица 2.14

Значения коэффициента  $K_n$ 

Тип дорожных одежд	Значение коэффициента $K_n$ для категорий дорог				
	I	II	III	IV	V
Капитальный	1,49	1,49	1,38	1,31	–
Облегченный	–	–	1,32	1,26	1,06
Переходный	–	–	–	1,16	1,04

При конструировании, расчете и выборе конструкции нежесткой дорожной одежды основным требованием является надежность и прочность по величине упругого прогиба при обязательном выполнении следующего условия:

$$E_{общ} \geq E_{min} \cdot K_{PP}^{TP}, \quad (2.10)$$

где  $E_{общ}$  – общий модуль упругости на поверхности дорожной конструкции, МПа;

$E_{min}$  – минимальный требуемый модуль упругости, МПа;

$K_{PP}^{TP}$  – требуемый коэффициент прочности (табл. 11, [10]).

Конструкция дорожной одежды назначается в зависимости суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки ( $\Sigma N_p$ ).

Для правильного выбора и обоснования принятой конструкции дорожной одежды необходимо руководствоваться ПНСТ 390–2020. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Типовые конструкции [28].

Данный расчетный показатель напрямую связан с категорией (технической) и, соответственно, с классом, значением и функциональным назначением автомобильной дороги. При этом категория автомобильной дороги (техническая) отражает принадлежность автомобильной дороги соответствующему классу и определяет ее технические показатели.

Характеристика автомобильной дороги по условиям доступа на нее, т. е. возможности въезда и съезда с нее транспортных средств, определяемая типом пересечения или примыкания, соответствует следующему классу:

- а) автомагистрали (категория IА);
- б) скоростные дороги (категория IБ);
- в) обычные дороги (общего пользования: IВ; II; III; IV; V).

Значение и функциональное назначение автомобильной дороги понятия взаимосвязанные, при этом функциональное назначение заключается в выполнении определенной транспортной функции:

а) основные и второстепенные магистральные дороги обеспечивают поездки на дальние расстояния;

б) основные распределительные автомобильные дороги и распределительные дороги регионального значения осуществляют перераспределение транспортных потоков между магистральными и местными автомобильными дорогами;

в) местные автомобильные дороги обеспечивают подъезд к прилегающим территориям.

г) федеральные автомобильные дороги, которые соединяют столицы государств (например, Москву со столицами других государств).

дарств), административные центры субъектов Российской Федерации (РФ) и крупные транспортные узлы (порты, аэропорты, железнодорожные станции).

Исходя из вышеизложенного, функциональное назначение автомобильной дороги зависит от ее роли в составе сети автомобильных дорог и определяет ее функциональный класс.

Функциональные классы автомобильных дорог по своему назначению разделяют:

- а) на магистральные;
- б) территориальные;
- в) местные.

Примеры определения суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки ( $\Sigma N_p$ ) для дорог с I по V категории (технические) и наиболее распространенные типовые конструкции нежестких дорожных одежд.

### Пример 1

#### Исходные данные

1. Область проектирования – Воронежская.
2. Дорожно-климатическая зона – II<sub>2</sub>.
3. Тип местности по увлажнению – 2.
4. Номер района проектирования, соответствующий количеству расчетных дней в году – 3.
5. Продольный уклон дороги не превышает 30 %.
6. Характеристика местности (тип рельефа): равнинный.
7. Количество расчетных дней в году,  $T_{РДГ} = 125$ .
8. Тип дорожной одежды – капитальный.
9. Тип нормативной нагрузки А-11,5:
  - а) Нормативная статическая нагрузка на колесо,  $P_{cm1} = 57,5$  кН;
  - б) давление на покрытие,  $p = 0,8$  МПа;
  - в) диаметр отпечатка при расчете на подвижную (динамическую) нагрузку,  $D_D = 34$  см.
10. Заданный уровень надежности  $K_n = 0,98$  (см. табл. 10, [10]).
11. Коэффициенты прочности (см. табл. 11, [10]):
  - а) по допускаемому упругому прогибу,  $K_{np}^{mp} = 1,5$ ;
  - б) по условию сдвигостойчивости и на сопротивление при изгибе,  $K_{np}^{mp} = 1,1$ ;
12. Показатель изменения интенсивности движения (приращение интенсивности движения),  $q = 1,02$ .

13. Срок службы дорожной одежды:  $T_{сл} = 24$  года.
14. Тип земляного полотна – насыпь;
15. Грунт земляного полотна – пылеватая супесь.
16. Глубина промерзания грунта рабочего слоя,  $h_{np} = 1,0$  м.
17. Расстояние от низа дорожной одежды до уровня грунтовых вод  $H_{утв} = 2,8$  м.
18. Среднегодовая суточная интенсивность движения транспортных средств на участке автомобильной дороги представлена в табл. 2.15.

Таблица 2.15

Среднегодовая суточная интенсивность движения транспортных средств на участке автомобильной дороги

Вид транспортного средства	Интенсивность движения, авт./сут.
1. Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	10 536
2. Двухосные грузовые автомобили	3 161
3. Трехосные и четырехосные грузовые автомобили	1 844
4. Четырехосные и пятиосные автопоезда	790
5. Трехосные, четырехосные, пятиосные, шестиосные седельные автопоезда	615
6. Автомобили с семьью и более осями	351
7. Автобусы	263

Приведенную интенсивность движения к воздействию расчетной нагрузки ( $N_p$ ) определяют по зависимости (2.3):

$$N_p = 0,55 \cdot (10536 \cdot 0,01 + 3161 \cdot 0,60 + 1844 \cdot 2,49 + 790 \cdot 4,13 + 615 \cdot 6,48 + 351 \cdot 2,15 + (263 \cdot 0,75)) = 8136,326 \approx 8136, \text{ авт./сут.}$$

Суммарное расчетное число приложений приведенной расчетной нагрузки ( $N_p$ ) на полосу движения за нормативный межремонтный срок службы проведения работ по капитальному ремонту (см. табл. 2.13), авт/сут., определяется по зависимости (2.6), коэффициент суммирования ( $K_c$ ) определяется по зависимости (2.7), расчетное число дней в году, зависящее от района проектирования, соответствующее определенному состоянию деформируемости дорожной конструкции ( $T_{РДГ}$ , дни), определяется по табл. 2.11 и рис. 2.3.

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 8136 \frac{30,42}{1,58} \cdot 125 \cdot 1,49 = 20422428,49 \approx 20422429 \text{ , авт.}$$

$$K_c = \frac{1,02^{24} - 1}{1,02 - 1} = 30,42 .$$

Коэффициент перехода к нагрузке 100 кН определяется по зависимости:

$$K = \left( \frac{115}{100} \right)^4 = 1,75 .$$

Определение суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки 100 кН за срок службы дорожной одежды:

$$\sum N_p = \sum N_p \cdot K = 20422429 \cdot 1,75 = 35718955,96 \approx 35718956 \text{ , авт.}$$

Вывод: автомобильная дорога относится к I технической категории. При этом автомобильные дороги I категории подразделяются на автомагистрали (IA), скоростные дороги (IB) и обычные дороги (IV).

Автомагистраль является автомобильной дорогой, предназначеннной только для скоростного движения автомобилей, не должна иметь пересечений в одном уровне с другими дорогами, железнодорожными или трамвайными путями, пешеходными или велосипедными дорожками, имеет раздельные проезжие части в обоих направлениях (съезды въезд на прилегающие земельные участки запрещен).

Наиболее распространенные современные конструктивные решения нежестких дорожных одежд приведены на рис. 2.4–2.8.

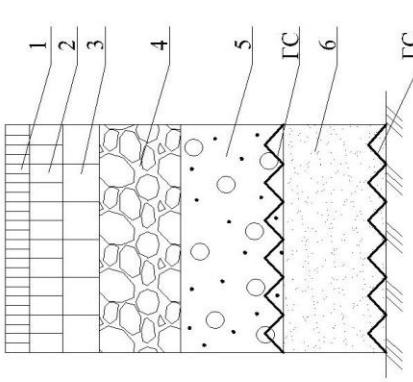
Современные тенденции развития Российской Федерации и мирового сообщества в целом предполагают скоростные и комфортные связи между различными, удаленными друг от друга, регионами.

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	330 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,3 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,98								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	ШМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	5500-5600								
2		Смесь щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жилками или эмульсированными органическими вязучими по ПНСТ 325	950								
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	2900								
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	4600-4800								
5		Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жилками или эмульсированными органическими вязучими по ПНСТ 325	950								
6	Дополнительный слой основания	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закатки	450-500								
		Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок тяжелый песчаный, супесь тяжелая пылеватая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя									
		I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Средний слой основания	4	18	24	22	12	18	23	18	22	16	20
Нижний слой основания	5	27	32	27	31	17	27	26	33	27	31
Дополнительный слой основания	6	35	35	35	35	35	35	35	30	30	30

Рис. 2.4. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вязучими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	330 МПа	Класс расчетной нагрузки					АК-11,5					
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,3 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$					0,98					
Конструкция дорожной одежды												
1	Покрытие	ЦМА по ПИСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 5500-5600										
2		СМА по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем										
3	Основание	Асфальтобетон по ПИСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПИСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2					4600-4800					
4		Асфальтобетон по ПИСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПИСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2					2900					
5	Дополнительный слой основания	Смеси шебено-гравийно-песчаные, обработанные неорганическим вяжущим, соответствующие марке 60 по ПИСТ 326					800					
6		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закинки					450-500					
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды		Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя												
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Средний слой основания	4	18	22	18	22	14	18	18	22	22	16	22
Нижний слой основания	5	28	33	30	34	16	29	28	32	30	34	21
Дополнительный слой основания	6	35	36	35	36	35	36	35	36	30	33	30

Рис. 2.5. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими



Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	330 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5												
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,3 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,98												
Конструкция дорожной одежды															
1	Покрытие	ЦМА по ПИСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 4900 SMA по ГОСТ 58401.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	4900												
2		Асфальтобетон по ПИСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПИСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300												
3	Основание	Асфальтобетон по ПИСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПИСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	2100												
4		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, раскипинованный фракционным мелким щебнем	450-500												
5		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПИСТ 327	230-240												
6	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120												
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая															
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны															
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$I_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_7$	$\Pi_8$	
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя															
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Средний слой основания	4	26	34	26	32	18	26	34	26	32	19	26	34	19	26
Нижний слой основания	5	32	34	32	33	28	31	32	34	28	33	33	35	28	33
Дополнительный слой основания	6	35	36	35	36	33	36	35	36	30	35	36	30	35	30

Рис. 2.6. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	330 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	1,3·10 <sup>6</sup>	Коэффициент надежности $K_b$	0,98
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	5500-5600
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	4500-4800
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	2900
4		Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950
5		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки	450-500
6	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя			
Наименование слоя конструкции дорожной одежды			
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя			
I <sub>3</sub>			
I <sub>1</sub>			
II <sub>2</sub>			
II <sub>3</sub>			
III <sub>4</sub>			
III <sub>1</sub>			
III <sub>2</sub>			
III <sub>3</sub>			
IV			
V			
Верхний слой покрытия	1	5	5
Нижний слой покрытия	2	6	6
Верхний слой основания	3	7	7
Средний слой основания	4	12	12
Нижний слой основания	5	13	13
Дополнительный слой основания	6	20	20

Рис. 2.7 Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

Рис. 2.8. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими

Задачу обеспечения надежных и качественных логистических связей можно решить только путем скорейшего увеличения темпов проектирования и строительства автомагистралей (дороги категории IA) и скоростных дорог (дороги категории IB).

Скоростные дороги являются автомобильными дорогами для скоростного движения автомобилей, доступ на которые возможен только через транспортные развязки или регулируемые перекрестки.

Особенность таких дорог в том, что на скоростных дорогах запрещены остановки и стоянка, и если водителю необходимо передохнуть, отдохнуть или приостановить движение, есть специальные площадки для остановок, и стоянки автотранспорта. Как правило, такие площадки являются комплексными сооружениями предприятий дорожного сервиса.

Основное отличие скоростных дорог от автомагистралей в том, что на скоростных дорогах возможен съезд на примыкающую дорогу или прилегающую территорию, но не чаще, чем через 5 км пути.

## Пример 2

### Исходные данные

1. Область проектирования – Рязанская.
2. Дорожно-климатическая зона – II.
3. Тип местности по увлажнению – 2.
4. Номер района проектирования, соответствующий количеству расчетных дней в году – 3.
5. Продольный уклон дороги не превышает 25 %.
6. Характеристика местности (тип рельефа): равнинный.
7. Количество расчетных дней в году,  $T_{РДГ} = 125$ .
8. Тип дорожной одежды – капитальный.
9. Тип нормативной нагрузки А-11,5:
  - а) нормативная статическая нагрузка на колесо,  $P_{cm1} = 57,5$  кН;
  - б) давление на покрытие,  $p = 0,8$  МПа;
  - в) диаметр отпечатка при расчете на подвижную (динамическую) нагрузку,  $D_{Д} = 34$  см.
10. Заданный уровень надежности  $K_n = 0,98$  (см. табл. 10, [10]).
11. Коэффициенты прочности (см. табл. 11, [10]):
  - а) по допускаемому упругому прогибу,  $K_{np}^{mp} = 1,5$ ;
  - б) по условию сдвигостойчивости и на сопротивление при изгибе,  $K_{np}^{mp} = 1,1$ .

12. Показатель изменения интенсивности движения (приращение интенсивности движения),  $q = 1,02$ .

13. Срок службы дорожной одежды:  $T_{cl} = 24$  года.

14. Тип земляного полотна – насыпь.

15. Грунт земляного полотна – суглинок легкий пылеватый.

16. Глубина промерзания грунта рабочего слоя,  $h_{np} = 1,4$  м.

17. Расстояние от низа дорожной одежды до уровня грунтовых вод  $H_{УГВ} = 3,0$  м.

18. Расчетная суточная интенсивность движения транспортных средств на участке автомобильной дороги представлена в табл. 2.16.

Таблица 2.16

Расчетная суточная интенсивность движения транспортных средств на участке автомобильной дороги

Вид транспортного средства	Интенсивность движения, авт./сут.
1. Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	4 426
2. Двухосные грузовые автомобили	1 328
3. Трехосные и четырехосные грузовые автомобили	774
4. Четырехосные и пятиосные автопоезда	333
5. Трехосные, четырехосные, пятиосные, шестиосные седельные автопоезда	259
6. Автомобили с семьью и более осями	147
7. Автобусы	111

Приведенная интенсивность движения к воздействию расчетной нагрузки ( $N_p$ ) определяется по зависимости (2.3):

$$N_p = 0,55 \cdot (4426 \cdot 0,01 + 1328 \cdot 0,60 + 774 \cdot 2,49 + 333 \cdot 4,13 + 259 \cdot 6,48 + 147 \cdot 2,15 +) + (0,75) = 3413,61 \approx 3414, \text{ авт./сут.}$$

Суммарное расчетное число приложений приведенной расчетной нагрузки ( $N_p$ ) на полосу движения за нормативный межремонтный срок службы проведения работ по капитальному ремонту (см. табл. 2.13), авт/сут., определяется по зависимости (2.6), коэффициент суммирования ( $K_c$ ) определяется по зависимости (2.7), расчетное число дней в году, зависящее от района проектирования, соответствующее определенному состоянию деформируемости дорожной конструкции ( $T_{РДГ}$ , дни) определяется по табл. 2.11 и рис. 2.3.

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 3414 \cdot \frac{30,42}{1,58} \cdot 125 \cdot 1,49 = 8578808,79 \approx 8578809, \text{ авт.}$$

$$K_c = \frac{1,02^{24} - 1}{1,02 - 1} = 30,42.$$

Коэффициент перехода к нагрузке 100 кН определяется по зависимости:

$$K = \left( \frac{115}{100} \right)^4 = 1,75.$$

Определение суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки 100 кН за срок службы дорожной одежды:

$$\sum N_p = \sum N_p \cdot K = 8578809 \cdot 1,75 = 15012915,39 \approx 15012916, \text{ авт.}$$

Вывод: автомобильная дорога относится к II технической категории.

В Российской Федерации в настоящее время современные конструкции автомобильных дорог II технической категории могут быть как двухполосными (по одной полосе движения в каждом направлении), так и четырехполосными (по две полосы движения в каждом направлении) с разделительной полосой.

Особенность автомобильных дорог II технической категории в том, что они являются основными транспортными и пассажирскими артериями страны, обеспечивающими грузовые и пассажирские перевозки.

Наиболее распространенные современные конструктивные решения нежестких дорожных одежд приведены на рис. 2.9–2.26.

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 4900-5000	
2		СМА по ГОСТ 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2	
3		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
5	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	
6		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2	
7		Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950
8		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 3227	
9	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	230-240
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок тяжелый песчаный, супесь тяжелая пылеватая			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя			
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>
	III <sub>3</sub>	IV <sub>4</sub>	III <sub>2</sub>
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя			
Верхний слой покрытия	1	3	1
	4	4	4
Нижний слой покрытия	6	6	6
	6	6	6
Верхний слой основания	8	8	8
	13	17	16
Средний слой основания	15	25	15
	33	15	25
Нижний слой основания	19	35	33
	35	33	35
Дополнительный слой основания	34	35	30
	35	30	35

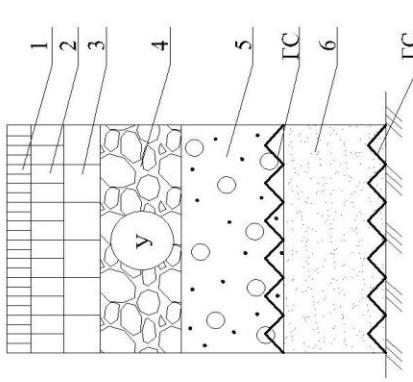
Рис. 2.9. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Ζ)-У по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000
2		Смесь асфальтобетон по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Ζ)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Ζ)-У по ГОСТ Р 58400.2	2100-2900
5		Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	
6	Дополнительный слой основания	Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок тяжелый песчаный, супесь тяжелая пылеватая			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя			
Наименование слоя конструкции дорожной одежды			
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя			
Номер слоя			
1			
Верхний слой покрытия	1	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6
Верхний слой основания	3	8	8
Средний слой основания	4	14	25
Нижний слой основания	5	19	33
Дополнительный слой основания	6	35	35
2			
Верхний слой покрытия	1	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6
Верхний слой основания	3	8	8
Средний слой основания	4	14	25
Нижний слой основания	5	19	33
Дополнительный слой основания	6	35	35
3			
Верхний слой покрытия	1	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6
Верхний слой основания	3	8	8
Средний слой основания	4	14	25
Нижний слой основания	5	19	33
Дополнительный слой основания	6	35	35
4			
Верхний слой покрытия	1	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6
Верхний слой основания	3	8	8
Средний слой основания	4	14	25
Нижний слой основания	5	19	33
Дополнительный слой основания	6	35	35
5			
Верхний слой покрытия	1	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6
Верхний слой основания	3	8	8
Средний слой основания	4	14	25
Нижний слой основания	5	19	33
Дополнительный слой основания	6	35	35
6			
Верхний слой покрытия	1	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6
Верхний слой основания	3	8	8
Средний слой основания	4	14	25
Нижний слой основания	5	19	33
Дополнительный слой основания	6	35	35

Рис. 2.10. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11,5							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000								
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	3300-3800								
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	2100-2900								
5	Дополнительный слой основания	Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	230-240								
6		Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные неорганическим вяжущим, соответствующие марке 60 по ПНСТ 326	800								
		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	100								
		Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая									
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Верхний слой покрытия	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Средний слой основания	4	14	23	12	17	13	16	20	12	17	14
Нижний слой основания	5	21	33	16	27	15	27	30	35	16	27
Дополнительный слой основания	6	35	40	34	35	34	35	37	40	34	35

Рис. 2.11. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими



Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Верхний слой покрытия	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Средний слой основания	4	14	23	12	16	18	20	12	16	20	14
Нижний слой основания	5	21	33	15	27	30	35	15	27	19	26
Дополнительный слой основания	6	35	40	35	35	35	40	35	35	30	25

Рис. 2.12. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5									
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_h$	0,95									
Конструкция дорожной одежды												
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000									
2		Сфалтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056										
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800									
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056										
5		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2	2100-2900									
6	Дополнительный слой основания	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, раскипинованный фракционным мелким щебнем	450-500									
		Шебеноно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240									
		Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая	100									
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя										
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V	
Верхний слой покрытия	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Средний слой основания	4	14	25	14	19	13	19	21	24	14	23	14
Нижний слой основания	5	23	35	17	27	18	27	31	35	17	27	29
Дополнительный слой основания	6	35	40	34	35	33	35	39	40	34	35	28

Рис. 2.13. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ШМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2. SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	Модуль упругости, МПа
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056. Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056. Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
4		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закинки, раскипированной фракционным мелким щебнем	450-500
5		Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240
6	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Наименование слоя конструкции дорожной одежды			
Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$
	$III$	$IV$	$V$
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя			
	1	3	1
	2	6	6
	3	8	8
	4	14	25
	5	23	35
	6	35	40
Верхний слой покрытия	1	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6
Верхний слой основания	3	8	8
Средний слой основания	4	14	23
Нижний слой основания	5	23	35
Дополнительный слой основания	6	35	40

Рис. 2.14. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки									
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95	АК-11,5							
Конструкция дорожной одежды											
				Модуль упругости, МПа							
				4900-5000							
1	Покрытие	ШМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2									
2		SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем									
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056									
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2									
5	Дополнительный слой основания	Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325									
		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327									
		Песок мелкий по ГОСТ 32824									
		Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий									
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$I_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	14	14	14	14	14	14	14	14	14	18
Нижний слой основания	4	21	21	21	21	21	21	24	24	24	24
Дополнительный слой основания	5	30	35	30	35	30	35	25	30	25	25

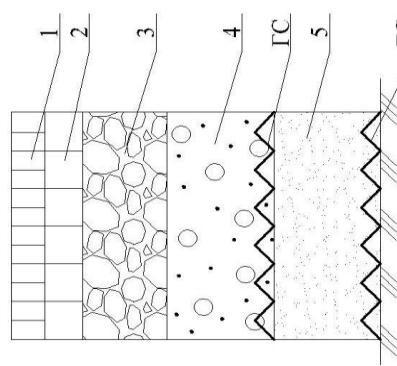


Рис. 2.15. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	ПММА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 4900-5000	Модуль упругости, МПа								
2		СММА по ГОСТ 58400.1 или РГ Х(2)-У по ГОСТ Р 58400.2									
3		СМА по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем									
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056									
5		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(2)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
3	Основание	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950								
4		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327									
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	230-240								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV <sub>5</sub>	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	14	14	14	14	14	14	15	15	15	18
Нижний слой основания	4	23	23	23	23	23	23	26	26	25	28
Дополнительный слой основания	5	23	25	23	25	23	25	26	26	27	28

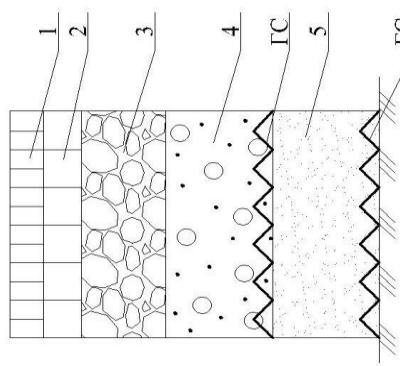


Рис. 2.16. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11.5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$		0,95								
Конструкция дорожной одежды												
			Модуль упругости, МПа									
1	Покрытие	ШИМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000									
2		SMA по ГОСТ 58400.2 на битумном вяжущем										
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056										
4	Дополнительный слой основания	Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2										
5		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклиники, расклинированный фракционным мелким щебнем										
		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327										
		Песок мелкий по ГОСТ 32824										
		Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий										
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды		Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия		1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия		2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
Верхний слой основания		3	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6
Нижний слой основания		4	16	16	16	16	16	16	16	16	20	22
Дополнительный слой основания		5	23	23	23	23	23	23	23	23	31	29
		5	25	30	25	30	25	30	25	30	31	32
											30	30

