МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО



Федеральное государственное унитарное
предприятие «Информационный центр
по автомобильным дорогам»

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

УСТРОЙСТВО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тематическая подборка

Москва 2005

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО



Федеральное государственное унитарное предприятие «Информационный центр по автомобильным дорогам»

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

УСТРОЙСТВО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тематическая подборка

Москва 2005

СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. – Изд. офиц.; Введ. 01.01.1987. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 54 с.*

Извлечение

6. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО

6.1. Земляное полотно следует проектировать 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.

6.2. Земляное полотно включает следующие элементы:

верхнюю часть земляного полотна (рабочий слой);

тело насыпи (с откосными частями);

основание насыпи (см. справочное приложение 3);

основание выемки;

откосные части выемки;

устройства для поверхностного водоотвода;

устройства для понижения или отвода грунтовых вод (дренаж);

поддерживающие и защитные геотехнические устройства и конструкции, предназначенные для защиты земляного полотна от опасных геологических процессов (эрозии, абразии, селей, лавин, оползней и т. п.).

6.3. Природные условия района строительства характеризуются комплексом погодно-климатических факторов с учетом деления территории Российской Федерации на дорожно-климатические зоны в соответствии с табл. 20.

Таблица 20

Дорожно-климатические зоны	Примерные географические границы и краткая характеристика дорожно-климатических зон
1	2
I	Севернее линии Мончегорск - Поной - Несь - Ошкурья – Сухая – Тунгуска – Канск - госграница – Биробиджан - Де-Кастри. Включает географические зоны тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны с распространением вечномерзлых грунтов
II	От границы I зоны до линии Львов – Житомир – Тула – Горький - Устинов – Кышгым – Томск – Канск до госграницы. Включает географическую зону лесов с избыточным увлажнением грунтов
III	От границы II зоны до линии Кишинев –Кировоград – Белгород – Куйбышев – Магнитогорск – Омск – Бийск – Туран. Включает лесостепную климатическую зону со значительным увлажнением грунтов в отдельные годы

Окончание табл. 20

1	2
IV	От границы III зоны до линии Джульфа – Степанакерт – Буйнакск – Кизляр – Волгоград, далее проходит южнее до 200 км от линии Уральск-Актюбинск – Караганда и до северного побережья озера Балхаш. Включает географическую степную зону с недостаточным увлажнением грунтов
V	Расположены к юго-западу от границы IV зоны. Включает пустынную и пустынно-степную географические зоны с засушливым климатом и распространением засоленных грунтов
Примечания: 1. Кубань и западную часть Северного Кавказа следует относить к III дорожно-климатической зоне. 2. При проектировании участков дорог в приграничных зонах при обосновании данными 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.	

Особенности инженерно-геологических условий участка следует определять типом местности по условиям увлажнения верхней толщины грунтов и характеру поверхностного стока (табл. 1 обязательного приложения 2), свойствами и условиями залегания грунтов в пределах толщи, принимаемой во внимание при проектировании, геологическими, гидрологическими и мерзлотными условиями и процессами, включая воздействие техногенных факторов (с учетом освоенности территории), геоморфологическими особенностями (рельефом) и др.

По условиям увлажнения верхней толщи грунтов различают три типа местности:

1-й – сухие участки;

2-й – сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года;

3-й – мокрые участки с постоянным избыточным увлажнением.