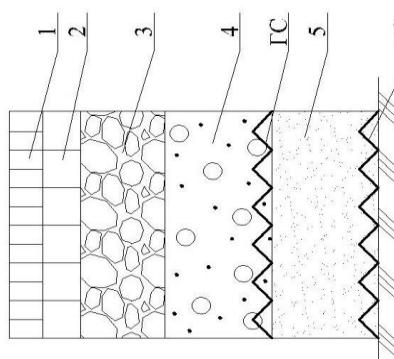


Рис. 2.17. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5									
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95									
Конструкция дорожной одежды												
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 4900-5000 SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	Модуль упругости, МПа									
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ЦБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800									
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу засыпки, раскипированый фракционным мелким щебнем	450-500									
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 3277	230-240									
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120									
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны												
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV <sub>1</sub>	IV <sub>2</sub>	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Нижний слой покрытия	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Верхний слой основания	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой основания	4	17	17	17	17	17	17	17	17	17	20	22
Дополнительный слой основания	5	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35

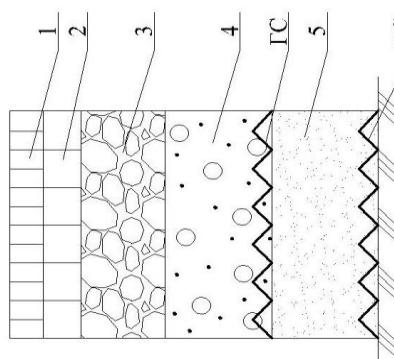


Рис. 2.18. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	ЦМА по ГОСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГХ-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГХ(2)-У по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000								
2		SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем									
3	Основание	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГХ-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГХ(2)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
4		Смеси щебеноно-травянистые, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950								
5	Дополнительный слой основания	Щебеноно-травянистые смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
		Песок мелкий по ГОСТ 32824	100								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -полозны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$I_4$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15
Нижний слой основания	4	24	24	23	24	24	23	23	23	23	25
Дополнительный слой основания	5	25	30	25	30	25	30	25	30	25	27

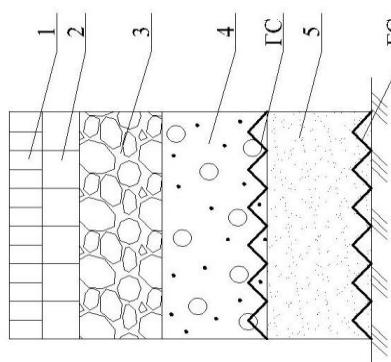


Рис. 2.19. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_{nh}$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ШМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33 133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГХ-У по ГОСТ Р 4900-5000 58400.1 или РГХ(2)-У по ГОСТ Р 58400.2 SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном выжущем	Модуль упругости, МПа
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном выжущем РГХ-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГХ(2)-У по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000
3	Основание	Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вожутиями по ПНСТ 325	3300-3800
4		Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	950
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	230-240
		Грунт рабочего слоя - супесь лёгкая песчанистая	120

Наземование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны									
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15
Нижний слой основания	4	24	25	23	24	25	26	23	24	25	27
Дополнительный слой основания	5	35	35	35	35	35	35	35	35	30	27

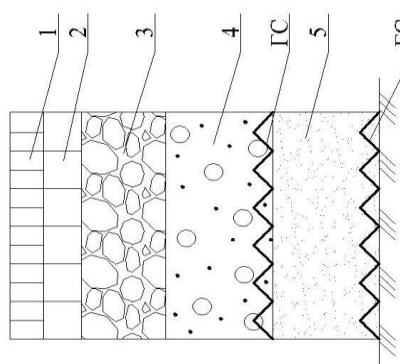


Рис. 2.20. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вожутиями

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	ЦМА по ГОСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 4900-5000 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2 SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	4900-5000								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу засыпки, раскипированной фракционным мелким щебнем	450-500								
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	22	22	22	22	22	22	23	23	23	23
Нижний слой основания	4	33	33	33	33	33	34	33	33	31	29
Дополнительный слой основания	5	33	35	33	35	33	35	30	35	30	35

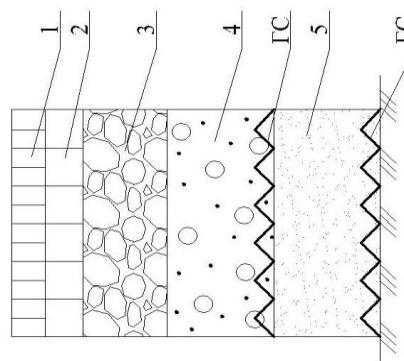


Рис. 2.21. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	325 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5											
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95											
Конструкция дорожной одежды														
1	Покрытие	ЩСМА по ГОСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РСГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РСГ Х(З)-У по ГОСТ Р 58400.2 SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном выжущем	Модуль упругости, МПа 4900-5000											
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном выжущем РСГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РСГ Х(З)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800											
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, раскипинованный фракционным мелким щебнем	450-500											
4		Щебено-травяно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240											
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120											
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая														
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны														
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя														
Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$				
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Верхний слой покрытия	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Нижний слой основания	4	31	33	31	33	32	34	31	33	30	31	29	30	28
Дополнительный слой основания	5	33	35	33	35	33	35	33	35	33	35	33	35	30

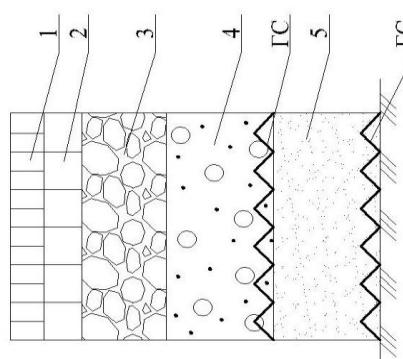


Рис. 2.22. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9.4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЩМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 4900-5000 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2 SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	Модуль упругости, МПа
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
3	Основание	Смеси щебеноочно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325 Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	950
4		Песок мелкий по ГОСТ 32824	230-240
5	Дополнительный слой основания	Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий	100

Назначение слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны								
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Нижний слой основания	4	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Дополнительный слой основания	5	22	25	22	25	22	25	22	25	25

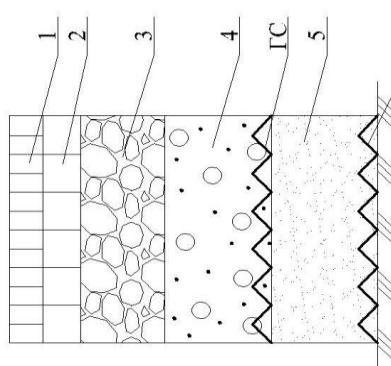


Рис. 2.23. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11.5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_{eff}$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	Модуль упругости, МПа	
2		ЦИМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 4900-5000	
3		SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	
5		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 52056 или РГ Х(З)-У по ГОСТ Р 58400.2	
6	Основание	Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950
7		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	3300-3800
8	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	230-240
9	Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий		120

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны								
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	Ш <sub>1</sub>	Ш <sub>2</sub>	Ш <sub>3</sub>	
Верхний слой покрытия	1	1	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Верхний слой основания	3	14	14	14	14	14	14	14	14	16
Нижний слой основания	4	15	15	15	15	15	15	15	15	16
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	23

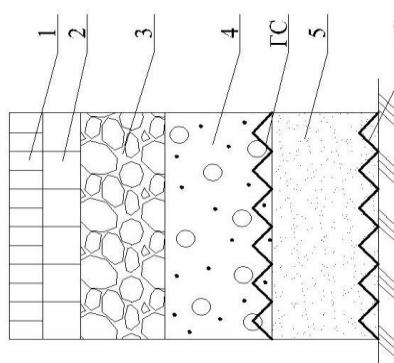
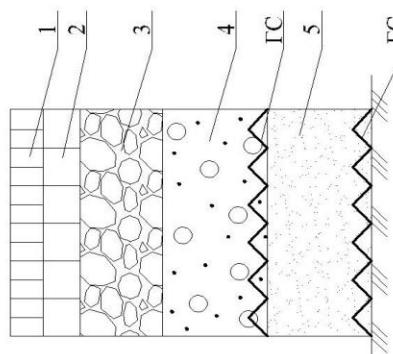


Рис. 2.24. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки					АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_b$					0,95
Конструкция дорожной одежды							
1	Покрытие	ЩМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2					Модуль упругости, МПа
2		СМА по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем					4900-5000
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056					
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2					3300-3800
5	Дополнительный слой основания	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закатки, расклиннованный фракционным мелким щебнем					450-500
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий							



Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны								
		$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Нижний слой основания	4	29	29	29	29	29	29	29	29	29
Дополнительный слой основания	5	30	30	30	30	30	30	30	30	30

Рис. 2.25. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	ЩМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГХ-У по ГОСТ Р 4900-5000 SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	Модуль упругости, МПа								
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГХ-У по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГХ-У по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закинки, расклинкованный фракционным мелким щебнем	450-500								
4		Щебеноно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$I_1$	$III$	$II_2$	$II_1$	$IV$	$III_2$	$III_1$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Нижний слой основания	4	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Дополнительный слой основания	5	21	23	21	23	21	23	30	30	30	30

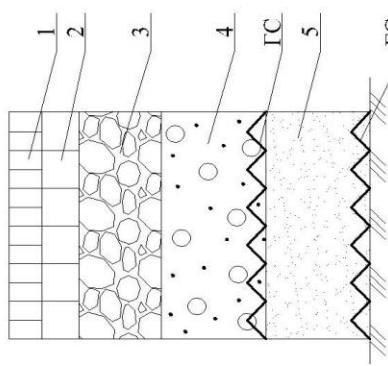


Рис. 2.26. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из неукрепленных материалов

### Пример 3

#### Исходные данные

1. Область проектирования – Архангельская.
2. Дорожно-климатическая зона – II.
3. Тип местности по увлажнению – 2.
4. Номер района проектирования, соответствующий количеству расчетных дней в году – 3.
5. Продольный уклон дороги не превышает 28 %.
6. Характеристика местности (тип рельефа): равнинный.
7. Количество расчетных дней в году,  $T_{РДГ} = 125$ .
8. Тип дорожной одежды – капитальный.
9. Тип нормативной нагрузки А-11,5:
  - а) Нормативная статическая нагрузка на колесо,  $P_{cm1} = 57,5$  кН;
  - б) давление на покрытие,  $p = 0,8$  МПа;
  - в) диаметр отпечатка при расчете на подвижную (динамическую) нагрузку,  $D_D = 34$  см;
10. Заданный уровень надежности  $K_n = 0,98$  (см. табл. 10, [10]).
11. Коэффициенты прочности (см. табл. 11, [10]):
  - а) по допускаемому упругому прогибу,  $K_{np}^{mp} = 1,5$ ;
  - б) по условию сдвигостойчивости и на сопротивление при изгибе,  $K_{np}^{mp} = 1,1$ .
12. Показатель изменения интенсивности движения (приращение интенсивности движения),  $q = 1,02$ .
13. Срок службы дорожной одежды:  $T_{сл} = 24$  года.
14. Тип земляного полотна – насыпь;
15. Грунт земляного полотна – супесь легкая песчаная.
16. Глубина промерзания грунта рабочего слоя,  $h_{np} = 2,1$  м.
17. Расстояние от низа дорожной одежды до уровня грунтовых вод  $H_{УГВ} = 3,4$  м.
18. Среднегодовая суточная интенсивность движения транспортных средств на участке автомобильной дороги представлена в табл. 2.17.

При назначении современной конструкции дорожной одежды в условиях возможного гололедообразования необходимо учитывать слой износа (защитный слой), вследствие разрушения от многократного приложения динамических усилий от шипованной резины (покрышек) транспортных средств.

Таблица 2.17

Среднегодовая суточная интенсивность движения транспортных средств на участке автомобильной дороги

Вид транспортного средства	Интенсивность движения, авт./сут.
1. Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	1038
2. Двухосные грузовые автомобили	520
3. Трехосные и четырехосные грузовые автомобили	302
4. Четырехосные и пятиосные автопоезда	117
5. Трехосные, четырехосные, пятиосные, шестиосные седельные автопоезда	90
6. Автомобили с семьью и более осями	54
7. Автобусы	43

Приведенную интенсивность движения к воздействию расчетной нагрузки ( $N_p$ ) определяют по зависимости (2.3):

$$N_p = 0,55 \cdot (1038 \cdot 0,01 + 520 \cdot 0,60 + 302 \cdot 2,49 + 117 \cdot 4,13 + 90 \cdot 6,48 + 54 \cdot 2,15 +) \\ + (43 \cdot 0,75) = 1433,95 \approx 1434, \text{ авт./сут.}$$

Суммарное расчетное число приложений приведенной расчетной нагрузки ( $N_p$ ) на полосу движения за нормативный межремонтный срок службы проведения работ по капитальному ремонту (см. табл. 2.13), авт/сут, определяются по зависимости (2.6), коэффициент суммирования ( $K_c$ ) определяется по зависимости (2.7), расчетное число дней в году, зависящее от района проектирования, соответствующее определенному состоянию деформируемости дорожной конструкции ( $T_{РДГ}$ , дни) определяется по табл. 2.11 и рис. 2.3.

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 1434 \cdot \frac{30,42}{1,58} \cdot 125 \cdot 1,49 = 3603683,09 \approx 3603684, \text{ авт.}$$

$$K_c = \frac{1,02^{24} - 1}{1,02 - 1} = 30,42.$$

Коэффициент перехода к нагрузке 100 кН, определяется по зависимости:

$$K = \left( \frac{115}{100} \right)^4 = 1,75.$$

Определение суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки 100 кН за срок службы дорожной одежды:

$$\sum N_p = \sum N_p \cdot K = 3603684 \cdot 1,75 = 6306447, \text{ авт.}$$

Вывод: автомобильная дорога относится к III технической категории.

Автомобильная дорога третьей технической категории является обычной автомобильной дорогой (нескоростная автомобильная дорога). В настоящее время такие дороги наиболее распространены и предназначены для пропуска транспортных потоков средней и малой интенсивности по проезжей части с одной или несколькими полосами движения, при отсутствии разделительной полосы между встречными направлениями движения.

При отнесении (определении) автомобильной дороги к той или иной категории помимо суммарного расчетного числа приложений приведенной расчетной нагрузки ( $N_p$ ) на полосу движения за нормативный межремонтный срок службы проведения работ по капитальному ремонту необходимо учитывать результаты оценки технического состояния (проводится в порядке, установленном Министерством транспорта Российской Федерации).

Наиболее распространенные современные конструктивные решения нежестких дорожных одежд III технической категории приведены на рис. 2.27–2.44.

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5									
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8.4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_b$	0,92									
Конструкция дорожной одежды												
Модуль упругости, МПа												
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800									
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800									
3	Основание	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ 325	950									
4		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240									
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100									
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны - ползонны												
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV <sub>1</sub>	IV <sub>2</sub>	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	17	24	17	25	14	21	20	25	15	19	15
Нижний слой основания	4	24	32	24	33	17	27	30	24	33	20	26
Дополнительный слой основания	5	35	35	34	35	35	34	35	29	30	28	30

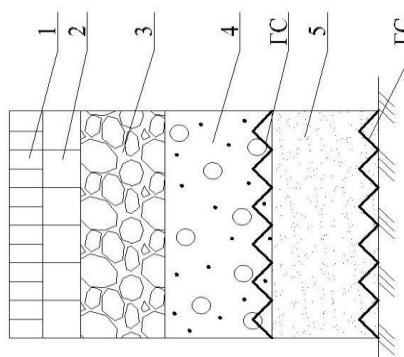


Рис. 2.27. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8,4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92
Конструкция дорожной одежды			Модуль упругости, МПа
1 Покрытие			Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2
2			Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2
3 Основание			Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325
4			Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327
5 Дополнительный слой основания			Песок средний по ГОСТ 32824.
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая			120
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя			
I <sub>3</sub>			
II <sub>1</sub>			
II <sub>2</sub>			
III <sub>3</sub>			
IV <sub>4</sub>			
Ш <sub>1</sub>			
Ш <sub>2</sub>			
Ш <sub>3</sub>			
IV			
V			

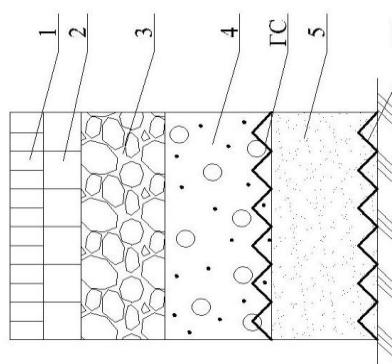
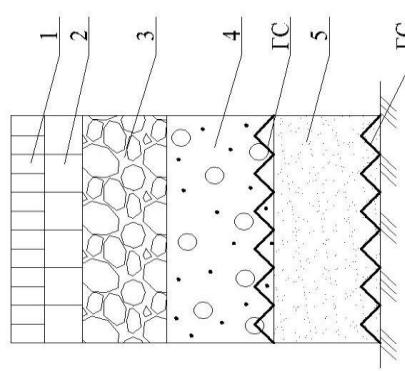


Рис. 2.28. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8.4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92							
Конструкция дорожной одежды										
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800							
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800							
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу засыпки, раскатанного фракционным мелким шебнем	450-500							
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240							
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100							
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелый песчаный, супесь тяжелая пылеватая										
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны										
Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	18	26	18	27	15	22	19	27	16
Нижний слой основания	4	25	32	25	34	17	28	33	32	25
Дополнительный слой основания	5	34	35	33	35	32	35	34	35	25

Рис. 2.29. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8,4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_H$	0,92



Конструкция дорожной одежды		Модуль упругости, МПа
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБ В по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБ В по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, расклинированный фракционным мелким щебнем
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824

Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая

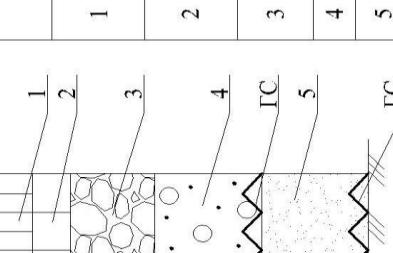


Рис. 2.30. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11.5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8,4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Модуль упругости, МПа									
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РСГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РСГ Х-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
4	Дополнительный слой основания	Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ 325 Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ГНСТ 327	950								
5	Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий	Песок мелкий по ГОСТ 32824	230-240								
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы утважнения рабочего слоя											
Назначение слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Верхний слой основания	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой основания	4	14	14	14	14	14	14	16	16	18	18
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

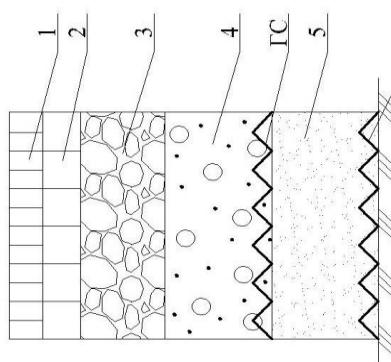


Рис. 2.31. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8.4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92	
Конструкция дорожной одежды				Модуль упругости, МПа
				3300-3800
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГХ-У по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800	
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГХ-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800	
3	Основание	Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325 Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	950	
4	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	230-240	
5	Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий		120	

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -ползоны								
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Нижний слой покрытия	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Верхний слой основания	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой основания	4	14	15	14	15	14	15	18	18	18
Дополнительный слой основания	5	19	18	19	18	19	18	21	21	21

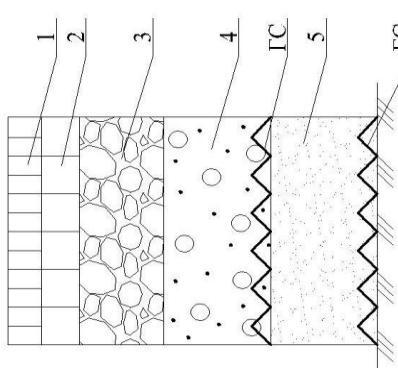


Рис. 2.32. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5									
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92									
Конструкция дорожной одежды												
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800									
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800									
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, раскипированной фракционным мелким щебнем	450-500									
4	Дополнительный слой основания	Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240									
5	Песок мелкий по ГОСТ 32824	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100									
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны - подзоны												
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV <sub>1</sub>	IV <sub>2</sub>	V
Верхний слой покрытия	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	8
Верхний слой основания	3	14	14	14	14	14	14	14	17	17	17	21
Нижний слой основания	4	17	17	17	17	17	17	17	22	22	22	23
Дополнительный слой основания	5	25	30	25	30	25	30	25	23	25	22	23

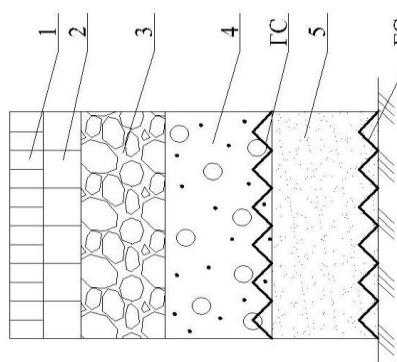


Рис. 2.33. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8.4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92							
Конструкция дорожной одежды										
1	Покрытие	Модуль упругости, МПа								
2										
3										
4										
5										
ГС										
ГС										
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны - ползонны										
Толщина слоев конструкции, см, для схемы уплотнения рабочего слоя										
Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	7	7	7
Верхний слой основания	3	15	15	15	15	15	15	18	18	18
Нижний слой основания	4	19	19	19	19	19	19	24	25	24
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	24	25	24

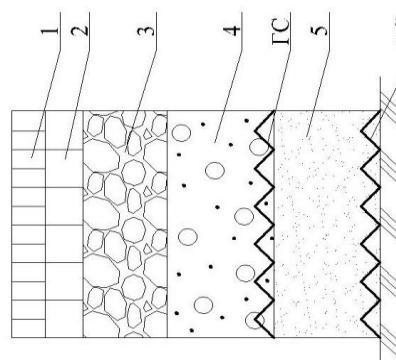


Рис. 2.34. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8.4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92								
Конструкция дорожной одежды			Модуль упругости, МПа								
			3300-3800								
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Z)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
3	Основание	Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950								
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230								
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны - ползоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Назначение слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Верхний слой основания	3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Нижний слой основания	4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15
Дополнительный слой основания	5	20	25	20	25	20	25	20	20	20	20

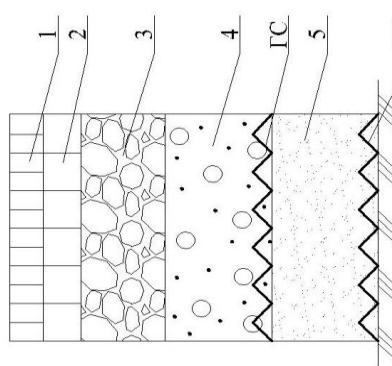


Рис. 2.35. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11,5						
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8,4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$		0,92						
Конструкция дорожной одежды										
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800	Модуль упругости, МПа						
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800							
3	Основание	Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ 325 Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 3227	950							
4		Песок средний по ГОСТ 32824	230							
5	Дополнительный слой основания	Песок рабочего слоя - супесь легкая песчанистая	120							
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны										
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя										
Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	13	14	13	14	13	14	15	15	15
Нижний слой основания	4	18	17	18	17	18	17	17	18	18
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20

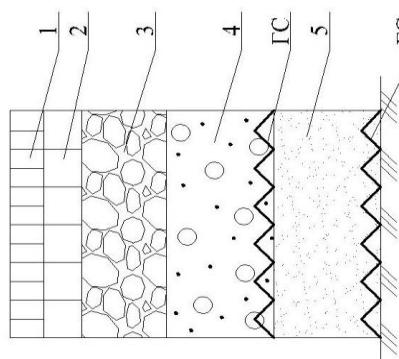


Рис. 2.36. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8,4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, расклинцованный фракционным мелким щебнем	450-500
4	Дополнительный слой основания	Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230
5	Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны									
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7
Нижний слой основания	4	15	15	15	15	15	15	17	17	17	17
Дополнительный слой основания	5	18	18	18	18	18	18	24	24	23	24