6.4. При проектировании земляного полотна следует применять типовые или индивидуальные решения, в том числе типовые решения с индивидуальной привязкой. Индивидуальные решения, а также индивидуальную привязку типовых решений следует применять при соответствующих обоснованиях:

для насыпей с высотой откоса более 12 м;

для насыпей на участках временного подтопления, а также при пересечении постоянных водоемов и водотоков;

для насыпей, сооружаемых на болотах глубиной более 4 м с выторфовыванием или при наличии поперечных уклонов дна болота более 1:10;

для насыпей, сооружаемых на слабых основаниях (см. п. 6.24);

при использовании в насыпях грунтов повышенной влажности;

при возвышении поверхности покрытия над расчетным уровнем воды менее указанного в п. 6.10;

при применении прослоек из геотекстильных материалов;

при применении специальных прослоек (теплоизолирующих, гидроизолирующих, дренирующих, капилляропрерывающих, армирующих и т.п.) для регулирования водно-теплового режима верхней части земляного полотна, а также специальных поперечных профилей;

при сооружении насыпей на просадочных грунтах;

для выемок с высотой откоса более 12 м в нескальных грунтах и более 16 м в скальных при благоприятных инженерно-геологических условиях;

для выемок в слоистых толщах, имеющих наклон пластов в сторону проезжей части;

для выемок, вскрывающих водоносные горизонты или имеющих в основании водоносный горизонт, а также в глинистых грунтах с коэффициентом консистенции более 0,5;

для выемок с высотой откоса более 6 м в пылеватых грунтах в районах избыточного увлажнения, а также в глинистых грунтах и скальных размягчаемых грунтах, теряющих прочность и устойчивость в откосах под воздействием погодно-климатических факторов;

для выемок в набухающих грунтах при неблагоприятных условиях увлажнения;

для насыпей и выемок, сооружаемых в сложных инженерно-геологических условиях: на косогорах круче 1:3, на участках с наличием или возможностью развития оползневых явлений, оврагов, карста, обвалов, осыпей, селей, снежных лавин, наледи, вечной мерзлоты и т.п.;

при возведении земляного полотна с применением взрывов или гидромеханизации;

при проектировании периодически затопляемых дорог при пересечении водотоков;

при применении теплоизоляционных слоев на участках вечномерзлых грунтов.

Индивидуально необходимо также проектировать водоотводные, дренажные, поддерживающие, защитные и другие сооружения, обеспечивающие устойчивость земляного полотна в сложных условиях, а также участки сопряжения земляного полотна с мостами и путепроводами.

СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. – Изд. офиц.; Введ. 01.01.1986. – М., Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001. – 131 с.

Извлечение

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА БОЛОТАХ

4.44. Замену слабого грунта в основании насыпи следует выполнять на болотах I типа с механическим, взрывным или гидравлическим удалением.

4.45. Выторфовывание следует производить, как правило, в зимнее время с заблаговременной подготовкой и содержанием путей для перемещения экскаватора и транспортирования грунта.

Насыпь с выторфовыванием следует сооружать, как правило, способом «от себя» с транспортированием грунта по возводимой насыпи и надвижкой грунта вперед бульдозером.

4.46. Посадку насыпи на прочное основание на болотах II и III типов необходимо выполнять методом выдавливания торфа

весом насыпи. Для облегчения выдавливания следует производить рыхление торфа механическим или взрывным способом, устраивать торфоприемники (траншеи вдоль подошвы насыпи), отсыпать насыпь узким фронтом (способ перегрузки), а также осуществлять воздействие виброударной и ударной нагрузкой.

Насыпь при этом следует возводить сразу на полную расчетную высоту.

4.47. При сооружении насыпей с использованием в их основании сжимаемых грунтов должна быть обеспечена требуемая толщина отсыпки.

При применении метода временной пригрузки грунт из пригрузочного слоя после достижения заданной осадки насыпи следует использовать для отсыпки на другом участке, насыпь следует возводить равномерно на всю ее ширину.

4.48. Вертикальные песчаные дрены, применяемые для ускорения осадки и упрочнения основания, следует устраивать специальным комплектом оборудования, в котором в качестве основной машины используется либо вибровдавливающий погружатель свай, либо экскаватор с погружателем, снабженные специальным рабочим органом в виде обсадной трубы с раскрывающимся наконечником.