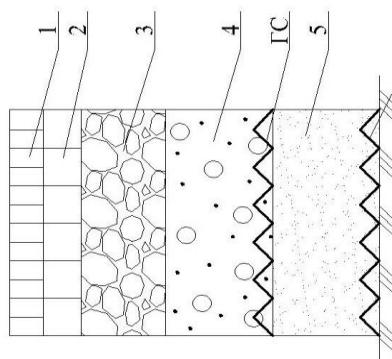
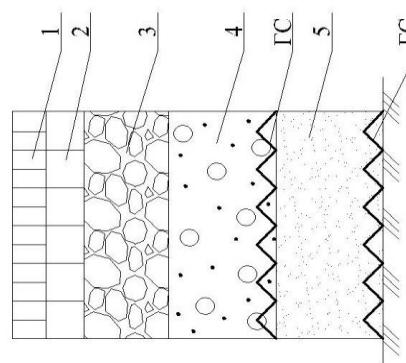


Рис. 2.37. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	310 МПа	Класс расчетной нагрузки	AK-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$8,4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_H$	0,92



Конструкция дорожной одежды				Модуль упругости, МПа
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2		3300-3800
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2		3300-3800
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, расклинцованный фракционным мелким щебнем		450-500
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327		230
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824		120

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны-подзоны								
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя										
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	5	5	5
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	7	7	7
Нижний слой основания	4	13	13	13	13	13	13	15	15	15
Дополнительный слой основания	5	18	19	19	19	19	20	18	24	24

Рис. 2.38. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92								
Конструкция дорожной одежды			Модуль упругости, МПа								
1 Покрытие			Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1								
2			или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2								
3 Основание			Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1								
4			или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2								
5 Дополнительный слой основания			Смеси щебеноно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325 Щебеноно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327								
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая			Песок мелкий по ГОСТ 32824 100 230-240								
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	9	10	9	9	9	9	9	9	9	9
Верхний слой основания	3	18	25	18	18	19	19	20	18	19	18
Нижний слой основания	4	24	33	24	33	28	23	24	33	22	25
Дополнительный слой основания	5	30	35	30	35	30	35	30	35	30	25

Рис. 2.39. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_{nh}$	0,92
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
3	Основание	Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ 325 Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	950
4	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824.	230-240
5		Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая	120

Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны						
	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>
Верхний слой покрытия	1	3	1	3	1	3	1
Нижний слой покрытия	2	9	10	9	9	9	9
Верхний слой основания	3	17	25	17	19	17	25
Нижний слой основания	4	23	33	23	23	21	25
Дополнительный слой основания	5	30	35	30	35	30	35

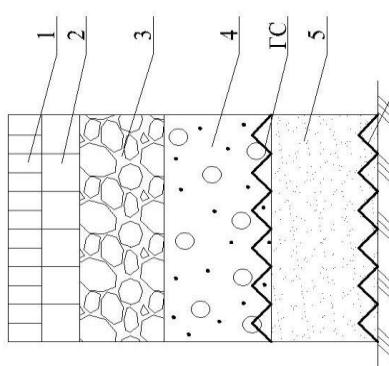
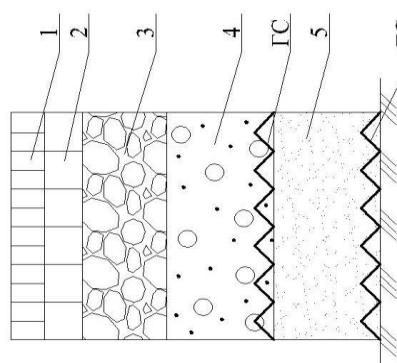


Рис. 2.40. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, расклинцованный фракционным мелким щебнем	450-500								
4	Дополнительный слой основания	Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
5	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100									
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	9	10	10	9	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	27	29	23	25	24	23	25	23	24	25
Нижний слой основания	4	30	34	29	32	30	28	32	29	27	27
Дополнительный слой основания	5	33	35	33	35	33	35	28	30	29	30

Рис. 2.41. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	AK-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_H$	0,92



Конструкция дорожной одежды			Модуль упругости, МПа
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, расклиниванный фракционным мелким щебнем	450-500
4		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32924	120

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя									
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	9	10	10	9	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	26	29	22	25	23	22	25	22	23	24
Нижний слой основания	4	28	34	27	32	32	26	30	31	27	32
Дополнительный слой основания	5	33	35	33	35	33	35	33	35	28	30

Рис. 2.42. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11,5							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$		0,92							
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
3	Основание	Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950								
4	Дополнительный слой основания	Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
5		Песок мелкий по ГОСТ 32824	100								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Верхний слой основания	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Нижний слой основания	4	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Дополнительный слой основания	5	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	25	27	25	27	25	27	25	27	25	23	25

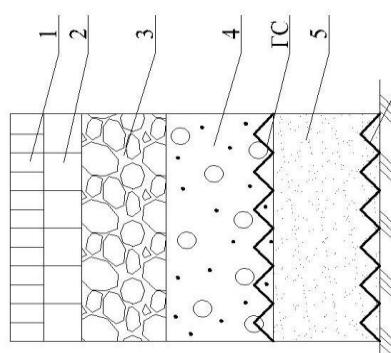


Рис. 2.43. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92								
Конструкция дорожной одежды			Модуль упругости, МПа								
1 Покрытие			Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1								
2			или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2								
3 Основание			Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1								
4			или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2								
5 Дополнительный слой основания			Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульсированными органическими вяжущими по ПНСТ 325								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий			Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий			Песок средний по ГОСТ 32824								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий			230-240								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий			120								
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Номер слоя		$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Наименование слоя конструкции дорожной одежды		Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя									
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Верхний слой основания	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16
Нижний слой основания	4	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Дополнительный слой основания	5	25	27	25	27	25	27	25	23	25	23

Рис. 2.44. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

## Пример 4

## Исходные данные

1. Область проектирования – Астраханская.
2. Дорожно-климатическая зона – V.
3. Тип местности по увлажнению – 1.
4. Номер района проектирования, соответствующий количеству расчетных дней в году – 3.
5. Продольный уклон дороги не превышает 18 %.
6. Характеристика местности (тип рельефа): равнинный.
7. Количество расчетных дней в году,  $T_{РДГ} = 125$ .
8. Тип дорожной одежды – капитальный.
9. Тип нормативной нагрузки А-11,5:
  - а) Нормативная статическая нагрузка на колесо  $P_{cm1} = 57,5$  кН;
  - б) давление на покрытие  $p = 0,8$  МПа;
  - в) диаметр отпечатка при расчете на подвижную (динамическую) нагрузку  $D_D = 34$  см.
10. Заданный уровень надежности  $K_n = 0,98$  (см. табл. 10, [10]).
11. Коэффициенты прочности (см. табл. 11, [10]):
  - а) по допускаемому упругому прогибу,  $K_{np}^{mp} = 1,5$ ;
  - б) по условию сдвигостойчивости и на сопротивление при изгибе,  $K_{np}^{mp} = 1,1$ .
12. Показатель изменения интенсивности движения (приращение интенсивности движения),  $q = 1,02$ .
13. Срок службы дорожной одежды:  $T_{сл} = 24$  года.
14. Тип земляного полотна – насыпь.
15. Грунт земляного полотна – песчаный грунт мелкий.
16. Глубина промерзания грунта рабочего слоя,  $h_{np} = 1,2$  м.
17. Расстояние от низа дорожной одежды до уровня грунтовых вод  $H_{УГВ} = 4,5$  м.
18. Расчетная среднегодовая суточная интенсивность движения транспортных средств на участке автомобильной дороги представлена в табл. 2.18.

Таблица 2.18

Расчетная среднегодовая суточная интенсивность движения транспортных средств на участке автомобильной дороги

Вид транспортного средства	Интенсивность движения, авт./сут.
1. Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	417
2. Двухосные грузовые автомобили	115
3. Трехосные и четырехосные грузовые автомобили	68
4. Четырехосные и пятиосные автопоезда	14
5. Трехосные, четырехосные, пятиосные, шестиосные седельные автопоезда	12
6. Автомобили с семьью и более осями	9
7. Автобусы	10

Приведенную интенсивность движения к воздействию расчетной нагрузки ( $N_p$ ) определяют по (2.3):

$$N_p = 0,55 \cdot (417 \cdot 0,01 + 115 \cdot 0,60 + 68 \cdot 2,49 + 14 \cdot 4,13 + 12 \cdot 6,48 + 9 \cdot 2,15 +) + (10 \cdot 0,75) = 503,36 \approx 504, \text{ авт./сут.}$$

Суммарное расчетное число приложений приведенной расчетной нагрузки ( $N_p$ ) на полосу движения за нормативный межремонтный срок службы проведения работ по капитальному ремонту (см. табл. 2.13), авт/сут., определяется по (2.6), коэффициент суммирования ( $K_c$ ) определяется по (2.7), расчетное число дней в году, зависящее от района проектирования, соответствующее определенному состоянию

деформируемости дорожной конструкции ( $T_{РДГ}$ , дни), определяется по табл. 2.11 и рис. 2.3.

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 504 \cdot \frac{30,42}{1,58} \cdot 125 \cdot 1,49 = 983,96 \approx 984 \text{ , авт.}$$

$$K_c = \frac{1,02^{24} - 1}{1,02 - 1} = 30,42 .$$

Коэффициент перехода к нагрузке 100 кН, определяется по зависимости:

$$K = \left( \frac{115}{100} \right)^4 = 1,75 .$$

Определение суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки 100 кН за срок службы дорожной одежды:

$$\sum N_p = \sum N_p \cdot K = 984 \cdot 1,75 = 1722 \text{ , авт.}$$

Вывод: автомобильная дорога относится к IV технической категории. Автомобильную дорогу четвертой категории относят к обычной автомобильной дороге, пересечение с автомобильными и железными дорогами, примыкание к автомобильным дорогам и прилегающей территории в одном уровне.

При определении (отнесении) автомобильной дороги к той или иной категории, помимо суммарного расчетного числа приложений приведенной расчетной нагрузки ( $N_p$ ) на полосу движения за нормативный межремонтный срок службы проведения работ по капитальному ремонту, необходимо учитывать результаты оценки технического состояния (проводится в порядке, установленном Министерством транспорта Российской Федерации).

Наиболее распространенные современные конструктивные решения нежестких дорожных одежд IV технической категории приведены на рис. 2.45–2.62.

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2.5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG-X-Y по ГОСТ Р 58401.1	3300-3800
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG-X-Y по ГОСТ Р 58401.1	3300-3800
3	Основание	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ 325	950
4		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя			
одежды			
1	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>
2	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>
3	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	III <sub>4</sub>
4	III <sub>5</sub>	III <sub>6</sub>	IV <sub>1</sub>
5	IV <sub>2</sub>	IV <sub>3</sub>	V

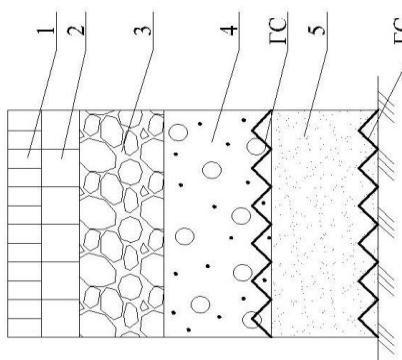


Рис. 2.45. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2.5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9	
Конструкция дорожной одежды				Модуль упругости, МПа
				3300-3800
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПИСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПИСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800	
2		Асфальтобетон по ПИСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПИСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800	
3	Основание	Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПИСТ 325 Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПИСТ 327	950	
4	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	230-240	
5		Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая	120	

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -ползоны							
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	Ш <sub>1</sub>	Ш <sub>2</sub>	Ш <sub>3</sub>
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	14	18	14	16	11	12	16	14
Нижний слой основания	4	20	30	20	25	14	21	25	20
Дополнительный слой основания	5	30	40	30	40	30	40	25	30

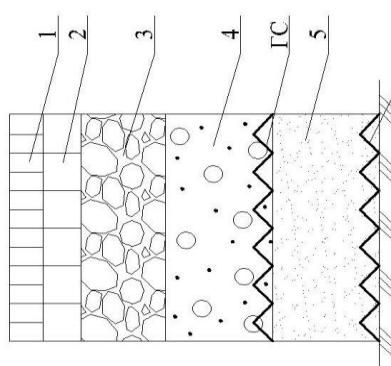


Рис. 2.46. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки			АК-11,5						
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2,5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$			0,9						
Конструкция дорожной одежды											
			Модуль упругости, МПа								
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу зашивки, расклинированный фракционным мелким щебнем	450-500								
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100								
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наменование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	17	21	17	21	13	16	19	17	15	17
Нижний слой основания	4	18	33	21	30	15	25	27	32	21	30
Дополнительный слой основания	5	32	35	30	35	30	35	30	25	30	25

Рис. 2.47. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2,5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
			Модуль упругости, МПа								
			3300-3800								
			3300-3800								
			3300-3800								
			3300-3800								
			450-500								
			230-240								
			120								
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	15	21	17	21	13	16	19	17	15	17
Нижний слой основания	4	18	33	21	30	15	25	27	32	21	30
Дополнительный слой основания	5	35	35	30	35	30	35	30	35	25	30

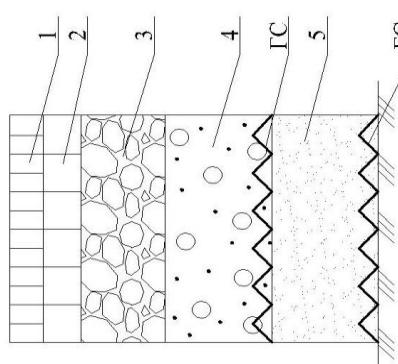


Рис. 2.48. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2.5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800
3	Основание	Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950
4	Дополнительный слой основания	Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	220-230
5	Песок мелкий по ГОСТ 32824	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя конструкции дорожной одежды	$I_3$	$II_1$	$II_2$
	$II_3$	$II_4$	$III$
Верхний слой покрытия	1	3	1
	5	5	5
Нижний слой покрытия	7	7	7
Верхний слой основания	13	13	13
Нижний слой основания	16	16	16
Дополнительный слой основания	20	20	20

Рис. 2.49. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2.5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33.133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33.133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
3	Основание	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульсированными органическими вяжущими по ГОСТ 325	950								
4		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	220-230								
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$I_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	14	14	14	14	14	14	17	17	17	18
Нижний слой основания	4	16	16	16	16	16	16	19	19	19	19
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

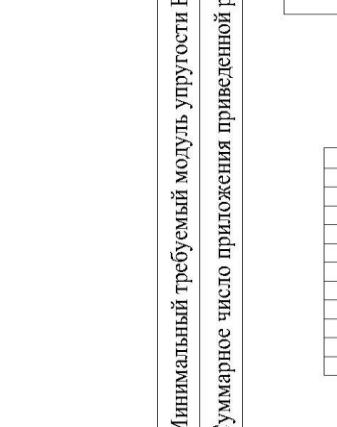
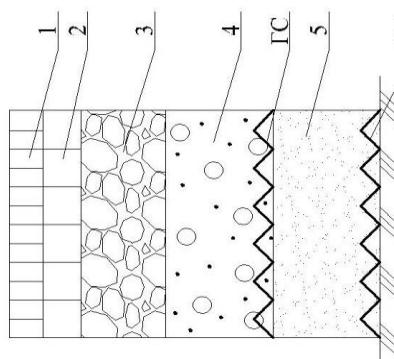


Рис. 2.50. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{\min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2.5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9	
Конструкция дорожной одежды				
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800	Модуль упругости, МПа
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800	
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закинки, раскипированной фракционным мелким щебнем Щебеночно-травянисто-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	450-500	
4	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	230-240	
5		Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий	100	



Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -полозоны							V	
		I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	Ш <sub>1</sub>	Ш <sub>2</sub>	Ш <sub>3</sub>	
Верхний слой покрытия	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	2	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	3	14	14	14	14	14	14	16	16
Нижний слой основания	4	4	16	16	16	16	16	21	21	21
Дополнительный слой основания	5	5	20	20	20	20	20	25	27	27

Рис. 2.51. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2,5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	Модуль упругости, МПа 3300-3800
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, расклинцованный фракционным мелким щебнем Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	450-500
4	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	230-240
5	Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий		120

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны							
		I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	16	16	16	16	16	16	18	18
Нижний слой основания	4	18	18	18	18	18	18	18	20
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	25	25

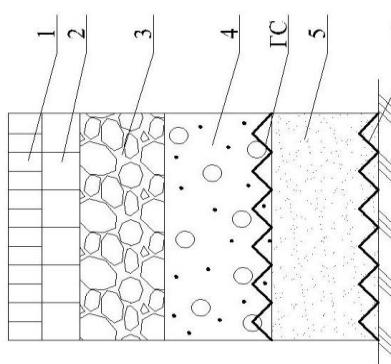


Рис. 2.52. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2.5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
Модуль упругости, МПа											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ 325	950								
4		Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13
Нижний слой основания	4	13	13	13	13	13	13	17	17	17	19
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

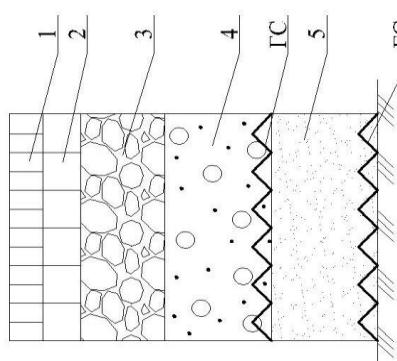


Рис. 2.53. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Смеси щебеночно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950								
4	Дополнительный слой основания	Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
5		Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны - ползонны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	12	12	12	12	12	12	13	13	13	16
Нижний слой основания	4	15	13	15	13	15	14	13	15	17	19
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

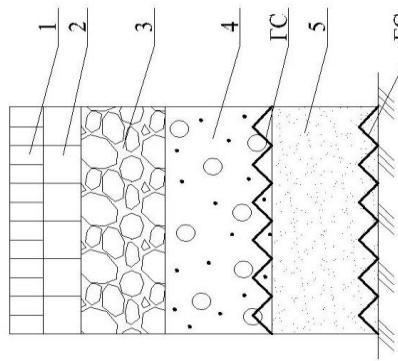


Рис. 2.54. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5										
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2.5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_{nh}$	0,9										
Конструкция дорожной одежды													
			Модуль упругости, МПа										
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800										
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800										
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу засыпки, расклинированный фракционным мелким щебнем	450-500										
4	Дополнительный слой основания	Щебено-травяной-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240										
5		Песок мелкий по ГОСТ 32824	100										
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная													
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны													
Номер слоя		І <sub>3</sub>	ІІ <sub>1</sub>	ІІ <sub>2</sub>	ІІ <sub>3</sub>	ІІ <sub>4</sub>	ІІІ <sub>1</sub>	ІІІ <sub>2</sub>	ІІІ <sub>3</sub>	ІV	V		
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя													
Наименование слоя конструкции дорожной одежды		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Верхний слой покрытия		1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия		2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания		3	12	13	12	13	12	13	14	14	14	17	18
Нижний слой основания		4	16	16	16	15	15	16	16	19	19	19	20
Дополнительный слой основания		5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Рис. 2.55. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	250 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5										
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2.5 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9										
Конструкция дорожной одежды													
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800										
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800										
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, раскипированного фракционным мелким щебнем	450-500										
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 3227	230-240										
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120										
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная													
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны													
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV <sub>1</sub>	IV <sub>2</sub>	V	
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	12	12	12	13	12	12	12	15	15	15	18	19
Нижний слой основания	4	16	16	16	16	16	16	16	19	19	19	20	20
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Рис. 2.56. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1.9 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
Модуль упругости, МПа											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ 325	950								
4		Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100								
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	15	19	15	20	16	16	19	15	20	15
Нижний слой основания	4	21	30	21	30	20	20	27	30	21	24
Дополнительный слой основания	5	30	40	30	40	30	40	25	30	25	30

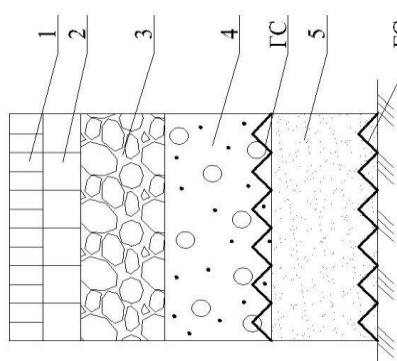


Рис. 2.57. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,9 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
			Модуль упругости, МПа								
			3300-3800								
			3300-3800								
			3300-3800								
			3300-3800								
			950								
			230-240								
			120								
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	15	19	15	20	14	14	19	15	18	13
Нижний слой основания	4	21	30	21	30	16	20	27	30	21	24
Дополнительный слой основания	5	30	40	30	40	30	40	25	30	25	25

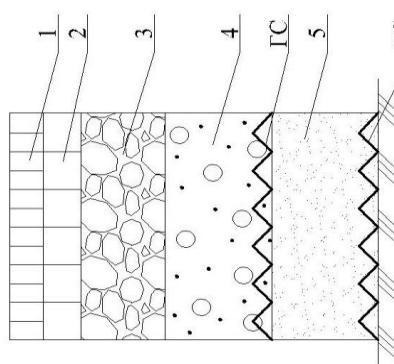


Рис. 2.58. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки					АК-11,5				
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,9 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$					0,9				
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33.133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33.133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закинки, раскипированной фракционным мелким щебнем		450-500							
4	Дополнительный слой основания	Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327		230-240							
5		Песок мелкий по ГОСТ 32824		100							
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Назначение слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	19	22	19	23	18	23	19	21	18	19
Нижний слой основания	4	21	33	21	34	21	23	27	33	21	19
Дополнительный слой основания	5	35	40	35	40	35	40	35	40	30	25

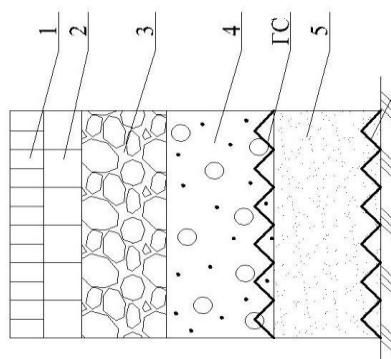


Рис. 2.59. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,9 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу засыпки, расстильцованный фракционным мелким щебнем	450-500								
4	Дополнительный слой основания	Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ГНСТ 327	230-240								
5		Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Нижний слой основания	4	17	22	17	23	16	23	17	23	18	19
Дополнительный слой основания	5	21	33	21	23	27	33	21	33	22	28

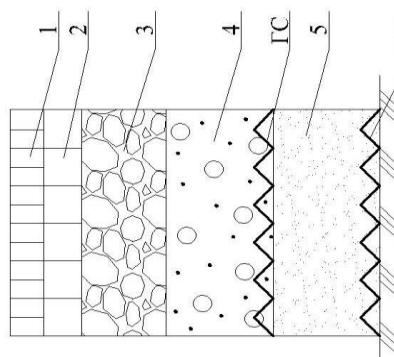


Рис. 2.60. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,9 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9							
Конструкция дорожной одежды										
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800							
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800							
3	Основание	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950							
4		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	220-230							
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100							
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий										
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны										
Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя										
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	13	13	13	13	13	13	13	14	14
Нижний слой основания	4	16	16	16	16	16	16	16	14	14
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20

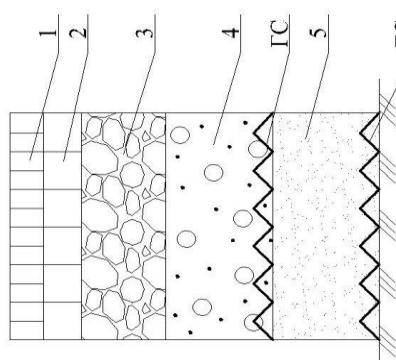


Рис. 2.61. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,9 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
3	Основание	Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ 325	950								
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	220-230								
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	14	14	14	14	14	14	16	16	16	18
Нижний слой основания	4	16	16	16	16	16	16	19	19	19	20
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

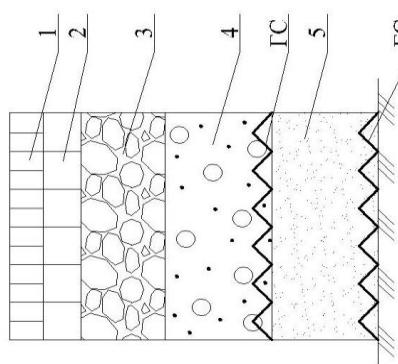


Рис. 2.62. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

**Пример 5****Исходные данные**

1. Область проектирования – Хабаровский край.
2. Дорожно-климатическая зона – I.
3. Тип местности по увлажнению – 3.
4. Номер района проектирования, соответствующий количеству расчетных дней в году – 3.
5. Продольный уклон дороги не превышает 28 %.
6. Характеристика местности (тип рельефа): слабохолмистый.
7. Количество расчетных дней в году,  $T_{РДГ} = 125$ .
8. Тип дорожной одежды – капитальный.
9. Тип нормативной нагрузки А-11,5:
  - а) нормативная статическая нагрузка на колесо,  $P_{cm1} = 57,5$  кН;
  - б) давление на покрытие,  $p = 0,8$  МПа;
  - в) диаметр отпечатка при расчете на подвижную (динамическую) нагрузку,  $D_D = 34$  см.
10. Заданный уровень надежности  $K_n = 0,98$  (см. табл. 10, [10]).
11. Коэффициенты прочности (см. табл. 11, [10]):
  - а) по допускаемому упругому прогибу,  $K_{np}^{mp} = 1,5$ ;
  - б) по условию сдвигостойчивости и на сопротивление при изгибе,  $K_{np}^{mp} = 1,1$ .
12. Показатель изменения интенсивности движения (приращение интенсивности движения),  $q = 1,02$ .
13. Срок службы дорожной одежды:  $T_{сл} = 24$  года.
14. Тип земляного полотна – насыпь.
15. Грунт земляного полотна – супесь легкая песчаная.
16. Глубина промерзания грунта рабочего слоя,  $h_{np} = 2,7$  м.
17. Расстояние от низа дорожной одежды до уровня грунтовых вод  $H_{УГВ} = 2,5$  м.
18. Интенсивность движения транспортных средств на участке автомобильной дороги представлена в табл. 2.19.

Таблица 2.19

Интенсивность движения транспортных средств  
на участке автомобильной дороги

Вид транспортного средства	Интенсивность движения, авт./сут.
1. Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	178
2. Двухосные грузовые автомобили	48
3. Трехосные и четырехосные грузовые автомобили	28
4. Четырехосные и пятиосные автопоезда	5
5. Трехосные, четырехосные, пятиосные, шестиосные седельные автопоезда	5
6. Автомобили с семьью и более осями	4
7. Автобусы	4

Приведенную интенсивность движения к воздействию расчетной нагрузки ( $N_p$ ) определяют по зависимости (2.3):

$$N_p = 0,55 \cdot (178 \cdot 0,01 + 48 \cdot 0,60 + 28 \cdot 2,49 + 5 \cdot 4,13 + 5 \cdot 6,48 + 4 \cdot 2,15 + (4 \cdot 0,75)) = 211,45 \approx 212, \text{ авт./сут.}$$

Суммарное расчетное число приложений приведенной расчетной нагрузки ( $N_p$ ) на полосу движения за нормативный межремонтный срок службы проведения работ по капитальному ремонту (см. табл. 2.13),

авт/сут. определяется по зависимости (2.6), коэффициент суммирования ( $K_c$ ) определяется по зависимости (2.7), расчетное число дней в году, зависящее от района проектирования, соответствующее определенному состоянию деформируемости дорожной конструкции ( $T_{РДГ}$ , дни), определяется по табл. 2.11 и рис. 2.3.

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 212 \cdot \frac{30,42}{1,58} \cdot 125 \cdot 1,49 = 413,33 \approx 414 \text{ , авт.}$$

$$K_c = \frac{1,02^{24} - 1}{1,02 - 1} = 30,42 .$$

Коэффициент перехода к нагрузке 100 кН, определяется по зависимости:

$$K = \left( \frac{115}{100} \right)^4 = 1,75 .$$

Определение суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки 100 кН за срок службы дорожной одежды:

$$\sum N_p = \sum N_p \cdot K = 414 \cdot 1,75 = 724,50 \approx 725 \text{ , авт.}$$

Вывод: автомобильная дорога относится к V технической категории. Как правило, по этим дорогам осуществляются транспортные связи внутри небольших поселений.

При определении (отнесении) автомобильной дороги к той или иной категории, помимо суммарного расчетного числа приложений приведенной расчетной нагрузки ( $N_p$ ) на полосу движения за нормативный межремонтный срок службы проведения работ по капитальному ремонту, необходимо учитывать результаты оценки технического состояния (проводится в порядке, установленном Министерством транспорта Российской Федерации).

Наиболее распространенные современные конструктивные решения нежестких дорожных одежд IV технической категории приведены на рис. 2.63–2.66.

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	150 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-10
Суммарное число приложения приведенный расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,2 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,82
		Конструкция дорожной одежды	Модуль упругости, МПа
		Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	450
	1	Покрытие	
	2	Основание	Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327
	3	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824
			100
		Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая	
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны	
		1	1
		2	3
		3	1
		4	3
		5	1
		6	3
		7	1
		8	3
		9	1
		10	3
		11	1
		12	3
		13	1
		14	3
		15	1
		16	3
		17	1
		18	3
		19	1
		20	3
		21	1
		22	3
		23	1
		24	3
		25	1
		26	3
		27	1
		28	3
		29	1
		30	3
		31	1
		32	3
		33	1
		34	3
		35	1
		36	3
		37	1
		38	3
		39	1
		40	3
		41	1
		42	3
		43	1
		44	3
		45	1
		46	3
		47	1
		48	3
		49	1
		50	3
		51	1
		52	3
		53	1
		54	3
		55	1
		56	3
		57	1
		58	3
		59	1
		60	3
		61	1
		62	3
		63	1
		64	3
		65	1
		66	3
		67	1
		68	3
		69	1
		70	3
		71	1
		72	3
		73	1
		74	3
		75	1
		76	3
		77	1
		78	3
		79	1
		80	3
		81	1
		82	3
		83	1
		84	3
		85	1
		86	3
		87	1
		88	3
		89	1
		90	3
		91	1
		92	3
		93	1
		94	3
		95	1
		96	3
		97	1
		98	3
		99	1
		100	3

Рис. 2.63. Конструкции нежестких дорожных одежд облегченного типа для дорог V категории

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{\min}$	150 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-10
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,2 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,82
Конструкция дорожной одежды			
			Модуль упругости, МПа
1	Покрытие	Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вязулими по ГНСТ 325	450
2	Основание	Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ГНСТ 327	280
3	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Название слоя		Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя
			1 3 1 3 1 3 1 3 1 3 1 3 1 3 1 3 1 3 1 3 1 3
Слой покрытия		1	20 20
Слой основания		2	36 36
Дополнительный слой основания		3	37 38 37 38 37 38 37 38 37 38 37 38 37 38 37 38 37 38 37 38 37 38

Рис. 2.64. Конструкции нежестких дорожных одежд облегченного типа для дорог V категории

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	150 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-10									
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,2 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_h$	0,82									
Конструкция дорожной одежды												
			Модуль упругости, МПа									
			450									
			280									
			100									
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны - подзоны												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя										
		I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V	
		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	
		2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
		3	29	28	29	28	27	29	29	29	29	

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	75 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-10									
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2,0 \cdot 10^4$	Коэффициент надежности $K_h$	0,65									
Конструкция дорожной одежды			Модуль упругости, МПа									
1 Покрытие Крупнообломочные грунты, укрепленные жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 321			450									
2 Основание Песчано-гравийные смеси по ГОСТ 23735			130									
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны - подзоны												
Название слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя										
		$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$	
Слой покрытия		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	
Слой основания		2	31	31	32	33	32	33	30	31	32	

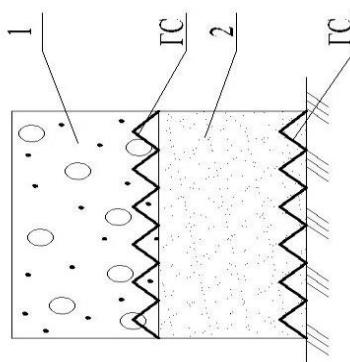


Рис. 2.66. Конструкции нежестких дорожных одежд переходного типа для дорог V категории

Делая заключение по современным конструктивным решениям нежестких дорожных одежд необходимо отметить, что основополагающими являются прочностные показатели. Все прочностные показатели и, в особенности, коэффициент прочности по упругому прогибу, определяющий конструкцию нежесткой дорожной одежды, напрямую зависит от числа приложения нагрузки.

Современная концепция развития наземных путей сообщения (автомобильных и железных дорог) основана на точном прогнозировании и определении суммарного расчетного числа приложений приведенной расчетной нагрузки ( $N_p$ ) на полосу движения за нормативный межремонтный срок службы проведения работ по капитальному ремонту в современных нежестких дорожных одеждах.

Тенденция развития многополярного мира, особенно в России, предполагает все более возрастающее значение развития логистических связей в районах с недостаточной плотностью транспортных связей (наземных, водных, воздушных), в том числе железных дорог и автомобильных дорог общего пользования, что предполагает проектирование и строительство автомобильных дорог с качественными, прочными, современными конструкциями нежестких дорожных одежд.

Для решения поставленной задачи необходимо учитывать максимально возможное число факторов, влияющих на прочностные и транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог.

## *Контрольные вопросы к главе 2*

1. В чем принципиальное отличие современных жестких и нежестких дорожных одежд?
2. Какие конструктивные слои не содержат в своем составе современные нежесткие дорожные одежды?
3. В чем особенность проектирования современных нежестких дорожных одежд в районах с влажным и холодным климатом на участках с неблагоприятными грунтово-гидрологическими условиями?
4. Из каких материалов устраивают современные нежесткие дорожные одежды?
5. Как проектируют современные нежесткие дорожные одежды по ширине проезжей части?
6. Какие показатели лежат в основе классификации типов современных нежестких дорожных одежд и видов покрытий?
7. Что следует понимать под межремонтным сроком службы современных нежестких дорожных одежд?
8. Как классифицируют современные нежесткие дорожные одежды?
9. Из каких конструктивных слоев состоят современные нежесткие дорожные одежды?
10. Как различают конструктивные слои современных нежестких дорожных одежд по функциональному назначению?
11. Что значит слой износа (или защитный слой) современных нежестких дорожных одежд?
12. Для решения каких задач предназначен слой износа (или защитный слой) современных нежестких дорожных одежд?
13. В чем основная сложность конструирования современных нежестких дорожных одежд?
14. Как рекомендуется располагать материалы в конструкции современных нежестких дорожных одежд?
15. Какие основные задачи лежат в основе конструирования современных нежестких дорожных одежд?
16. Какие основные особенности конструирования современных нежестких дорожных одежд?
17. Наиболее распространенным дефектом покрытия автомобильных дорог является...
18. Что зависит от суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки?

## **Заключение**

Основой решения задачи развития Российской Федерации является дальнейшее освоение Северных районов, Дальнего Востока и Сибири. Решение поставленной задачи невозможно без обеспечения современных качественных транспортно-логистических связей и, соответственно, проектирования современных безопасных, комфортных и качественных автомобильных дорог.

Необходимо отметить, что решение задачи безопасных и качественных дорог в Российской Федерации с учетом современных конструктивных решений земляного полотна в насыпи и выемке невозможно без применения современных, высококачественных материалов и технологий при условии постоянного, непрерывного контроля над качеством выполнения технологических процессов строительства автомобильных дорог.

Надежность и долговечность автомобильной дороги обеспечивается технологически грамотно запроектированным и построенным земляным полотном. При этом необходимо учитывать вид и состояние грунтов основания, вид и конструкцию водоотводных устройств, тип укрепления откосов земляного полотна и водоотводов. Основой будет являться комплекс устройств и мероприятий по защите от вредного воздействия природных факторов, обеспечении заданного уровня надежности по прочности, стабильности и устойчивости земляного полотна при минимальных затратах, а также максимальном сохранении ценных земель и наименьшем ущербе природной среде.

Решение задачи качественных и безопасных дорог в Российской Федерации может быть обеспечено только путем надежного, грамотно запроектированного и построенного земляного полотна и современных дорожных одежд. Основной задачей современных нежестких дорожных одежд является перераспределение нагрузки от подвижного состава и обеспечение транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог при целесообразном расположении слоев дорожной одежды, выборе для них материалов, исходя из местных ресурсов и способа организации работ.

Грамотное конструирование современных нежестких дорожных одежд в обязательном порядке основано на выборе вида покрытия; назначение числа конструктивных слоев связано с выбором материалов для них, размещение слоев в конструкции, назначении их ориентировочных толщин – с оценкой прочности конструкции, проверкой на морозоустойчивость и расчетом толщины дренирующего слоя.

Наибольший эффект при проектировании и строительстве современных нежестких дорожных одежд дает использование наилучших технологий и материалов, грунтов, укрепленных стабилизирующими минеральными и комплексными вяжущими. В дополнительных слоях основания современных нежестких дорожных одежд применяют прочные материалы: крупные пески, гравийно-песчаные и гравийные смеси. Применение в современных нежестких дорожных одеждах долговечных конструкций, включающих верхний износостойкий и устойчивый к пластическим деформациям слой, промежуточный высокомодульный и устойчивый к пластическим деформациям слой, нижний, устойчивый к усталостному разрушению слой, что позволяет повысить срок эксплуатации при снижении затрат на повышение основных транспортно-эксплуатационных показателей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 34.13330-2012. Свод правил. Автомобильные дороги. Введен 01.07.2013. М. : Стандартинформ, 2013. 99 с.
2. «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» : Федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ. М. : Союздорпроект, 2023.
3. Справочная энциклопедия дорожника V том. Проектирование автомобильных дорог ; под ред. Г. А. Федотова и П. И. Поспелова. М. : Информавтодор, 2007, 668 с.
4. Булдаков С. И. Особенности проектирования автомобильных дорог : учебное пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп. Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. 271 с.
5. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. Введен 01.01.2013. М. : Стандартинформ, 2013. 25 с.
6. Геотехнические свойства грунтов: учебно-методическое пособие / П. А. Фонарев [и др.] ; под ред. П. А. Фонарева. М. : МАДИ, 2017. 56 с.
7. ОДМ 218.2.095-2019. ОДМ Методические рекомендации по проектированию земляного полотна на вечной мерзлоте с использованием местных грунтов. М. : Росавтодор, 2021. 63 с.
8. Типовые материалы для проектирования 503-0-48.87 «Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования». М. : Союздорпроект, 1987. 56 с.
9. Типовые материалы для проектирования 503-0-49м.87 «Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования в зоне вечной мерзлоты». М. : Союздорпроект, 1987. 23 с.
10. ПНСТ 542-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования. Введен 01.06.2021. М. : Стандартинформ, 2021. 151 с.
11. ГОСТ Р 70396-2022. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси теплые асфальтобетонные и асфальтобетон. Общие технические условия. Введен 01.01.2023. М. : Стандартинформ, 2022. 16 с.
12. ГОСТ Р 58401.1-2019. Дороги автомобильные общего пользования смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования. Введен 01.06.2019. М. : Стандартинформ, 2019. 20 с.

13. ГОСТ Р 58406.2–2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси горячие асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. Введен 01.06.2020. М. : Стандартинформ, 2020. 30 с.
14. ГОСТ Р 58401.2–2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебено-мастичные. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования. Введен 01.06.2019. М. : Стандартинформ, 2020. 16 с.
15. ГОСТ Р 58406.1–2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебено-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. Введен 01.06.2020. М. : Стандартинформ, 2020. 36 с.
16. ГОСТ 25607–2009. Смеси щебено-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Введен 01.01.2009. М. : Стандартинформ, 2018. 14 с.
17. ГОСТ 30491–2012. Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Введен 01.11.2013. М. : Стандартинформ, 2020. 18 с.
18. ГОСТ Р 58861–2020. Дороги автомобильные общего пользования. Капитальный ремонт и ремонт. Планирование межремонтных сроков. Введен 01.08.2020. М. : Стандартинформ, 2020. 19 с.
19. ГОСТ 9128–2013. Смеси асфальтобетонные полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Введен 01.11.2014. М. : Стандартинформ, 2020. 30 с.
20. ГОСТ Р 59120–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда. Общие требования. Введен 01.05.2021. М. : Стандартинформ, 2021. 23 с.
21. ГОСТ Р 50597–2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. Введен 05.03.2021. М. : Стандартинформ, 2021. 31 с.
22. ГОСТ Р 58422.1–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Защитные слои и слои износа дорожных одежд. Технические требования. Введен 01.09.2021. М. : Стандартинформ, 2021. 27 с.
23. ГОСТ Р 56338–2015. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования нижних слоев основания дорожной одежды. Технические требования. Введен 01.06.2015. М. : Стандартинформ, 2021. 11 с.

24. ГОСТ Р 56419–2015. Дороги автомобильные общего пользования. Технические требования. Материалы геосинтетические для разделения слоев дорожной одежды из минеральных материалов. Введен 01.08.2015. М. : Стандартинформ, 2019. 8 с.
25. ГОСТ 32824–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Песок природный. Технические требования. Введен 01.07.2015. М. : Стандартинформ, 2019. 12 с.
26. ГОСТ Р 52056–2003. Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Введен 01.01.2004. М. : Стандартинформ, 2004. 8 с.
27. ГОСТ 33133. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования. Введен 01.10.2015. М. : Стандартинформ, 2015.12 с.
28. ПНСТ 390–2020. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Типовые конструкции. Введен 01.03.2020. М. : Стандартинформ, 2020. 189 с.

## Приложение 1

## Схема дорожно-климатических зон



Рис. 1. Дорожно-климатические зоны и подзоны Российской Федерации:

— границы дорожно-климатических зон; ··· границы дорожно-климатических подзон

*Примечания:*

1. Кубань и западную часть Северного Кавказа следует относить к III ДКЗ, Крым к IV ДКЗ.
2. При проектировании участков дорог в приграничных зонах при обосновании данных о грунтово-гидрологических и почвенных условиях, а также исходя из практики эксплуатации дорог в районе, допускается принимать проектные решения как для смежной (северной или южной) зоны.
3. В горных районах дорожно-климатические зоны следует определять с учетом высотного расположения объектов проектирования, принимая во внимание природные условия на данной высоте.

## Приложение 2

### Геометрические размеры основных элементов земляного полотна

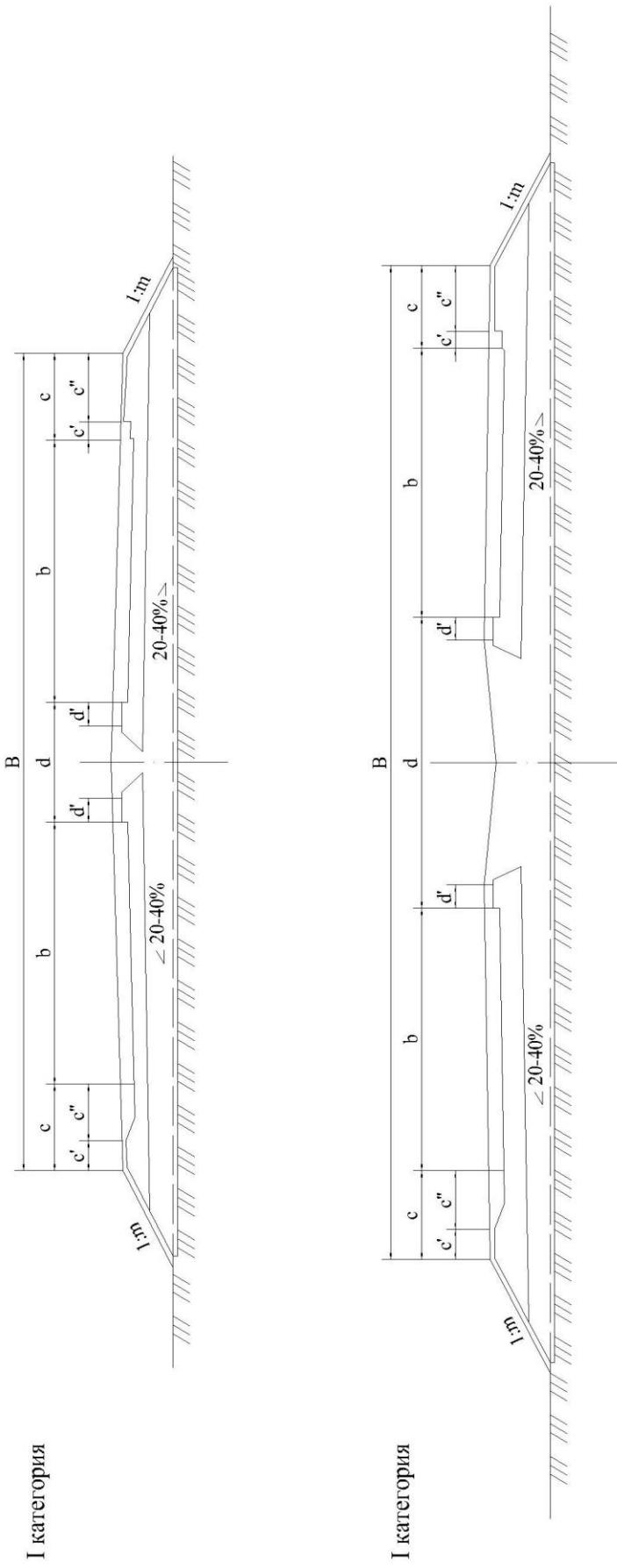


Рис. 1. Геометрические размеры основных элементов земляного полотна I категории:  
 В – ширина земляного полотна (с учетом дорожной одежды, в зависимости от кат. дор. СП 34.13330);  
 b – ширина полосы движения; с – полная ширина обочины;  
 с' – ширина укрепленной части обочины;  
 с'' – прочие виды укреплений; d – ширина центральной разделительной полосы;  
 d' – ширина краевой полосы у разделительной полосы