Для устройства вертикальных плоских дрен из текстильных и других ленточных дренирующих материалов следует применять специальное оборудование или приспособления к машине для погружения вертикальных песчаных дрен, обеспечивающие закрепление и подачу ленты в обсадную трубу с катушки и обрезку на нужной отметке.

Дренажные прорези следует заполнять песчаным грунтом по мере их устройства.

4.49. При отсыпке насыпи на слабом основании по специально установленному режиму (метод предварительной консолидации) каждый последующий слой устраивается после достижения грунтом основания прочности, достаточной для восприятия дополнительной нагрузки.

В процессе консолидации основания необходимо осуществлять наблюдение за осадкой насыпи для уточнения объема досыпки или снятия излишков грунта и оценки возможности устройства покрытия.

4.50. При устройстве в основании земляного полотна прослойки из геотекстиля полотна следует сшивать или склеивать. Для пропуска строительных машин полотна засыпают слоем не менее 0,3 м.

При наличии пней, кочек, углублений, воды на поверхности основания насыпи перед укладкой геотекстиля следует отсыпать песчаный выравнивающий слой, толщина которого должна быть равна величине неровностей.

Анкеровку полотен в откосных частях земляного полотна следует производить путем заворачивания свободных концов полотен длиной 1,5-2,0 м вокруг края грунтового слоя, отсыпанного по полотну. Завернутые концы должны быть засыпаны следующим по высоте грунтовым слоем.

4.54. При уплотнении легковыветривающихся и размягчаемых крупнообломочных грунтов влажность мелких фракций должна быть не выше 1,2 оптимальной.

4.55. Защитные слои из глинистого грунта на откосах следует устраивать в процессе сооружения основной части насыпи.

4.56. При использовании крупнообломочных грунтов, склонных к быстрому размоканию, во время строительства следует принимать меры по предупреждению их избыточного увлажнения от дождя или поверхностного стока, перекрывая водозащитными слоями и устраивая строительный водоотвод.

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТАХ

4.57. Устройство земляного полотна на засоленных грунтах при высоком уровне грунтовых вод необходимо производить в период, когда их влажность соответствует требованиям табл. 1.

4.58. Верхний рыхлый слой засоленного грунта, перенасыщенный солями, и солевые корки толщиной более 3 см следует удалять с поверхности резервов и основания насыпи перед ее возведением.

4.59. Для возведения насыпей на засоленных грунтах при высоком уровне грунтовых вод и глубине резервов не более 0,5-0,6 м следует использовать бульдозеры и автогрейдеры. Применение грейдер-элеваторов для возведения насыпей на солончаках

допускается в случае расположения уровня грунтовых вод не ближе 1 м от поверхности земли.

Отсыпку насыпи из привозного грунта на мокрых солончаках следует вести способом «от себя».

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В ПЕСЧАНЫХ ПУСТЫНЯХ

4.60. Земляное полотно в песчаных пустынях следует возводить, как правило, в зимне-весенний период.

4.61. Возведение насыпей в подвижных барханных песках путем поперечного перемещения песка с придорожных полос на расстояние до 30 м следует производить бульдозерами, оборудованными отвалами с увеличенными боковыми стенками.

4.62. При возведении насыпей на солончаках, покрытых мелкими песчаными барханами, при близких грунтовых водах допускается использовать бульдозеры при перемещении песка на расстояние до 100 м, с устройством промежуточных валов.

4.63. При строительстве дорог в песках, покрытых растительностью, необходимо принимать меры против ее повреждения, нарушения рельефа и разрыхления поверхности песков.

4.64. Устройство защитного слоя и укрепление откосов следует производить вслед за возведением насыпи из песка. Защитные слои из песка, укрепленного вяжущими материалами, необходимо устраивать согласно правилам укрепления грунтов, как правило, путем смешения непосредственно на земляном полотне.

Защитный слой на земляное полотно следует укладывать по способу «от себя».

4.65. Земляное полотно из песка следует возводить непрерывно. Законченные участки земляного полотна и прилегающие к ним пески необходимо сразу же укреплять.