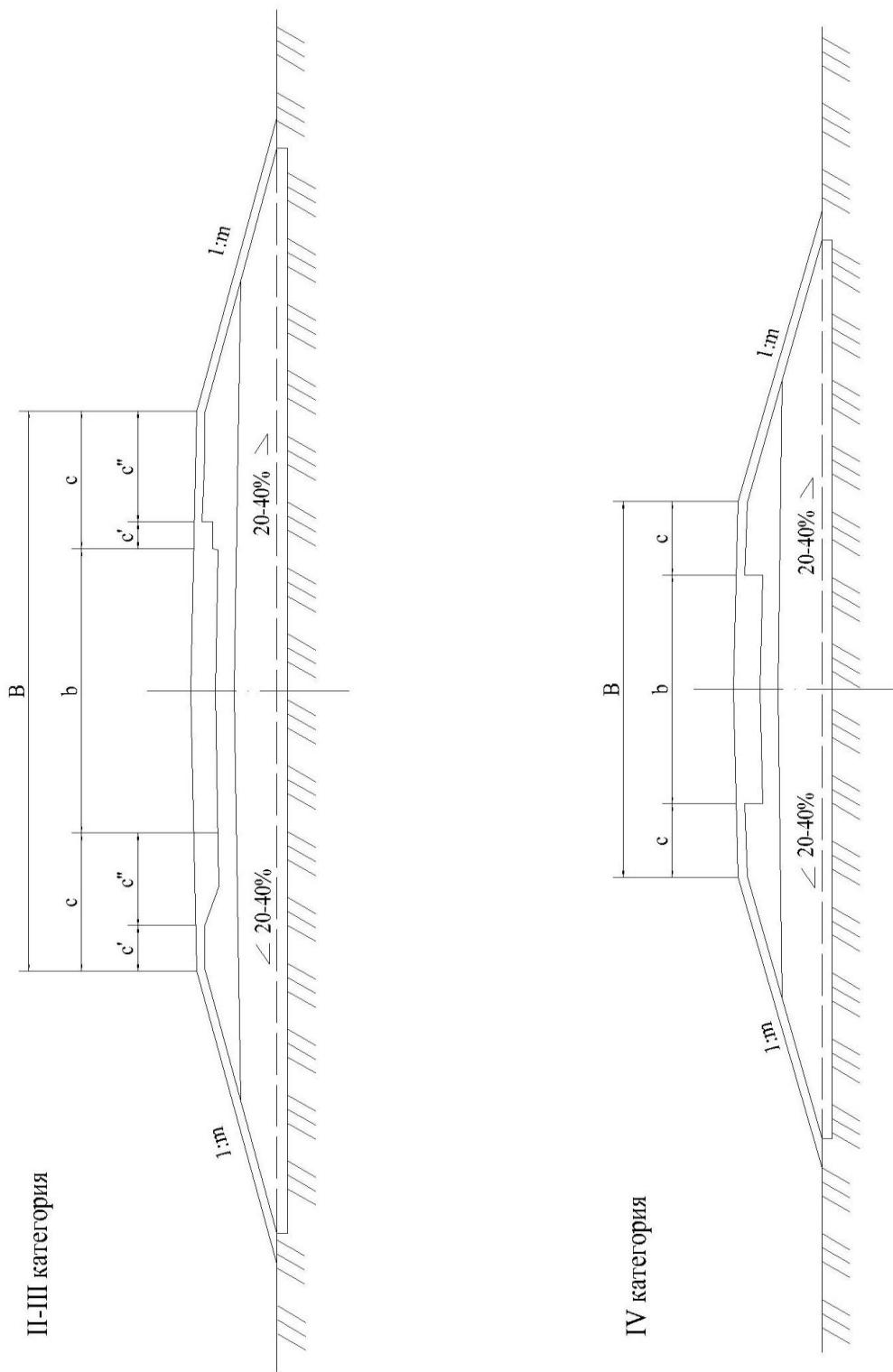


Рис. 2. Геометрические размеры основных элементов земляного полотна II–IV категорий

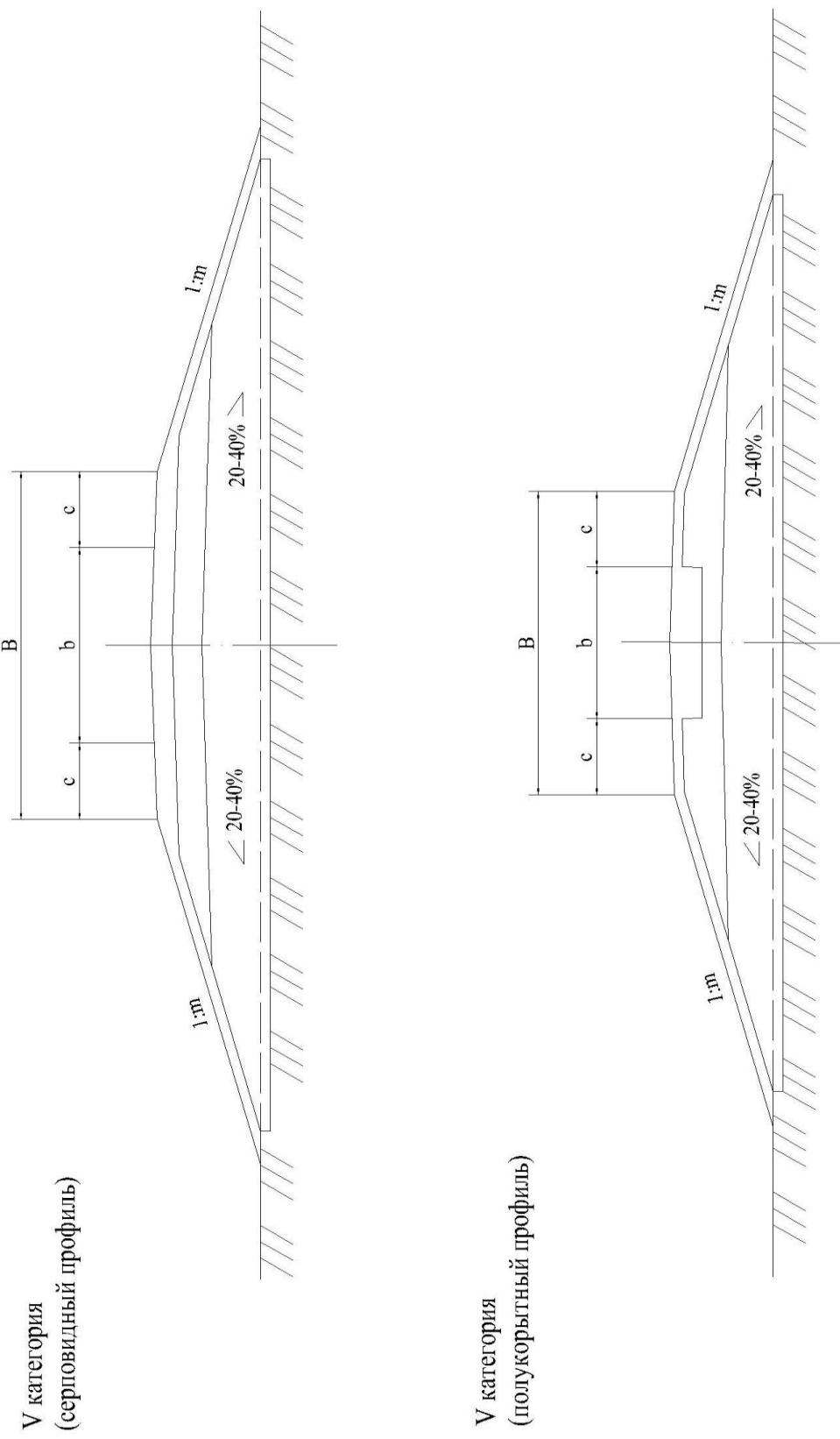


Рис. 3. Геометрические размеры основных элементов земляного полотна V категории

### Приложение 3

#### Современные конструкции нежестких дорожных одежд I категории ( $\Sigma Np > 10$ млн.)

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$		330 МПа		Класс расчетной нагрузки		AK-11,5	
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$		1,3·10 <sup>6</sup>		Коэффициент надежности $K_n$		0,98	
Конструкция дорожной одежды							
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ X-Y по ГОСТ Р 4900					
2		SMA по ГОСТ 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2					
3		Asfaltbeton по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056					
4		Asfaltbeton по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2					
5	Основание	Asfaltbeton по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056					
6		Asfaltbeton по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2					
7		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, расклинированный фракционным мелким щебнем					
8		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327					
9		Песок средний по ГОСТ 32824					
10		Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий					
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны							
Наименование слоя конструкции дорожной одежды		Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	III <sub>4</sub>
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	7	7	7	7	7	7
Средний слой основания	4	21	21	21	21	21	21
Нижний слой основания	5	23	23	23	23	23	23
Дополнительный слой основания	6	25	25	25	25	25	25

Рис. 1. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов

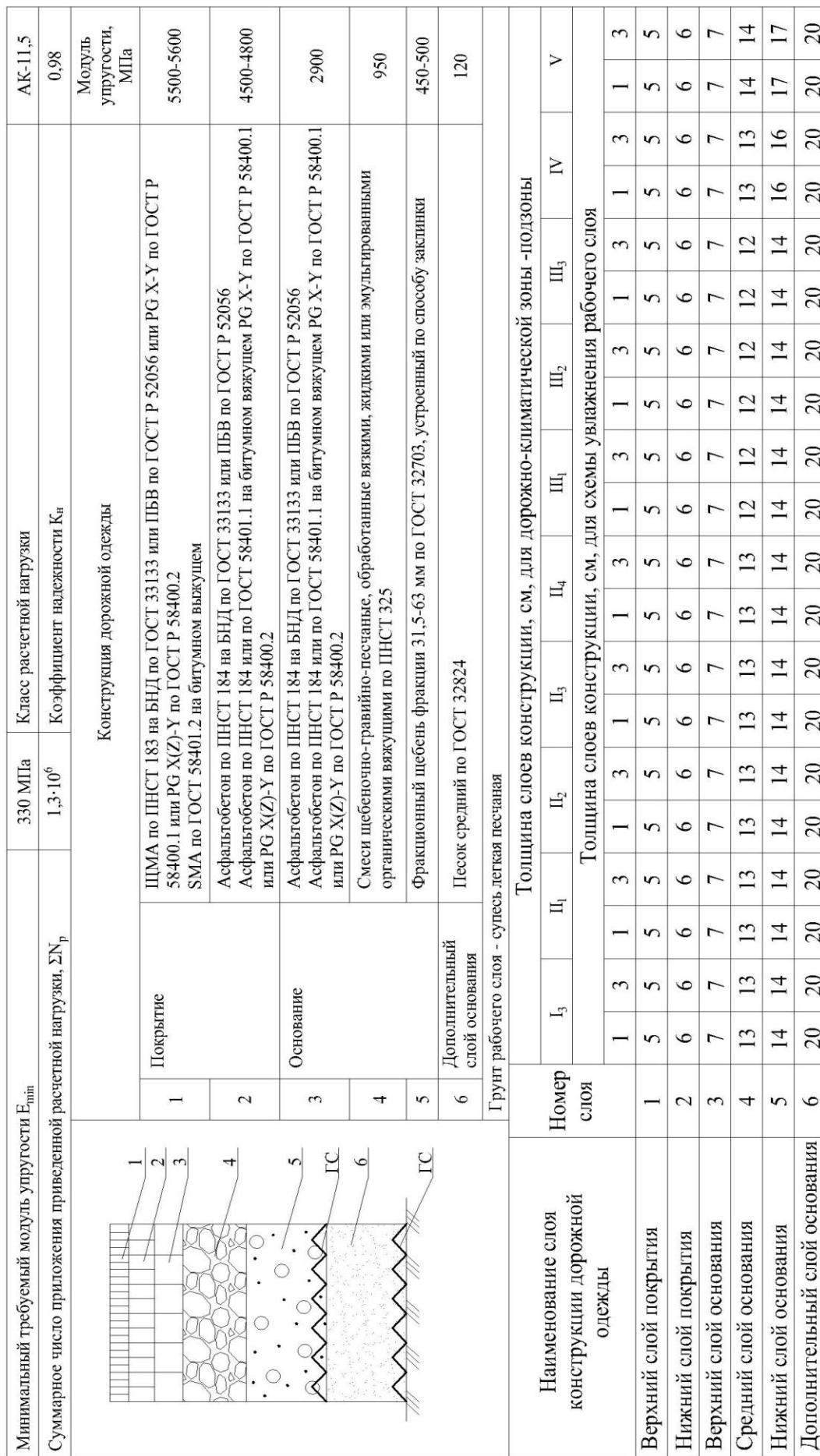


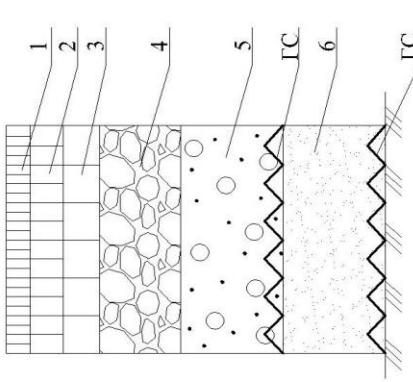
Рис. 2. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	330 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,3 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,98
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(З)-У по ГОСТ Р 58400.2	5500-5600
2		СМА по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	
3		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(З)-У по ГОСТ Р 58400.2	4500-4800
5	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	
6		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(З)-У по ГОСТ Р 58400.2	2900
		Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные неорганическим вяжущим, соответствующие марке 60 по ПНСТ 326	950
		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу засыпки	450-500
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя			
Наименование слоя конструкции дорожной одежды			
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя			
	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>
	1	3	1
Верхний слой покрытия	1	5	5
Нижний слой покрытия	2	6	6
Верхний слой основания	3	7	7
Средний слой основания	4	13	14
Нижний слой основания	5	15	15
Дополнительный слой основания	6	20	20

Рис. 3. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	330 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5									
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,3 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,98									
Конструкция дорожной одежды												
1	Покрытие	ЦМА по ГОСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	4900									
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056										
		Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300									
3	Основание	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056										
4		Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.2	2100									
5		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу засыпки, расклинированный фракционным мелким щебнем	450-500									
6	Дополнительный слой основания	Щебено-травяно-песчаные смеси для основания по ГНСТ 327	230-240									
		Песок средний по ГОСТ 32824	120									
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$I_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$	$V$
		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя												
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Средний слой основания	4	20	21	20	21	20	21	18	19	20	18	19
Нижний слой основания	5	24	23	24	23	24	23	23	22	23	22	22
Дополнительный слой основания	6	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Рис. 4. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов

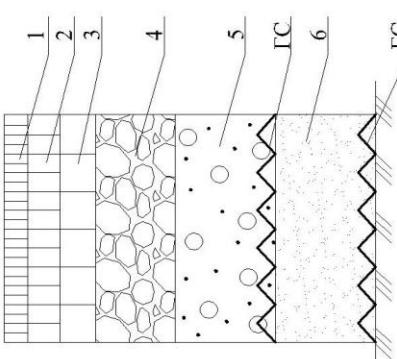


Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	16	16	16	16	16	16	15	15	15	15
Средний слой основания	4	25	25	25	25	25	25	18	18	18	18
Нижний слой основания	5	35	39	35	38	35	38	35	23	24	22
Дополнительный слой основания	6	43	45	43	45	40	45	43	45	27	30
Толщина слоев конструкции, см, для сухой пылеватой											
Минимальный требуемый модуль упругости E <sub>min</sub>		550 МПа		Класс расчетной нагрузки							АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, ΣN <sub>p</sub>		1,1·10 <sup>8</sup>		Коэффициент надежности K <sub>n</sub>							0,98
Модуль упругости, МПа											
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2									4900
2		СМА по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем									
3		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056									3300
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2									
5	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056									
6		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2									
		Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325									
		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу засыпки									
7	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824									
		Грунт рабочего слоя - суглиник тяжелый пылеватый, суглиник легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая									
		120									

Рис. 5. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

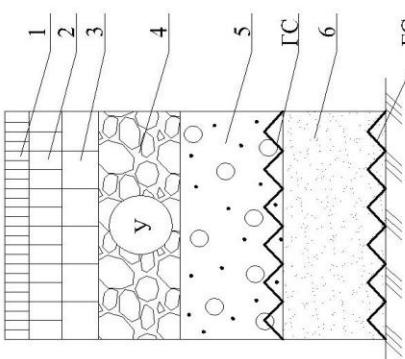
Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	550 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^8$	Коэффициент надежности $K_u$	0,98							
Конструкция дорожной одежды										
1	Покрытие	ЦМА по ГОСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(2)-У по ГОСТ Р 58400.2	5500-5600							
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056								
3		Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(2)-У по ГОСТ Р 58400.2	4500-4800							
4	Основание	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056								
5		Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(2)-У по ГОСТ Р 58400.2	2900							
6		Смеси щебено-травянисто-песчаные, обработанные неорганическим вяжущим, соответствующие марке 60 по ГОСТ 326	800							
		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закинки	450-500							
		Песок средний по ГОСТ 32824	120							
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая										
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -полозоны										
Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя									
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	16	16	16	16	16	16	15	15	15
Средний слой основания	4	29	30	29	30	29	30	18	18	20
Нижний слой основания	5	39	39	38	39	38	39	26	29	22
Дополнительный слой основания	6	40	45	40	45	42	45	40	28	30

Рис. 6. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими



Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	16	16	16	16	16	16	15	15	15	15
Средний слой основания	4	20	20	20	20	20	20	16	16	16	16
Нижний слой основания	5	36	36	36	36	36	36	17	17	17	17
Дополнительный слой основания	6	37	40	37	40	37	40	20	20	20	20

Рис. 7. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими



Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	16	16	16	16	16	16	15	15	15	15
Средний слой основания	4	23	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Нижний слой основания	5	37	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Дополнительный слой основания	6	37	40	36	40	36	40	36	40	20	20

Рис. 8. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	550 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^8$	Коэффициент надежности $K_h$	0,98								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	ЩМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 5500-5600									
2		SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем									
3		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056									
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	4500-4800								
5	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056									
6		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	2900								
7		Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950								
8		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закинки	450-500								
9	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$I_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Нижний слой покрытия	3	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15
	4	24	24	24	24	24	24	18	18	18	18
Верхний слой основания	5	34	37	34	37	34	35	34	37	21	22
	6	35	40	35	40	35	40	35	40	23	25
Средний слой основания	7	37	34	37	34	35	34	37	21	22	20
	8	40	45	40	45	40	45	40	45	45	45
Нижний слой основания	9	40	45	40	45	40	45	40	45	45	45
	10	45	50	45	50	45	50	45	50	50	50
Дополнительный слой основания	11	45	50	45	50	45	50	45	50	50	50
	12	50	55	50	55	50	55	50	55	55	55

Рис. 9. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

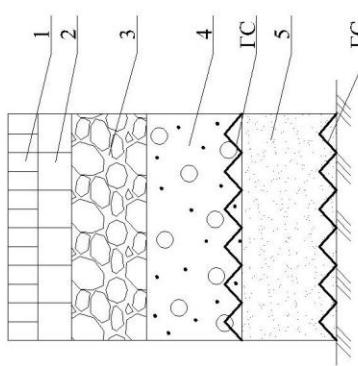
Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	550 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5												
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,1 \cdot 10^8$	Коэффициент надежности $K_n$	0,98												
Конструкция дорожной одежды															
1	Покрытие	ЩМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ X-Y по ГОСТ Р 5500-5600	5500-5600												
2		СМА по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем													
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	4500-4800												
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	2900												
5	Дополнительный слой основания	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные неорганическим вяжущим, соответствующие марке 60 по ПНСТ 326 Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу засыпки	800												
6	Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая	Песок средний по ГОСТ 32824	450-500												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны															
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
		$I_3$	$I_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$				
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя															
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15	15
Средний слой основания	4	28	28	28	28	28	28	28	28	18	18	19	19	18	18
Нижний слой основания	5	36	37	36	37	36	37	36	37	24	25	23	24	25	23
Дополнительный слой основания	6	37	40	37	40	37	40	37	40	25	25	25	25	25	25

Рис. 10. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог I категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими

## Приложение 4

### Современные конструкции нежестких дорожных одежд II категории ( $\Sigma N_p$ от 5 до 10 млн)

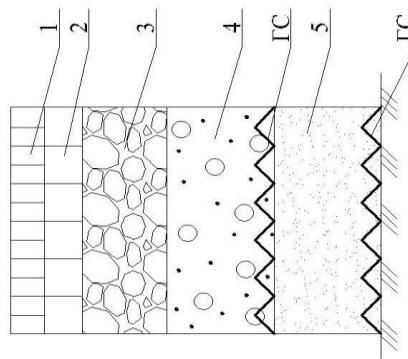
Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	9,4·10 <sup>6</sup>	Коэффициент надежности $K_n$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЩМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(З)-У по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000
2		СМА из бетона по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х(З)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
4		Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вязушими по ПНСТ 325	
5	Дополнительный слой основания	Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	950
		Песок мелкий по ГОСТ 32824	230-240
		Грунт рабочего слоя - супесь легкая глинистая	100



Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны									
		I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV <sub>1</sub>	IV <sub>2</sub>
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Нижний слой основания	4	23	24	22	24	24	23	23	24	22	22
Дополнительный слой основания	5	25	30	25	30	27	30	25	23	25	23

Рис. 1. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вязушими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	AK-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_H$	0,95



Конструкция дорожной одежды		Модуль упругости, МПа
1	Покрытие	ЦПМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2 SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2
3	Основание	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульсированными органическими вяжущими по ПНСТ 325
4		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны									
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	Ш <sub>1</sub>	Ш <sub>2</sub>	Ш <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Нижний слой основания	4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Дополнительный слой основания	5	14	21	22	20	22	21	22	19	20	20

Рис. 2. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	9,4·10 <sup>6</sup>	Коэффициент надежности $K_n$	0,95								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	ШМА по ГОСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2 SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	4900-5000								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закипки, раскипнованный фракционным мелким щебнем	450-500								
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Нижний слой основания	4	27	28	28	27	28	28	25	27	25	25
Дополнительный слой основания	5	28	30	28	30	28	30	27	28	26	27

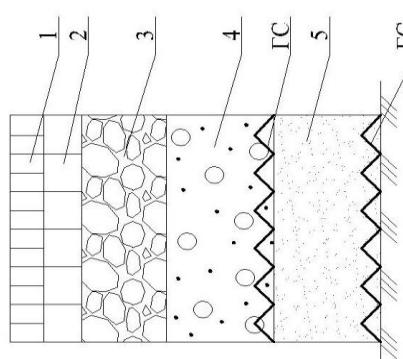


Рис. 3. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_{eff}$	0,95								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	ШИМА по ГОСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2 SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном выжелем	Модуль упругости, МПа 4900-5000								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном выжелем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу засыпки, раскипированый фракционным мелким щебнем	450-500								
4		Щебеночно-травяно-песчаные смеси для основания по ГНСТ 327	230-240								
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Название слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Нижний слой основания	4	24	25	24	24	24	25	25	25	25	25
Дополнительный слой основания	5	25	27	25	27	25	27	25	27	25	25

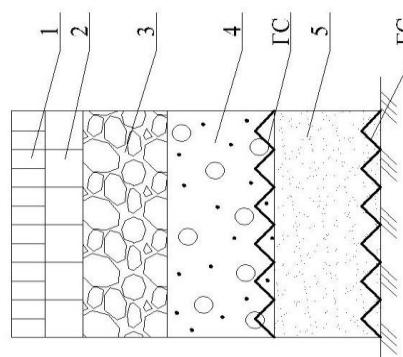
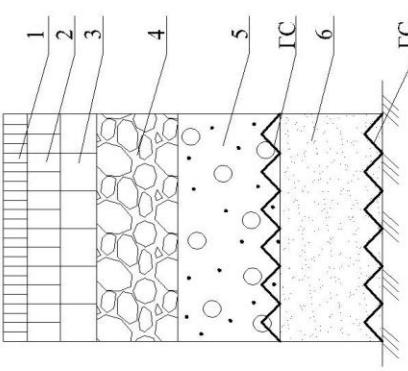
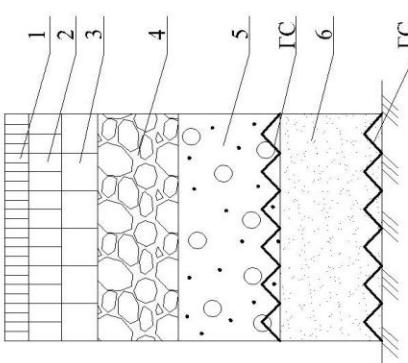


Рис. 4. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из неукрепленных материалов



Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$		430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$		$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95								
Модуль упругости, МПа												
Конструкция дорожной одежды												
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Ζ)-У по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000									
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056										
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Ζ)-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800									
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056										
5	Дополнительный слой основания	Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(Ζ)-У по ГОСТ Р 58400.2	2100-2900									
6		Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950									
		Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327										
		Песок мелкий по ГОСТ 32824										
		Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая										
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды		Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя												
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Средний слой основания	4	22	24	22	23	23	24	22	23	15	21	15
Нижний слой основания	5	30	30	30	28	29	30	30	17	22	17	14
Дополнительный слой основания	6	32	35	32	35	30	30	35	25	30	25	30

Рис. 5. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими



Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Средний слой основания	4	21	23	21	22	21	22	21	20	14	13
Нижний слой основания	5	30	30	30	28	30	30	30	17	26	18
Дополнительный слой основания	6	30	35	30	35	30	35	30	25	30	20

Рис. 6. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	450 МПа	Класс расчетной нагрузки					АК-11,5			
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95				Модуль упругости, МПа			
Конструкция дорожной одежды										
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2					4900-5000			
2		SMA по ГОСТ 58400.2 на битумном вяжущем								
3		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056								
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2					3300-3800			
5	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056								
6		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.2								
		Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные неорганическим вяжущим, соответствующие марке 60 по ПНСТ 326								
		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327								
6	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824					230-240			
		Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая					100			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны										
Наименование слоя конструкции дорожной одежды		Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя								
Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Средний слой основания	4	25	26	25	25	26	25	25	22	14
Нижний слой основания	5	29	31	29	29	31	29	23	26	18
Дополнительный слой основания	6	30	35	30	35	30	35	25	30	20

Рис. 7. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки										
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_h$										
Конструкция дорожной одежды												
1	Покрытие	ЩМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000	АК-11,5								
2		Смесь щебеноно-травянико-песчаные, обработанные неорганическим вяжущим, соответствующие марке 60 по ПНСТ 326	800	0,95								
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800	Модуль упругости, МПа								
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	2100-2900									
5	Дополнительный слой основания	Смесь щебеноно-травянико-песчаные, обработанные неорганическим вяжущим, соответствующие марке 60 по ПНСТ 326	800									
6		Песок средний по ГОСТ 32824	120									
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$I_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$	$V$
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя												
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Средний слой основания	4	23	24	23	23	24	23	23	19	21	14	17
Нижний слой основания	5	30	33	30	33	28	33	30	33	24	27	18
Дополнительный слой основания	6	31	35	31	35	30	35	31	35	25	30	25

Рис. 8. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_h$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЦМА по ПИСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000
2		СМА по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	
3	Основание	Асфальтобетон по ПИСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПИСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
4		Асфальтобетон по ПИСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПИСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	2100-2900
5	Дополнительный слой основания	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 раскипнованный фракционным мелким щебнем	450-500
6		Шебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПИСТ 327	230-240
		Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая	100
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Наименование слоя конструкции дорожной одежды			
Номер слоя			
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя			
	$I_3$	$II_1$	$II_2$
	$II_3$	$II_4$	$III_1$
	$III_2$	$III_3$	$IV$
	$IV_1$	$IV_2$	$V$
Верхний слой покрытия	1	5	5
Нижний слой покрытия	2	9	9
Верхний слой основания	3	10	10
Средний слой основания	4	24	24
Нижний слой основания	5	29	32
Дополнительный слой основания	6	30	35

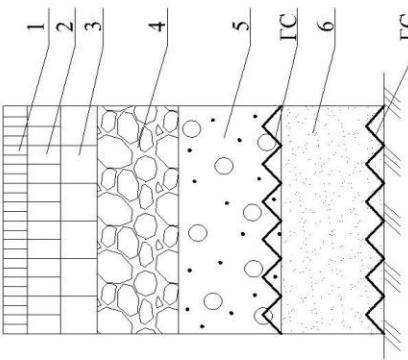
Рис. 9. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X-Y по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000
2		SMA по ГОСТ 58401.2 на битумном вяжущем	
3		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	3300-3800
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	
5	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	3300-3800
6		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	
		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закинки, расклинированный фракционным мелким щебнем	450-500
		Щебено-травяно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240
6	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя			
Наименование слоя конструкции дорожной одежды			
Номер слоя			
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя			
1			
Верхний слой покрытия	1	3	3
Нижний слой покрытия	2	5	5
Верхний слой основания	3	9	9
Средний слой основания	4	22	22
Нижний слой основания	5	29	32
Дополнительный слой основания	6	30	35

Рис. 10. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_h$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000
2		Смесь щебено-травянисто-песчаная, обработанная вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 3225	950
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	3300-3800
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	2100-2900
5	Дополнительный слой основания	Смесь щебено-травянисто-песчаная, обработанная вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 3225	230-240
6		Щебено-травянисто-песчаные смеси для основания по ПНСТ 3227	100
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя			
Наименование слоя конструкции дорожной одежды			
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя			
I <sub>3</sub>			
I <sub>1</sub>			
II <sub>2</sub>			
II <sub>3</sub>			
III <sub>1</sub>			
III <sub>2</sub>			
III <sub>3</sub>			
IV			
V			
Верхний слой покрытия	1	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7
Верхний слой основания	3	9	9
Средний слой основания	4	28	28
Нижний слой основания	5	28	30
Дополнительный слой основания	6	30	35

Рис. 11. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

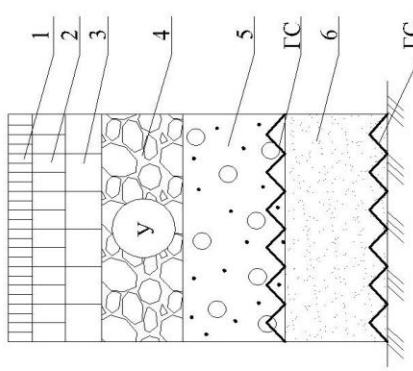


Наименование слоя		Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -ползонны									
Номер слоя	Наименование слоя конструкции дорожной одежды	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Средний слой основания	4	25	25	21	21	21	17	17	17	17	18
Нижний слой основания	5	29	30	29	30	29	30	29	30	23	19
Дополнительный слой основания	6	30	35	30	35	30	35	30	35	30	25

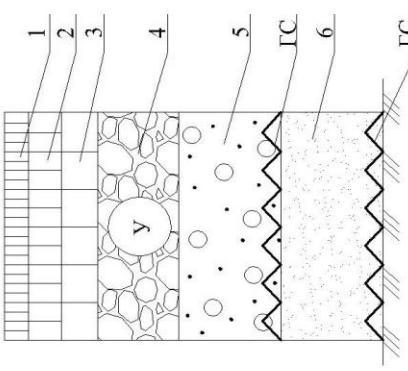
Конструкция дорожной одежды											
Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$											
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$											
Модуль упругости, МПа											
АК-11,5											
0,95											
Класс расчетной нагрузки											
9,4·10 <sup>6</sup>											
Коэффициент надежности $K_n$											
Модуль упругости, МПа											

Рис. 12. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими



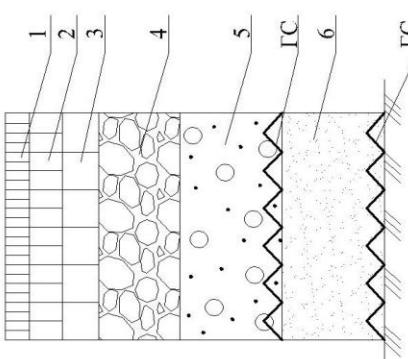
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Средний слой основания	4	27	27	24	25	25	26	24	25	21	21
Нижний слой основания	5	28	29	29	33	33	29	29	33	23	23
Дополнительный слой основания	6	30	35	30	35	30	35	30	35	24	25

Рис. 13. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими



Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	Ш <sub>1</sub>	Ш <sub>2</sub>	Ш <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8
Средний слой основания	4	24	24	24	24	24	18	18	18	18	18
Нижний слой основания	5	27	29	27	29	27	25	25	25	24	24
Дополнительный слой основания	6	28	30	28	30	28	30	27	30	24	24

Рис. 14. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими

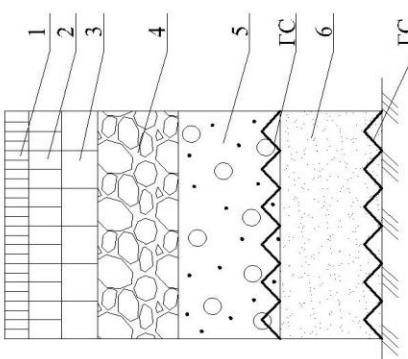


Наименование слоя конструкции дорожной одежды		Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны									
Номер слоя	І <sub>3</sub>	ІІ <sub>1</sub>	ІІ <sub>2</sub>	ІІ <sub>3</sub>	ІІ <sub>4</sub>	ІІІ <sub>1</sub>	ІІІ <sub>2</sub>	ІІІ <sub>3</sub>	ІV	V	
Верхний слой покрытия	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7
Верхний слой основания	3	11	11	11	11	11	11	9	9	9	9
Средний слой основания	4	19	19	19	19	19	19	18	18	18	18
Нижний слой основания	5	26	28	26	28	26	28	23	24	21	23
Дополнительный слой основания	6	29	30	29	30	29	30	25	27	22	25

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9.4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_b$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х-У по ГОСТ Р 4900-5000	
2		SMA по ГОСТ 58400.2 на битумном выжелем	
3	Основание	Асфальтобетон по ГНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ Х(2)-У по ГОСТ Р 58400.2	
4		Асфальтобетон по ГНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056	
5		Асфальтобетон по ГНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(2)-У по ГОСТ Р 58400.2	
6	Дополнительный слой основания	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, раскипчиванный фракционным мелким щебнем	
		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	
		Песок мелкий по ГОСТ 32824	
		Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий	100

Рис. 15. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов



Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя
Верхний слой покрытия	1	3
Нижний слой покрытия	2	8
Верхний слой основания	3	10
Средний слой основания	4	23
Нижний слой основания	5	27
Дополнительный слой основания	6	28

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37
Покрытие	1	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	430 МПа	Класс расчетной нагрузки
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$		$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$
Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$																					
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$																					
Модуль упругости, МПа																					

Рис. 16. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	9,4·10 <sup>6</sup>	Коэффициент надежности $K_n$	0,95
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	ЦМА по ПНСТ 183 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	4900-5000
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	2100-2900
4		Смеси щебеноно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950
5	Дополнительный слой основания	Щебеноно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240
6	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя			
Наименование слоя конструкции дорожной одежды			
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя			
Номер слоя			
1			
Верхний слой покрытия	1	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7
Верхний слой основания	3	9	9
Средний слой основания	4	26	27
Нижний слой основания	5	28	29
Дополнительный слой основания	6	29	30

Рис. 17. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог II категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

Diagram illustrating the cross-section of a road structure, showing the following layers from top to bottom:

1. Покрытие (Layer 1)
2. Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2
3. Основание
4. Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или РГ X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2
5. Дополнительный слой основания
6. Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая
- ГС (Geosynthetics) - reinforcement layer

Technical data for the structure:

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,95
Модуль упругости, МПа			

Конструкция дорожной одежды

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны
Покрытие	I <sub>3</sub>	1
Покрытие	II <sub>1</sub>	3
Покрытие	II <sub>2</sub>	5
Покрытие	II <sub>3</sub>	5
Покрытие	II <sub>4</sub>	5
Покрытие	III <sub>1</sub>	3
Покрытие	III <sub>2</sub>	7
Покрытие	III <sub>3</sub>	7
Покрытие	III <sub>4</sub>	7
Покрытие	IV <sub>1</sub>	3
Покрытие	IV <sub>2</sub>	9
Покрытие	IV <sub>3</sub>	9
Покрытие	IV <sub>4</sub>	9
Покрытие	IV <sub>5</sub>	9
Покрытие	IV <sub>6</sub>	9
Покрытие	IV <sub>7</sub>	9
Покрытие	IV <sub>8</sub>	9
Покрытие	IV <sub>9</sub>	9
Покрытие	IV <sub>10</sub>	9
Покрытие	IV <sub>11</sub>	9
Покрытие	IV <sub>12</sub>	9
Покрытие	IV <sub>13</sub>	9
Покрытие	IV <sub>14</sub>	9
Покрытие	IV <sub>15</sub>	9
Покрытие	IV <sub>16</sub>	9
Покрытие	IV <sub>17</sub>	9
Покрытие	IV <sub>18</sub>	9
Покрытие	IV <sub>19</sub>	9
Покрытие	IV <sub>20</sub>	9
Покрытие	IV <sub>21</sub>	9
Покрытие	IV <sub>22</sub>	9
Покрытие	IV <sub>23</sub>	9
Покрытие	IV <sub>24</sub>	9
Покрытие	IV <sub>25</sub>	9
Покрытие	IV <sub>26</sub>	9
Покрытие	IV <sub>27</sub>	9
Покрытие	IV <sub>28</sub>	9
Покрытие	IV <sub>29</sub>	9
Покрытие	IV <sub>30</sub>	9
Покрытие	IV <sub>31</sub>	9
Покрытие	IV <sub>32</sub>	9
Покрытие	IV <sub>33</sub>	9
Покрытие	IV <sub>34</sub>	9
Покрытие	IV <sub>35</sub>	9
Покрытие	IV <sub>36</sub>	9
Покрытие	IV <sub>37</sub>	9
Покрытие	IV <sub>38</sub>	9
Покрытие	IV <sub>39</sub>	9
Покрытие	IV <sub>40</sub>	9
Покрытие	IV <sub>41</sub>	9
Покрытие	IV <sub>42</sub>	9
Покрытие	IV <sub>43</sub>	9
Покрытие	IV <sub>44</sub>	9
Покрытие	IV <sub>45</sub>	9
Покрытие	IV <sub>46</sub>	9
Покрытие	IV <sub>47</sub>	9
Покрытие	IV <sub>48</sub>	9
Покрытие	IV <sub>49</sub>	9
Покрытие	IV <sub>50</sub>	9
Покрытие	IV <sub>51</sub>	9
Покрытие	IV <sub>52</sub>	9
Покрытие	IV <sub>53</sub>	9
Покрытие	IV <sub>54</sub>	9
Покрытие	IV <sub>55</sub>	9
Покрытие	IV <sub>56</sub>	9
Покрытие	IV <sub>57</sub>	9
Покрытие	IV <sub>58</sub>	9
Покрытие	IV <sub>59</sub>	9
Покрытие	IV <sub>60</sub>	9
Покрытие	IV <sub>61</sub>	9
Покрытие	IV <sub>62</sub>	9
Покрытие	IV <sub>63</sub>	9
Покрытие	IV <sub>64</sub>	9
Покрытие	IV <sub>65</sub>	9
Покрытие	IV <sub>66</sub>	9
Покрытие	IV <sub>67</sub>	9
Покрытие	IV <sub>68</sub>	9
Покрытие	IV <sub>69</sub>	9
Покрытие	IV <sub>70</sub>	9
Покрытие	IV <sub>71</sub>	9
Покрытие	IV <sub>72</sub>	9
Покрытие	IV <sub>73</sub>	9
Покрытие	IV <sub>74</sub>	9
Покрытие	IV <sub>75</sub>	9
Покрытие	IV <sub>76</sub>	9
Покрытие	IV <sub>77</sub>	9
Покрытие	IV <sub>78</sub>	9
Покрытие	IV <sub>79</sub>	9
Покрытие	IV <sub>80</sub>	9
Покрытие	IV <sub>81</sub>	9
Покрытие	IV <sub>82</sub>	9
Покрытие	IV <sub>83</sub>	9
Покрытие	IV <sub>84</sub>	9
Покрытие	IV <sub>85</sub>	9
Покрытие	IV <sub>86</sub>	9
Покрытие	IV <sub>87</sub>	9
Покрытие	IV <sub>88</sub>	9
Покрытие	IV <sub>89</sub>	9
Покрытие	IV <sub>90</sub>	9
Покрытие	IV <sub>91</sub>	9
Покрытие	IV <sub>92</sub>	9
Покрытие	IV <sub>93</sub>	9
Покрытие	IV <sub>94</sub>	9
Покрытие	IV <sub>95</sub>	9
Покрытие	IV <sub>96</sub>	9
Покрытие	IV <sub>97</sub>	9
Покрытие	IV <sub>98</sub>	9
Покрытие	IV <sub>99</sub>	9
Покрытие	IV <sub>100</sub>	9
Покрытие	IV <sub>101</sub>	9
Покрытие	IV <sub>102</sub>	9
Покрытие	IV <sub>103</sub>	9
Покрытие	IV <sub>104</sub>	9
Покрытие	IV <sub>105</sub>	9
Покрытие	IV <sub>106</sub>	9
Покрытие	IV <sub>107</sub>	9
Покрытие	IV <sub>108</sub>	9
Покрытие	IV <sub>109</sub>	9
Покрытие	IV <sub>110</sub>	9
Покрытие	IV <sub>111</sub>	9
Покрытие	IV <sub>112</sub>	9
Покрытие	IV <sub>113</sub>	9
Покрытие	IV <sub>114</sub>	9
Покрытие	IV <sub>115</sub>	9
Покрытие	IV <sub>116</sub>	9
Покрытие	IV <sub>117</sub>	9
Покрытие	IV <sub>118</sub>	9
Покрытие	IV <sub>119</sub>	9
Покрытие	IV <sub>120</sub>	9
Покрытие	IV <sub>121</sub>	9
Покрытие	IV <sub>122</sub>	9
Покрытие	IV <sub>123</sub>	9
Покрытие	IV <sub>124</sub>	9
Покрытие	IV <sub>125</sub>	9
Покрытие	IV <sub>126</sub>	9
Покрытие	IV <sub>127</sub>	9
Покрытие	IV <sub>128</sub>	9
Покрытие	IV <sub>129</sub>	9
Покрытие	IV <sub>130</sub>	9
Покрытие	IV <sub>131</sub>	9
Покрытие	IV <sub>132</sub>	9
Покрытие	IV <sub>133</sub>	9
Покрытие	IV <sub>134</sub>	9
Покрытие	IV <sub>135</sub>	9
Покрытие	IV <sub>136</sub>	9
Покрытие	IV <sub>137</sub>	9
Покрытие	IV <sub>138</sub>	9
Покрытие	IV <sub>139</sub>	9
Покрытие	IV <sub>140</sub>	9
Покрытие	IV <sub>141</sub>	9
Покрытие	IV <sub>142</sub>	9
Покрытие	IV <sub>143</sub>	9
Покрытие	IV <sub>144</sub>	9
Покрытие	IV <sub>145</sub>	9
Покрытие	IV <sub>146</sub>	9
Покрытие	IV <sub>147</sub>	9
Покрытие	IV <sub>148</sub>	9
Покрытие	IV <sub>149</sub>	9
Покрытие	IV <sub>150</sub>	9
Покрытие	IV <sub>151</sub>	9
Покрытие	IV <sub>152</sub>	9
Покрытие	IV <sub>153</sub>	9
Покрытие	IV <sub>154</sub>	9
Покрытие	IV <sub>155</sub>	9
Покрытие	IV <sub>156</sub>	9
Покрытие	IV <sub>157</sub>	9
Покрытие	IV <sub>158</sub>	9
Покрытие	IV <sub>159</sub>	9
Покрытие	IV <sub>160</sub>	9
Покрытие	IV <sub>161</sub>	9
Покрытие	IV <sub>162</sub>	9
Покрытие	IV <sub>163</sub>	9
Покрытие	IV <sub>164</sub>	9
Покрытие	IV <sub>165</sub>	9
Покрытие	IV <sub>166</sub>	9
Покрытие	IV <sub>167</sub>	9
Покрытие	IV <sub>168</sub>	9
Покрытие	IV <sub>169</sub>	9
Покрытие	IV <sub>170</sub>	9
Покрытие	IV <sub>171</sub>	9
Покрытие	IV <sub>172</sub>	9
Покрытие	IV <sub>173</sub>	9
Покрытие	IV <sub>174</sub>	9
Покрытие	IV <sub>175</sub>	9
Покрытие	IV <sub>176</sub>	9
Покрытие	IV <sub>177</sub>	9
Покрытие	IV <sub>178</sub>	9
Покрытие	IV <sub>179</sub>	9
Покрытие	IV <sub>180</sub>	9
Покрытие	IV <sub>181</sub>	9
Покрытие	IV <sub>182</sub>	9
Покрытие	IV <sub>183</sub>	9
Покрытие	IV <sub>184</sub>	9
Покрытие	IV <sub>185</sub>	9
Покрытие	IV <sub>186</sub>	9
Покрытие	IV <sub>187</sub>	9
Покрытие	IV <sub>188</sub>	9
Покрытие	IV <sub>189</sub>	9
Покрытие	IV <sub>190</sub>	9
Покрытие	IV <sub>191</sub>	9
Покрытие	IV <sub>192</sub>	9
Покрытие	IV <sub>193</sub>	9
Покрытие	IV <sub>194</sub>	9
Покрытие	IV <sub>195</sub>	9
Покрытие	IV <sub>196</sub>	9
Покрытие	IV <sub>197</sub>	9
Покрытие	IV <sub>198</sub>	9
Покрытие	IV <sub>199</sub>	9
Покрытие	IV <sub>200</sub>	9
Покрытие	IV <sub>201</sub>	9
Покрытие	IV <sub>202</sub>	9
Покрытие	IV <sub>203</sub>	9
Покрытие	IV <sub>204</sub>	9
Покрытие	IV <sub>205</sub>	9
Покрытие	IV <sub>206</sub>	9
Покрытие	IV <sub>207</sub>	9
Покрытие	IV <sub>208</sub>	9
Покрытие	IV <sub>209</sub>	9
Покрытие	IV <sub>210</sub>	9
Покрытие	IV <sub>211</sub>	9
Покрытие	IV <sub>212</sub>	9
Покрытие	IV <sub>213</sub>	9
Покрытие	IV <sub>214</sub>	9
Покрытие	IV <sub>215</sub>	9
Покрытие	IV <sub>216</sub>	9
Покрытие	IV <sub>217</sub>	9
Покрытие	IV <sub>218</sub>	9
Покрытие	IV <sub>219</sub>	9
Покрытие	IV <sub>220</sub>	9
Покрытие	IV <sub>221</sub>	9
Покрытие	IV <sub>222</sub>	9
Покрытие	IV <sub>223</sub>	9
Покрытие	IV <sub>224</sub>	9
Покрытие	IV <sub>225</sub>	9
Покрытие	IV <sub>226</sub>	9
Покрытие	IV <sub>227</sub>	9
Покрытие	IV <sub>228</sub>	9
Покрытие	IV <sub>229</sub>	9
Покрытие	IV <sub>230</sub>	9
Покрытие	IV <sub>231</sub>	9
Покрытие	IV <sub>232</sub>	9
Покрытие	IV <sub>233</sub>	9
Покрытие	IV <sub>234</sub>	9
Покрытие	IV <sub>235</sub>	9
Покрытие	IV <sub>236</sub>	9
Покрытие	IV <sub>237</sub>	9
Покрытие	IV <sub>238</sub>	9
Покрытие	IV <sub>239</sub>	9
Покрытие	IV <sub>240</sub>	9
Покрытие	IV <sub>241</sub>	9
Покрытие	IV <sub>242</sub>	9
Покрытие	IV <sub>243</sub>	9
Покрытие	IV <sub>244</sub>	9
Покрытие	IV <sub>245</sub>	9
Покрытие	IV <sub>246</sub>	9
Покрытие	IV <sub>247</sub>	9
Покрытие	IV <sub>248</sub>	9
Покрытие	IV <sub>249</sub>	9
Покрытие	IV <sub>250</sub>	9
Покрытие	IV <sub>251</sub>	9
Покрытие	IV <sub>252</sub>	9
Покрытие	IV <sub>253</sub>	9
Покрытие	IV <sub>254</sub>	9
Покрытие	IV <sub>255</sub>	9
Покрытие	IV <sub>256</sub>	9
Покрытие	IV <sub>257</sub>	9
Покрытие	IV <sub>258</sub>	9
Покрытие	IV <sub>259</sub>	9
Покрытие	IV <sub>260</sub>	9
Покрытие	IV <sub>261</sub>	9
Покрытие	IV <sub>262</sub>	9
Покрытие	IV <sub>263</sub>	9
Покрытие	IV <sub>264</sub>	9
Покрытие	IV <sub>265</sub>	9
Покрытие	IV <sub>266</sub>	9
Покрытие	IV <sub>267</sub>	9
Покрытие	IV <sub>268</sub>	9
Покрытие	IV <sub>269</sub>	9
Покрытие	IV <sub>270</sub>	9
Покрытие	IV <sub>271</sub>	9
Покрытие	IV <sub>272</sub>	9
Покрытие	IV <sub>273</sub>	9
Покрытие	IV <sub>274</sub>	9
Покрытие	IV <sub>275</sub>	9
Покрытие	IV <sub>276</sub>	9
Покрытие	IV <sub>277</sub>	9
Покрытие	IV <sub>278</sub>	9
Покрытие	IV <sub>279</sub>	9
Покрытие	IV <sub>280</sub>	9
Покрытие	IV <sub>281</sub>	9
Покрытие	IV <sub>282</sub>	9
Покрытие	IV <sub>283</sub>	9
Покрытие	IV <sub>284</sub>	9
Покрытие	IV <sub>285</sub>	9
Покрытие	IV <sub>286</sub>	9
Покрытие	IV <sub>287</sub>	9
Покрытие	IV <sub>288</sub>	9
Покрытие	IV <sub>289</sub>	9
Покрытие	IV <sub>290</sub>	9
Покрытие	IV <sub>291</sub>	9
Покрытие	IV <sub>292</sub>	9
Покрытие	IV <sub>293</sub>	9
Покрытие	IV <sub>294</sub>	9
Покрытие	IV <sub>295</sub>	9
Покрытие</td		

## Приложение 5

### Современные конструкции нежестких дорожных одежд III категории ( $\Sigma N_p$ от 1 до 5 МН)

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Конструкция дорожной одежды																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Модуль упругости, МПа																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1 Покрытие																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
3 Основание		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закинки, раскипированной фракционным мелким щебнем																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	450-500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
5 Дополнительный слой основания		Песок мелкий по ГОСТ 32824	230-240																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_7$	$\Pi_8$	$\Pi_9$	$\Pi_{10}$	$\Pi_{11}$	$\Pi_{12}$	$\Pi_{13}$	$\Pi_{14}$	$\Pi_{15}$	$\Pi_{16}$	$\Pi_{17}$	$\Pi_{18}$	$\Pi_{19}$	$\Pi_{20}$	$\Pi_{21}$	$\Pi_{22}$	$\Pi_{23}$	$\Pi_{24}$	$\Pi_{25}$	$\Pi_{26}$	$\Pi_{27}$	$\Pi_{28}$	$\Pi_{29}$	$\Pi_{30}$	$\Pi_{31}$	$\Pi_{32}$	$\Pi_{33}$	$\Pi_{34}$	$\Pi_{35}$	$\Pi_{36}$	$\Pi_{37}$	$\Pi_{38}$	$\Pi_{39}$	$\Pi_{40}$	$\Pi_{41}$	$\Pi_{42}$	$\Pi_{43}$	$\Pi_{44}$	$\Pi_{45}$	$\Pi_{46}$	$\Pi_{47}$	$\Pi_{48}$	$\Pi_{49}$	$\Pi_{50}$	$\Pi_{51}$	$\Pi_{52}$	$\Pi_{53}$	$\Pi_{54}$	$\Pi_{55}$	$\Pi_{56}$	$\Pi_{57}$	$\Pi_{58}$	$\Pi_{59}$	$\Pi_{60}$	$\Pi_{61}$	$\Pi_{62}$	$\Pi_{63}$	$\Pi_{64}$	$\Pi_{65}$	$\Pi_{66}$	$\Pi_{67}$	$\Pi_{68}$	$\Pi_{69}$	$\Pi_{70}$	$\Pi_{71}$	$\Pi_{72}$	$\Pi_{73}$	$\Pi_{74}$	$\Pi_{75}$	$\Pi_{76}$	$\Pi_{77}$	$\Pi_{78}$	$\Pi_{79}$	$\Pi_{80}$	$\Pi_{81}$	$\Pi_{82}$	$\Pi_{83}$	$\Pi_{84}$	$\Pi_{85}$	$\Pi_{86}$	$\Pi_{87}$	$\Pi_{88}$	$\Pi_{89}$	$\Pi_{90}$	$\Pi_{91}$	$\Pi_{92}$	$\Pi_{93}$	$\Pi_{94}$	$\Pi_{95}$	$\Pi_{96}$	$\Pi_{97}$	$\Pi_{98}$	$\Pi_{99}$	$\Pi_{100}$	$\Pi_{101}$	$\Pi_{102}$	$\Pi_{103}$	$\Pi_{104}$	$\Pi_{105}$	$\Pi_{106}$	$\Pi_{107}$	$\Pi_{108}$	$\Pi_{109}$	$\Pi_{110}$	$\Pi_{111}$	$\Pi_{112}$	$\Pi_{113}$	$\Pi_{114}$	$\Pi_{115}$	$\Pi_{116}$	$\Pi_{117}$	$\Pi_{118}$	$\Pi_{119}$	$\Pi_{120}$	$\Pi_{121}$	$\Pi_{122}$	$\Pi_{123}$	$\Pi_{124}$	$\Pi_{125}$	$\Pi_{126}$	$\Pi_{127}$	$\Pi_{128}$	$\Pi_{129}$	$\Pi_{130}$	$\Pi_{131}$	$\Pi_{132}$	$\Pi_{133}$	$\Pi_{134}$	$\Pi_{135}$	$\Pi_{136}$	$\Pi_{137}$	$\Pi_{138}$	$\Pi_{139}$	$\Pi_{140}$	$\Pi_{141}$	$\Pi_{142}$	$\Pi_{143}$	$\Pi_{144}$	$\Pi_{145}$	$\Pi_{146}$	$\Pi_{147}$	$\Pi_{148}$	$\Pi_{149}$	$\Pi_{150}$	$\Pi_{151}$	$\Pi_{152}$	$\Pi_{153}$	$\Pi_{154}$	$\Pi_{155}$	$\Pi_{156}$	$\Pi_{157}$	$\Pi_{158}$	$\Pi_{159}$	$\Pi_{160}$	$\Pi_{161}$	$\Pi_{162}$	$\Pi_{163}$	$\Pi_{164}$	$\Pi_{165}$	$\Pi_{166}$	$\Pi_{167}$	$\Pi_{168}$	$\Pi_{169}$	$\Pi_{170}$	$\Pi_{171}$	$\Pi_{172}$	$\Pi_{173}$	$\Pi_{174}$	$\Pi_{175}$	$\Pi_{176}$	$\Pi_{177}$	$\Pi_{178}$	$\Pi_{179}$	$\Pi_{180}$	$\Pi_{181}$	$\Pi_{182}$	$\Pi_{183}$	$\Pi_{184}$	$\Pi_{185}$	$\Pi_{186}$	$\Pi_{187}$	$\Pi_{188}$	$\Pi_{189}$	$\Pi_{190}$	$\Pi_{191}$	$\Pi_{192}$	$\Pi_{193}$	$\Pi_{194}$	$\Pi_{195}$	$\Pi_{196}$	$\Pi_{197}$	$\Pi_{198}$	$\Pi_{199}$	$\Pi_{200}$	$\Pi_{201}$	$\Pi_{202}$	$\Pi_{203}$	$\Pi_{204}$	$\Pi_{205}$	$\Pi_{206}$	$\Pi_{207}$	$\Pi_{208}$	$\Pi_{209}$	$\Pi_{210}$	$\Pi_{211}$	$\Pi_{212}$	$\Pi_{213}$	$\Pi_{214}$	$\Pi_{215}$	$\Pi_{216}$	$\Pi_{217}$	$\Pi_{218}$	$\Pi_{219}$	$\Pi_{220}$	$\Pi_{221}$	$\Pi_{222}$	$\Pi_{223}$	$\Pi_{224}$	$\Pi_{225}$	$\Pi_{226}$	$\Pi_{227}$	$\Pi_{228}$	$\Pi_{229}$	$\Pi_{230}$	$\Pi_{231}$	$\Pi_{232}$	$\Pi_{233}$	$\Pi_{234}$	$\Pi_{235}$	$\Pi_{236}$	$\Pi_{237}$	$\Pi_{238}$	$\Pi_{239}$	$\Pi_{240}$	$\Pi_{241}$	$\Pi_{242}$	$\Pi_{243}$	$\Pi_{244}$	$\Pi_{245}$	$\Pi_{246}$	$\Pi_{247}$	$\Pi_{248}$	$\Pi_{249}$	$\Pi_{250}$	$\Pi_{251}$	$\Pi_{252}$	$\Pi_{253}$	$\Pi_{254}$	$\Pi_{255}$	$\Pi_{256}$	$\Pi_{257}$	$\Pi_{258}$	$\Pi_{259}$	$\Pi_{260}$	$\Pi_{261}$	$\Pi_{262}$	$\Pi_{263}$	$\Pi_{264}$	$\Pi_{265}$	$\Pi_{266}$	$\Pi_{267}$	$\Pi_{268}$	$\Pi_{269}$	$\Pi_{270}$	$\Pi_{271}$	$\Pi_{272}$	$\Pi_{273}$	$\Pi_{274}$	$\Pi_{275}$	$\Pi_{276}$	$\Pi_{277}$	$\Pi_{278}$	$\Pi_{279}$	$\Pi_{280}$	$\Pi_{281}$	$\Pi_{282}$	$\Pi_{283}$	$\Pi_{284}$	$\Pi_{285}$	$\Pi_{286}$	$\Pi_{287}$	$\Pi_{288}$	$\Pi_{289}$	$\Pi_{290}$	$\Pi_{291}$	$\Pi_{292}$	$\Pi_{293}$	$\Pi_{294}$	$\Pi_{295}$	$\Pi_{296}$	$\Pi_{297}$	$\Pi_{298}$	$\Pi_{299}$	$\Pi_{300}$	$\Pi_{301}$	$\Pi_{302}$	$\Pi_{303}$	$\Pi_{304}$	$\Pi_{305}$	$\Pi_{306}$	$\Pi_{307}$	$\Pi_{308}$	$\Pi_{309}$	$\Pi_{310}$	$\Pi_{311}$	$\Pi_{312}$	$\Pi_{313}$	$\Pi_{314}$	$\Pi_{315}$	$\Pi_{316}$	$\Pi_{317}$	$\Pi_{318}$	$\Pi_{319}$	$\Pi_{320}$	$\Pi_{321}$	$\Pi_{322}$	$\Pi_{323}$	$\Pi_{324}$	$\Pi_{325}$	$\Pi_{326}$	$\Pi_{327}$	$\Pi_{328}$	$\Pi_{329}$	$\Pi_{330}$	$\Pi_{331}$	$\Pi_{332}$	$\Pi_{333}$	$\Pi_{334}$	$\Pi_{335}$	$\Pi_{336}$	$\Pi_{337}$	$\Pi_{338}$	$\Pi_{339}$	$\Pi_{340}$	$\Pi_{341}$	$\Pi_{342}$	$\Pi_{343}$	$\Pi_{344}$	$\Pi_{345}$	$\Pi_{346}$	$\Pi_{347}$	$\Pi_{348}$	$\Pi_{349}$	$\Pi_{350}$	$\Pi_{351}$	$\Pi_{352}$	$\Pi_{353}$	$\Pi_{354}$	$\Pi_{355}$	$\Pi_{356}$	$\Pi_{357}$	$\Pi_{358}$	$\Pi_{359}$	$\Pi_{360}$	$\Pi_{361}$	$\Pi_{362}$	$\Pi_{363}$	$\Pi_{364}$	$\Pi_{365}$	$\Pi_{366}$	$\Pi_{367}$	$\Pi_{368}$	$\Pi_{369}$	$\Pi_{370}$	$\Pi_{371}$	$\Pi_{372}$	$\Pi_{373}$	$\Pi_{374}$	$\Pi_{375}$	$\Pi_{376}$	$\Pi_{377}$	$\Pi_{378}$	$\Pi_{379}$	$\Pi_{380}$	$\Pi_{381}$	$\Pi_{382}$	$\Pi_{383}$	$\Pi_{384}$	$\Pi_{385}$	$\Pi_{386}$	$\Pi_{387}$	$\Pi_{388}$	$\Pi_{389}$	$\Pi_{390}$	$\Pi_{391}$	$\Pi_{392}$	$\Pi_{393}$	$\Pi_{394}$	$\Pi_{395}$	$\Pi_{396}$	$\Pi_{397}$	$\Pi_{398}$	$\Pi_{399}$	$\Pi_{400}$	$\Pi_{401}$	$\Pi_{402}$	$\Pi_{403}$	$\Pi_{404}$	$\Pi_{405}$	$\Pi_{406}$	$\Pi_{407}$	$\Pi_{408}$	$\Pi_{409}$	$\Pi_{410}$	$\Pi_{411}$	$\Pi_{412}$	$\Pi_{413}$	$\Pi_{414}$	$\Pi_{415}$	$\Pi_{416}$	$\Pi_{417}$	$\Pi_{418}$	$\Pi_{419}$	$\Pi_{420}$	$\Pi_{421}$	$\Pi_{422}$	$\Pi_{423}$	$\Pi_{424}$	$\Pi_{425}$	$\Pi_{426}$	$\Pi_{427}$	$\Pi_{428}$	$\Pi_{429}$	$\Pi_{430}$	$\Pi_{431}$	$\Pi_{432}$	$\Pi_{433}$	$\Pi_{434}$	$\Pi_{435}$	$\Pi_{436}$	$\Pi_{437}$	$\Pi_{438}$	$\Pi_{439}$	$\Pi_{440}$	$\Pi_{441}$	$\Pi_{442}$	$\Pi_{443}$	$\Pi_{444}$	$\Pi_{445}$	$\Pi_{446}$	$\Pi_{447}$	$\Pi_{448}$	$\Pi_{449}$	$\Pi_{450}$	$\Pi_{451}$	$\Pi_{452}$	$\Pi_{453}$	$\Pi_{454}$	$\Pi_{455}$	$\Pi_{456}$	$\Pi_{457}$	$\Pi_{458}$	$\Pi_{459}$	$\Pi_{460}$	$\Pi_{461}$	$\Pi_{462}$	$\Pi_{463}$	$\Pi_{464}$	$\Pi_{465}$	$\Pi_{466}$	$\Pi_{467}$	$\Pi_{468}$	$\Pi_{469}$	$\Pi_{470}$	$\Pi_{471}$	$\Pi_{472}$	$\Pi_{473}$	$\Pi_{474}$	$\Pi_{475}$	$\Pi_{476}$	$\Pi_{477}$	$\Pi_{478}$	$\Pi_{479}$	$\Pi_{480}$	$\Pi_{481}$	$\Pi_{482}$	$\Pi_{483}$	$\Pi_{484}$	$\Pi_{485}$	$\Pi_{486}$	$\Pi_{487}$	$\Pi_{488}$	$\Pi_{489}$	$\Pi_{490}$	$\Pi_{491}$	$\Pi_{492}$	$\Pi_{493}$	$\Pi_{494}$	$\Pi_{495}$	$\Pi_{496}$	$\Pi_{497}$	$\Pi_{498}$	$\Pi_{499}$	$\Pi_{500}$	$\Pi_{501}$	$\Pi_{502}$	$\Pi_{503}$	$\Pi_{504}$	$\Pi_{505}$	$\Pi_{506}$	$\Pi_{507}$	$\Pi_{508}$	$\Pi_{509}$	$\Pi_{510}$	$\Pi_{511}$	$\Pi_{512}$	$\Pi_{513}$	$\Pi_{514}$	$\Pi_{515}$	$\Pi_{516}$	$\Pi_{517}$	$\Pi_{518}$	$\Pi_{519}$	$\Pi_{520}$	$\Pi_{521}$	$\Pi_{522}$	$\Pi_{523}$	$\Pi_{524}$	$\Pi_{525}$	$\Pi_{526}$	$\Pi_{527}$	$\Pi_{528}$	$\Pi_{529}$	$\Pi_{530}$	$\Pi_{531}$	$\Pi_{532}$	$\Pi_{533}$	$\Pi_{534}$	$\Pi_{535}$	$\Pi_{536}$	$\Pi_{537}$	$\Pi_{538}$	$\Pi_{539}$	$\Pi_{540}$	$\Pi_{541}$	$\Pi_{542}$	$\Pi_{543}$	$\Pi_{544}$	$\Pi_{545}$	$\Pi_{546}$	$\Pi_{547}$	$\Pi_{548}$	$\Pi_{549}$	$\Pi_{550}$	$\Pi_{551}$	$\Pi_{552}$	$\Pi_{553}$	$\Pi_{554}$	$\Pi_{555}$	$\Pi_{556}$	$\Pi_{557}$	$\Pi_{558}$	$\Pi_{559}$	$\Pi_{560}$	$\Pi_{561}$	$\Pi_{562}$	$\Pi_{563}$	$\Pi_{564}$	$\Pi_{565}$	$\Pi_{566}$	$\Pi_{567}$	$\Pi_{568}$	$\Pi_{569}$	$\Pi_{570}$	$\Pi_{571}$	$\Pi_{572}$	$\Pi_{573}$	$\Pi_{574}$	$\Pi_{575}$	$\Pi_{576}$	$\Pi_{577}$	$\Pi_{578}$	$\Pi_{579}$	$\Pi_{580}$	$\Pi_{581}$	$\Pi_{582}$	$\Pi_{583}$	$\Pi_{584}$	$\Pi_{585}$	$\Pi_{586}$	$\Pi_{587}$	$\Pi_{588}$	$\Pi_{589}$	$\Pi_{590}$	$\Pi_{591}$	$\Pi_{592}$	$\Pi_{593}$	$\Pi_{594}$	$\Pi_{595}$	$\Pi_{596}$	$\Pi_{597}$	$\Pi_{598}$	$\Pi_{599}$	$\Pi_{600}$	$\Pi_{601}$	$\Pi_{602}$	$\Pi_{603}$	$\Pi_{604}$	$\Pi_{605}$	$\Pi_{606}$	$\Pi_{607}$	$\Pi_{608}$	$\Pi_{609}$	$\Pi_{610}$	$\Pi_{611}$	$\Pi_{612}$	$\Pi_{613}$	$\Pi_{614}$	$\Pi_{615}$	$\Pi_{616}$	$\Pi_{617}$	$\Pi_{618}$	$\Pi_{619}$	$\Pi_{620}$	$\Pi_{621}$	$\Pi_{622}$	$\Pi_{623}$	$\Pi_{624}$	$\Pi_{625}$	$\Pi_{626}$	$\Pi_{627}$	$\Pi_{628}$	$\Pi_{629}$	$\Pi_{630}$	$\Pi_{631}$	$\Pi_{632}$	$\Pi_{633}$	$\Pi_{634}$	$\Pi_{635}$	$\Pi_{636}$	$\Pi_{637}$	$\Pi_{638}$	$\Pi_{639}$	$\Pi_{640}$	$\Pi_{641}$	$\Pi_{642}$	$\Pi_{643}$	$\Pi_{644}$	$\Pi_{645}$	$\Pi_{646}$	$\Pi_{647}$	$\Pi_{648}$	$\Pi_{649}$	$\Pi_{650}$	$\Pi_{651}$	$\Pi_{652}$	$\Pi_{653}$	$\Pi_{654}$	$\Pi_{655}$	$\Pi_{656}$	$\Pi_{657}$	$\Pi_{658}$	$\Pi_{659}$	$\Pi_{660}$	$\Pi_{661}$	$\Pi_{662}$	$\Pi_{663}$	$\Pi_{664}$	$\Pi_{665}$	$\Pi_{666}$	$\Pi_{667}$	$\Pi_{668}$	$\Pi_{669}$	$\Pi_{670}$	$\Pi_{671}$	$\Pi_{672}$	$\Pi_{673}$	$\Pi_{674}$	$\Pi_{675}$	$\Pi_{676}$	$\Pi_{677}$	$\Pi_{678}$	$\Pi_{679}$	$\Pi_{680}$	$\Pi_{681}$	$\Pi_{682}$	$\Pi_{683}$	$\Pi_{684}$	$\Pi_{685}$	$\Pi_{686}$	$\Pi_{687}$	$\Pi_{688}$	$\Pi_{689}$	$\Pi_{690}$	$\Pi_{691}$	$\Pi_{692}$	$\Pi_{693}$	$\Pi_{694}$	<math

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_h$		0,92								
Конструкция дорожной одежды												
				Модуль упругости, МПа								
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800									
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800									
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, расклинцованный фракционным мелким щебнем	450-500									
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240									
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120									
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны												
Номер слоя												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды												
1    2    3    4    5    6    7    8    9    10    11    12    13												
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя												
Верхний слой покрытия												
1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Нижний слой покрытия												
3	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
4	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
5	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Верхний слой основания												
3	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
4	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
5	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Нижний слой основания												
3	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
4	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
5	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

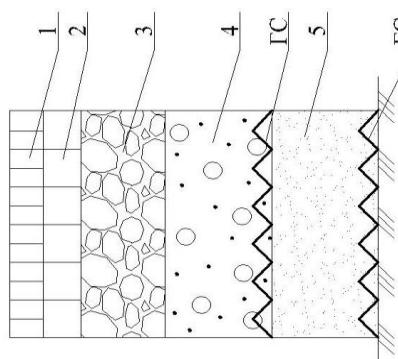


Рис. 2. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Смеси щебено-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульсированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	950								
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230								
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Верхний слой основания	3	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Нижний слой основания	4	21	23	23	21	22	23	23	20	21	20
Дополнительный слой основания	5	24	25	24	25	24	25	23	25	21	20

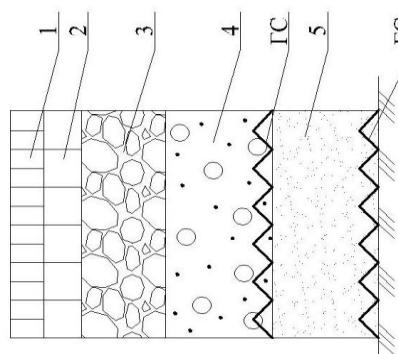


Рис. 3. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11.5							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9.4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_{rh}$		0.92							
Конструкция дорожной одежды											
				Модуль упругости, МПа							
				3300-3800							
				3300-3800							
				3300-3800							
				3300-3800							
				950							
				230							
				120							
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Нижний слой основания	4	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Дополнительный слой основания	5	21	22	21	22	21	22	20	21	20	20
	5	25	24	25	24	25	24	25	23	25	20

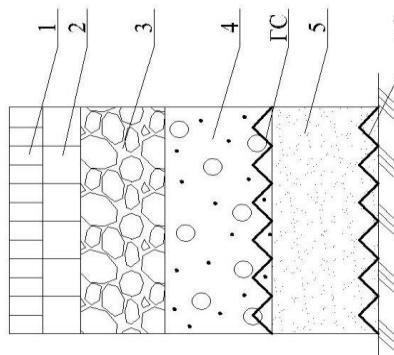


Рис. 4. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Модуль упругости, МПа									
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РСГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РСГ Х-У по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800								
4	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, расклинированный фракционным мелким щебнем Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	450-500								
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	230								
		Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная	100								
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Номер слоя		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Назначение слоя конструкции дорожной одежды		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Верхний слой покрытия		1	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Нижний слой покрытия		2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания		3	20	20	20	20	20	19	19	19	19
Нижний слой основания		4	24	25	24	25	25	25	26	26	24
Дополнительный слой основания		5	27	30	27	30	27	30	27	30	25

Рис. 5. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5									
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9.4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_a$	0,92									
Конструкция дорожной одежды												
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3890									
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3890									
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, раскипированного фракционным мелким щебнем	450-500									
4		Щебеночно-травяной-песчаные смеси для основания по ПИСТ 327	230									
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120									
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчаная												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны - ползоны												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V	
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя												
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Верхний слой основания	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Нижний слой основания	4	19	19	19	19	19	19	19	18	18	17	18
Дополнительный слой основания	5	27	30	27	30	27	30	27	30	27	30	25

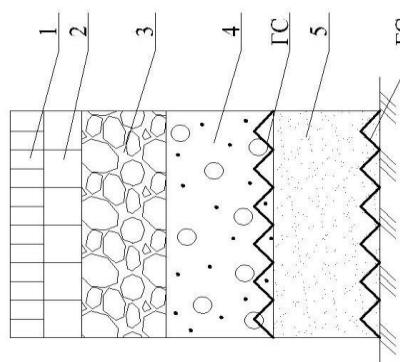


Рис. 6. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_u$	0,95							
Конструкция дорожной одежды										
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(2)-У по ГОСТ Р 5840.2	3300-3800							
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(2)-У по ГОСТ Р 5840.2	3300-3800							
3	Основание	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1 или РГ Х(2)-У по ГОСТ Р 5840.2	2100-2900							
4		Смеси щебеночно-травянисто-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ 325	950							
5		Щебеночно-травянисто-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240							
6	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100							
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок тяжелый песчаный, супесь тяжелая пылеватая										
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя										
Номер слоя	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	6	6	6
Верхний слой основания	3	9	9	9	9	9	9	8	8	8
Средний слой основания	4	21	23	22	21	22	22	16	16	16
Нижний слой основания	5	27	30	24	27	26	24	27	20	23
Дополнительный слой основания	6	30	35	30	30	35	30	29	30	24

Рис. 7. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ Х-У по ГОСТ Р 58400.1	2100-2900								
4		Смеси щебеноочн-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ Р 58400.2	950								
5	Дополнительный слой основания	Щебеноочн-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
6		Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок тяжелый песчаный, супесь тяжелая пылеватая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды											
Номер слоя											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
I <sub>3</sub> I <sub>1</sub> II <sub>2</sub> II <sub>3</sub> II <sub>4</sub> III <sub>1</sub> III <sub>2</sub> III <sub>3</sub> IV V											
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8
Средний слой основания	4	20	23	20	20	21	20	15	15	15	15
Нижний слой основания	5	24	30	24	27	24	26	27	20	23	20
Дополнительный слой основания	6	35	35	35	35	35	35	30	30	30	25

Рис. 8. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных органическими вяжущими

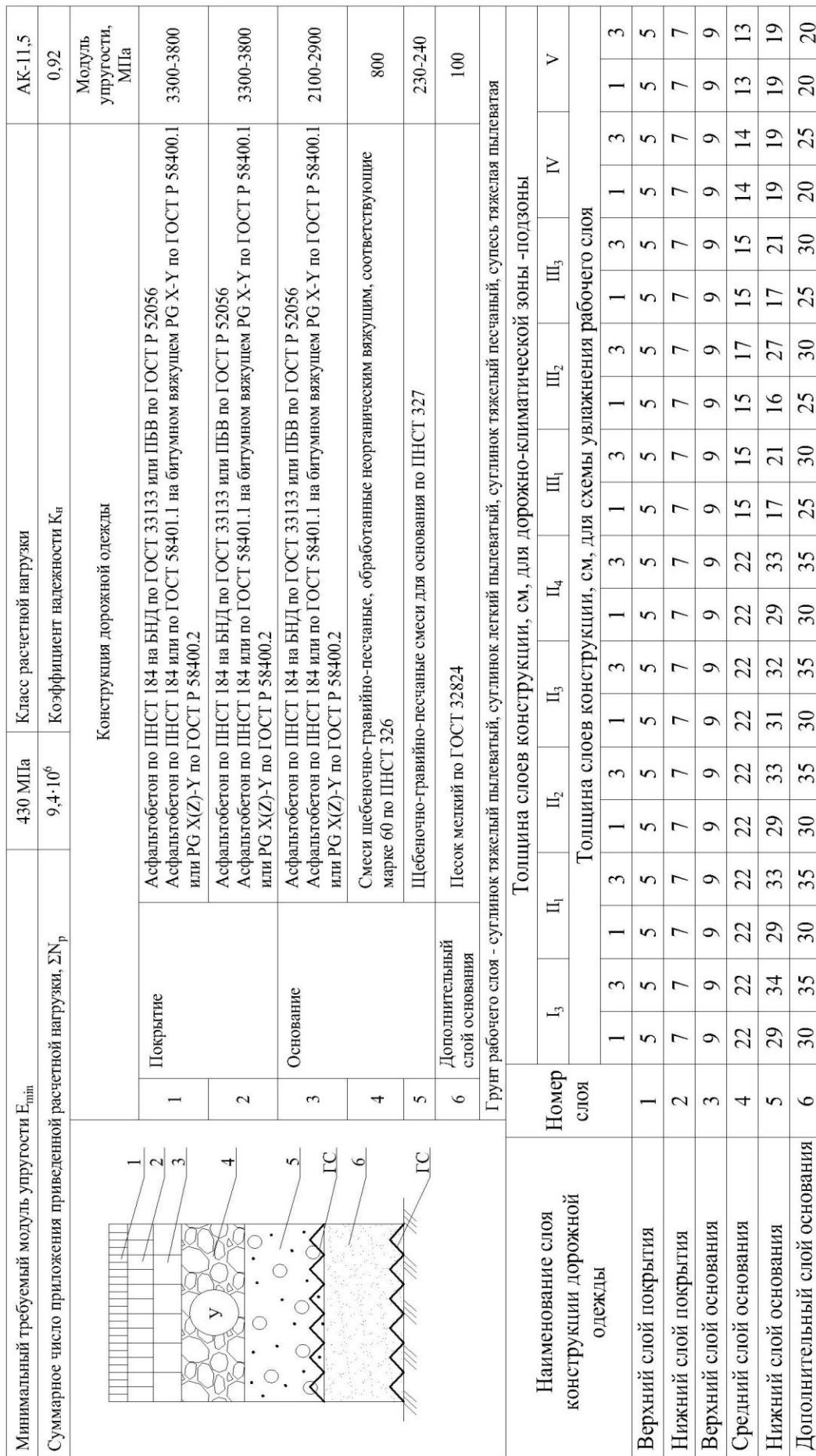
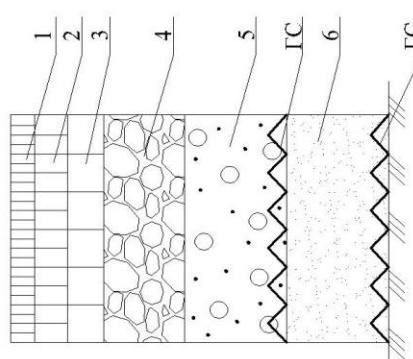


Рис. 9. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 58400.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
4		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 58400.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800
5		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	2100-2900
6	Дополнительный слой основания	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные неорганическим вяжущим, соответствующие марке 60 по ПНСТ 326	800
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая			230-240
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя		Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя	
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	$I_3$	$II_1$	$II_2$
	$II_3$	$II_4$	$III_1$
1			
Верхний слой покрытия	5	5	5
Нижний слой покрытия	7	7	7
Верхний слой основания	9	9	9
Средний слой основания	20	21	20
Нижний слой основания	34	29	33
Дополнительный слой основания	35	30	35

Рис. 10. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из асфальтобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими



Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя									
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Средний слой основания	4	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Нижний слой основания	5	25	28	25	28	27	28	25	28	27	28
Дополнительный слой основания	6	30	35	30	35	30	35	30	35	30	35

Рис. 11. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов

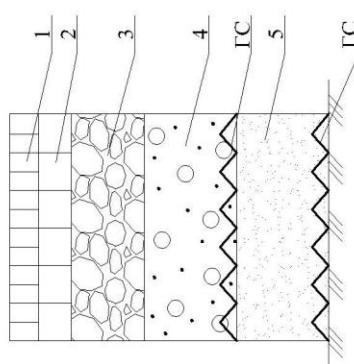
Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	430 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$9,4 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,92
Конструкция дорожной одежды			
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ-X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ-X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800
3	Основание	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем РГ-X-Y по ГОСТ Р 58400.1	2100-2900
4		Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклиники, расклинцованный фракционным мелким щебнем	450-500
5		Щебеноно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 3227	230-240
6	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны			
Номер слоя			
1	$I_3$	$II_1$	$II_2$
2	$III_3$	$II_3$	$II_4$
3	$III_1$	$III_2$	$III_3$
4	$IV_1$	$IV_2$	$IV_3$
5	$V_1$	$V_2$	$V$
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя			
Наименование слоя конструкции дорожной одежды			
Верхний слой покрытия	1	5	5
Нижний слой покрытия	2	8	8
Верхний слой основания	3	10	10
Средний слой основания	4	20	20
Нижний слой основания	5	25	28
Дополнительный слой основания	6	30	35

Рис. 12. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог III категории с основаниями из асфальтобетона и неукрепленных материалов

## Приложение 6

### Современные конструкции нежестких дорожных одежд IV категории ( $\Sigma N_p$ от 0,7 до 1 МН)

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	1,9-10 <sup>6</sup>	Коэффициент надежности $K_n$	0,9
Конструкция дорожной одежды			
Модуль упругости, МПа			
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2	3300-3800
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, расклинцованный фракционным мелким щебнем	450-500
4		Шебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий			



Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны									
	I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV <sub>1</sub>	V
Верхний слой покрытия	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Нижний слой основания	4	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Рис. 1. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,9 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 38401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 38401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклинки, раскипнилованный фракционным мелким щебнем	450-500								
4	5	Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	230-240								
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$I_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Нижний слой основания	4	15	15	15	15	15	15	18	18	18	18
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25

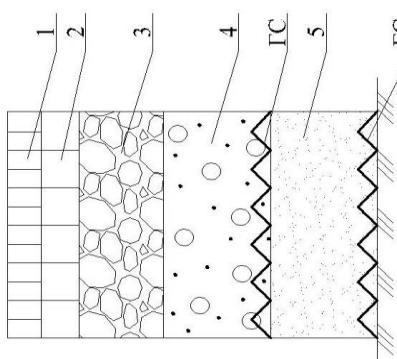


Рис. 2. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	1,9·10 <sup>6</sup>	Коэффициент надежности $K_n$		0,9								
Конструкция дорожной одежды												
				Модуль упругости, МПа								
				3300-3800								
				3300-3800								
				3300-3800								
				3300-3800								
				950								
				220-230								
				100								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая												
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны												
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V	
		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя												
Верхний слой покрытия					1	6	6	6	6	6	6	
Нижний слой покрытия					2	8	8	8	8	8	8	
Верхний слой основания					3	14	14	14	14	14	14	
Нижний слой основания					4	15	16	15	16	16	16	
Дополнительный слой основания					5	25	26	25	26	25	26	

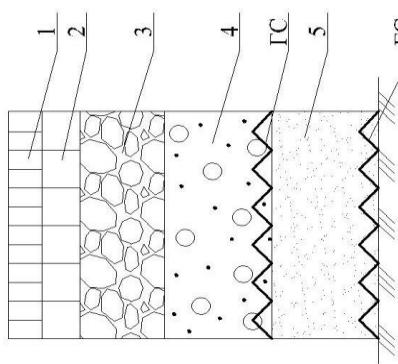


Рис. 3. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки		АК-11.5							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	1,9·10 <sup>6</sup>	Коэффициент надежности $K_n$		0,9							
Конструкция дорожной одежды											
				Модуль упругости, МПа							
				3300-3800							
				3300-3800							
				3300-3800							
				3300-3800							
				950							
				220-230							
				120							
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Нижний слой основания	4	15	16	15	16	16	15	16	17	16	17
Дополнительный слой основания	5	25	25	25	25	25	25	25	25	20	20

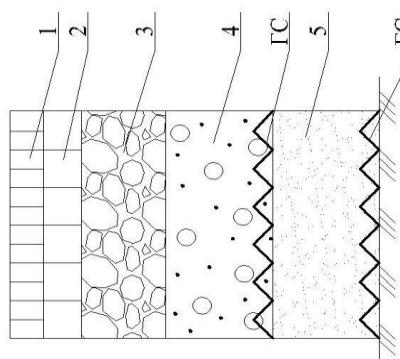
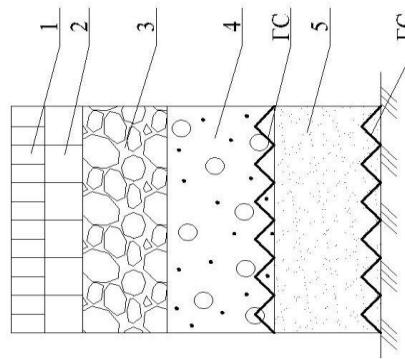


Рис. 4. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из материалов, укрепленных органическими вяжущими

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,9 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_H$	0,9



		Конструкция дорожной одежды		Модуль упругости, МПа
Порядковый номер	Наименование	Описание	Нормативные ссылки	
1	Покрытие	Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БЦД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2		3300-3800
2		Асфальтобетон по ПНСТ 184 на БЦД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ПНСТ 184 или по ГОСТ 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1 или PG X(Z)-Y по ГОСТ Р 58400.2		3300-3800
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу заклиники, раскипированной фракционным мелким щебнем		450-500
4		Щебено-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327		230-240
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824		100

Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны									
		I <sub>3</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Верхний слой основания	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Нижний слой основания	4	17	17	17	17	17	17	17	17	17	19
Дополнительный слой основания	5	23	23	23	23	24	25	23	24	24	23

Рис. 5. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	350 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-11,5								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$1,9 \cdot 10^6$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ Р 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
2		Асфальтобетон по ГОСТ 184 на БНД по ГОСТ 33133 или ПБВ по ГОСТ Р 52056 Асфальтобетон по ГОСТ 184 или по ГОСТ R 58401.1 на битумном вяжущем PG X-Y по ГОСТ Р 58400.1	3300-3800								
3	Основание	Фракционный щебень фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703, устроенный по способу закинки, раскипированного фракционным мелким щебнем	450-500								
4	Дополнительный слой основания	Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 3277	230-240								
5		Песок средний по ГОСТ 32824	120								
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Нижний слой покрытия	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Верхний слой основания	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Нижний слой основания	4	23	25	23	25	22	24	25	23	24	24
Дополнительный слой основания	5	30	30	30	30	30	30	30	30	25	25

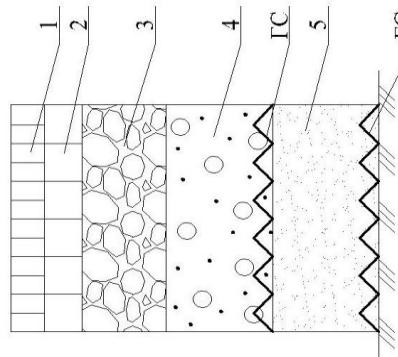


Рис. 6. Конструкции нежестких дорожных одежд капитального типа для дорог IV категории с основаниями из неукрепленных материалов

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	180 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-10																
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2,4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_u$	0,9																
Конструкция дорожной одежды																			
1	Покрытие	Щебень, обработанный органическим вяжущим, уложенный по способу заклинки	900																
2		Щебень, обработанный органическим вяжущим, уложенный по способу пропитки	600																
3	Основание	Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГОСТ 325	350																
4	Дополнительный слой основания	Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ГНСТ 327	200-230																
5		Песок мелкий по ГОСТ 32824	100																
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая																			
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны - подзоны																			
Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$									
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя																		
Верхний слой покрытия	1	10	14	10	12	10	10	14	10	12	10	12	10	12	8	8	8	8	
Нижний слой покрытия	2	14	16	14	13	12	14	16	14	14	12	14	13	14	12	14	10	10	10
Верхний слой основания	3	15	18	15	16	14	15	17	18	15	16	16	15	16	16	16	13	13	13
Нижний слой основания	4	17	22	17	20	16	18	19	23	17	20	19	18	17	20	21	18	15	14
Дополнительный слой основания	5	25	30	25	30	25	30	25	30	25	25	25	25	25	25	23	25	20	20

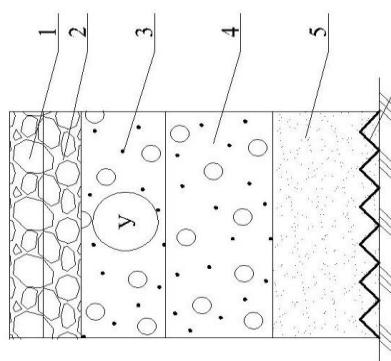


Рис. 7. Конструкции нежестких дорожных одежд облегченного типа для дорог IV категории с покрытием из щебня, обработанного органическим вяжущим

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	180 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-10								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2,4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9								
Конструкция дорожной одежды											
1	Покрытие	Модуль упругости, МПа	900								
2											
3											
4											
5											
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$	
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Верхний слой покрытия	1	10	14	10	12	10	10	14	10	12	10
Нижний слой покрытия	2	14	16	14	13	12	14	16	14	12	14
Верхний слой основания	3	15	18	15	16	14	15	17	18	15	16
Нижний слой основания	4	17	22	17	20	16	18	19	23	17	20
Дополнительный слой основания	5	25	30	25	30	25	30	25	25	25	20

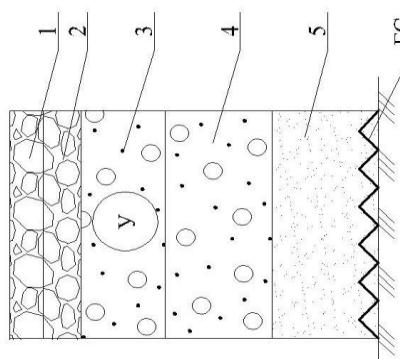


Рис. 8. Конструкции нежестких дорожных одежд облегченного типа для дорог IV категории с покрытием из щебня, обработанного органическим вяжущим

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	180 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-10								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2,4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_u$	0,9								
Конструкция дорожной одежды			Модуль упругости, МПа								
			900								
1	Покрытие	Щебень, обработанный органическим вяжущим, уложенный по способу заклинки	600								
2		Щебень, обработанный органическим вяжущим, уложенный по способу пропитки	350								
3	Основание	Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 325	200-230								
4	Дополнительный слой основания	Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ПНСТ 327	100								
5		Песок мелкий по ГОСТ 32824	100								
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий			ГС								
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзонны											
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя											
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>3</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>3</sub>	IV	V
Верхний слой покрытия	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Нижний слой основания	4	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Рис. 9. Конструкции нежестких дорожных одежд облегченного типа для дорог IV категории с покрытием из щебня, обработанного органическим вяжущим

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	180 МПа	Класс расчетной нагрузки	AK-10							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2,4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_h$	0,9							
Конструкция дорожной одежды										
1	Покрытие	Щебень, обработанный органическим вяжущим, уложенный по способу закипки	900							
2		Щебень, обработанный органическим вяжущим, уложенный по способу пропитки	600							
3	Основание	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГНСТ 325	350							
4		Щебеночно-гравийно-песчаные смеси для основания по ГНСТ 327	200-230							
5	Дополнительный слой основания	Песок средний по ГОСТ 32824	120							
Грунт рабочего слоя - песчаный грунт мелкий										
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны										
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя										
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Верхний слой покрытия	1	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Нижний слой основания	4	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20

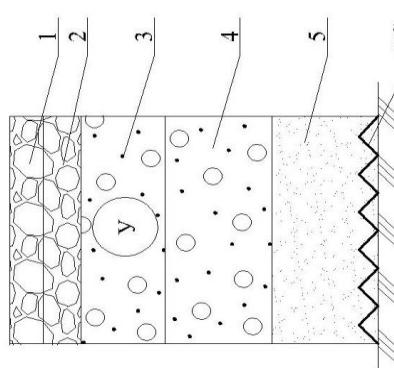


Рис. 10. Конструкции нежестких дорожных одежд облегченного типа для дорог IV категории с покрытием из щебня, обработанного органическим вяжущим

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	180 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-10							
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2.4 \cdot 10^5$	Коэффициент надежности $K_n$	0,9							
Конструкция дорожной одежды										
1	Покрытие	Щебень, обработанный органическим вяжущим, уложенный по способу закипки	900							
2		Щебень, обработанный органическим вяжущим, уложенный по способу пропитки	600							
3	Основание	Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные вязкими, жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ГНСТ 325	350							
4		Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси для основания по ГНСТ 327	200-230							
5	Дополнительный слой основания	Песок мелкий по ГОСТ 32824	100							
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая										
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны										
Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя										
Верхний слой покрытия	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Нижний слой покрытия	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Верхний слой основания	3	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Нижний слой основания	4	15	14	15	14	15	14	15	15	16
Дополнительный слой основания	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20

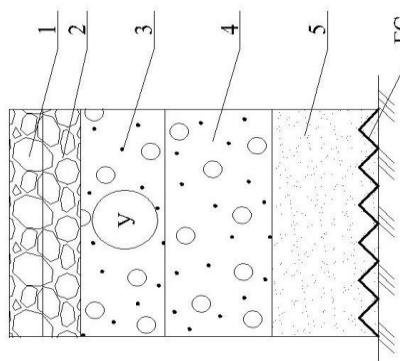


Рис. 11. Конструкции нежестких дорожных одежд облегченного типа для дорог IV категории с покрытием из щебня, обработанного органическим вяжущим

## Приложение 7

### Современные конструкции нежестких дорожных одежд V категории ( $\Sigma Np < 0,7$ млн)

Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	75 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-10								
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2,0 \cdot 10^4$	Коэффициент надежности $K_n$	0,65								
Конструкция дорожной одежды			Модуль упругости, МПа								
1 Покрытие			Крупнокомпонентные грунты, укрепленные жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 321								
2 Основание			Песчано-гравийные смеси по ГОСТ 23735								
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый пылеватый, суглинок легкий пылеватый, супесь тяжелая пылеватая			130								
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны -подзоны											
Название слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$
Толщина слоев конструкции, см, для схемы увлажнения рабочего слоя				1	3	1	3	1	3	1	3
Слой покрытия	1	26	35	27	30	26	30	28	30	27	26
Слой основания	2	40	50	38	45	38	40	45	50	38	45

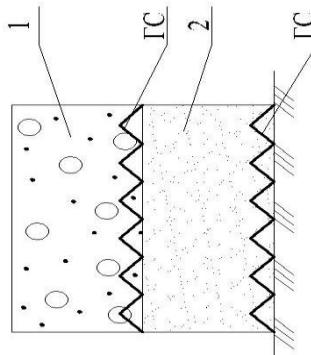
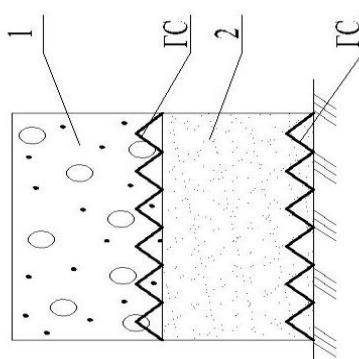


Рис. 1. Конструкции нежестких дорожных одежд переходного типа для дорог V категории



Минимальный требуемый модуль упругости $E_{min}$	75 МПа	Класс расчетной нагрузки	АК-10										
Суммарное число приложения приведенной расчетной нагрузки, $\Sigma N_p$	$2,0 \cdot 10^4$	Коэффициент надежности $K_n$	0,65										
Конструкция дорожной одежды													
1	Покрытие	Крупнообломочные грунты, укрепленные жидкими или эмульгированными органическими вяжущими по ПНСТ 321	Модуль упругости, МПа										
2	Основание	Песчано-гравийные смеси по ГОСТ 23735	450										
Грунт рабочего слоя - супесь легкая песчанистая													
Толщина слоев конструкции, см, для дорожно-климатической зоны - подзоны													
Наименование слоя конструкции дорожной одежды	Номер слоя	$I_3$	$I_4$	$II_1$	$II_2$	$II_3$	$II_4$	$III_1$	$III_2$	$III_3$	$IV$	$V$	
Слой покрытия	1	27	27	26	27	26	26	27	27	26	27	26	27
Слой основания	2	30	32	32	32	32	34	34	34	34	34	35	37

Рис. 2. Конструкции нежестких дорожных одежд переходного типа для дорог V категории

Учебное издание

*Шаров Алексей Юрьевич,  
Чудинов Сергей Александрович,  
Моицкий Алексей Вячеславович*

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И НЕЖЕСТКИХ  
ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

ISBN 978-5-94984-969-9



Редактор Р. В. Сайгина  
Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева

Подписано в печать 25.11.2025. Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Цифровая печать.

Уч.-изд. л. 9,0. Усл. печ. л. 14,88.

Тираж 300 экз. (1-й завод 26 экз.).

Заказ № 8246

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».  
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.  
Редакционно-издательский отдел. Тел. 8 (343) 221-21-44.

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ».  
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, пер. Лобачевского, 1, оф. 15.  
Тел. 8(343)362-91-16.