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В РАЙОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

4.66. При возведении земляного полотна, запроектированного по принципу использования при эксплуатации дороги грунтов

основания земляного полотна в мерзлом состоянии, следует производить отсыпку насыпи после промерзания сезонно оттаивающего слоя не менее чем на 30 см. Ускорение промерзания достигается очисткой дорожной полосы от снега. При очистке не допускается нарушение мохорастительного покрова.

Маломерные древесные отходы, образовавшиеся при расчистке дорожной полосы, следует укладывать в основании насыпи в виде хворостяной выстилки.

Толщина слоя насыпи, отсыпанного в зимнее время по промерзшему основанию, должна быть не меньше глубины его сезонного оттаивания. Верхнюю часть насыпи следует, как правило, отсыпать в теплое время года из немерзлых грунтов.

4.67. Нижние слои насыпи на высоту 0,5 м следует отсыпать по способу «от себя», а последующие – продольным способом. Движение транспортных и дорожно-строительных машин по мохорастительному покрову в весенне-летний период не допускается.

4.68. При возведении земляного полотна, запроектированного по принципу использования при эксплуатации дороги грунтов основания земляного полотна в оттаивающем состоянии, отсыпку насыпи разрешается производить в любое время года (летом по способу «от себя») с сохранением мохорастительного покрова или удалением в необходимых случаях непригодных грунтов из основания по мере их оттаивания.

4.69. Разработку грунта в резервах в летнее время следует вести бульдозером, начиная с низовой стороны, по мере оттаивания грунта слоями толщиной не менее 15 см.

При разработке глинистых грунтов должны быть приняты меры, обеспечивающие водоотвод.

4.70. Насыпи на льдонасыщенных косогорах круче 1:10 следует возводить зимой отсыпкой из привозных грунтов по способу «от себя» на полный профиль.

По мере послойного возведения насыпи низовой откос следует закрывать слоем термоизоляционного материала. Для перехвата надмерзлотных и поверхностных вод с нагорной стороны следует устраивать валики, при этом верховые откосы валика должны

укрепляться, а низовые покрываться мохоторфяным слоем толщиной 0,3-0,5 м.

4.71. Работы по обеспечению мерзлого состояния льдонасыщенных грунтов в основаниях насыпи и предотвращению развития термокарстовых явлений (укладка в основание насыпи слоя из естественных и искусственных теплоизоляторов, отсыпка берм из мха и торфа, теплоизоляция откосов насыпи и др.) следует выполнять в зимнее время. Материал для теплоизоляции должен быть заготовлен заблаговременно и доставлен к месту работы в зимний период.

4.72. На участках действующей наледи и в местах ее возможного возникновения земляное полотно необходимо возводить, как правило, из привозных дренирующих или крупнообломочных грунтов. При использовании глинистых грунтов насыпь отсыпают сначала на неполную высоту и ширину, а затем производят досыпку насыпи и засыпку откосов дренирующим грунтом, толщина слоя которого должна быть не менее 0,5 м.

Если насыпь сооружают из глинистых грунтов на полную высоту и ширину, то со стороны формирования наледи следует устраивать берму из дренирующего грунта шириной не менее 2 м и высотой не менее расчетной мощности наледи.

4.73. Разработку выемок в льдонасыщенных грунтах следует выполнять, как правило, в зимний период с применением взрывного способа или тяжелых бульдозеров-рыхлителей. Предусмотренные проектом мероприятия по укреплению откосов должны выполняться до начала оттаивания грунта.

4.74. При подготовке и разработке притрассовых карьеров для заготовки грунта в летний период необходимо руководствоваться следующими положениями:

карьеры следует подготавливать заблаговременно (в конце зимнего периода), производя тщательную расчистку поверхности от снега и удаление мохорастительного покрова, в карьерах, предназначенных к разработке в весенний период, рекомендуется укладывать на расчищенную поверхность полиэтиленовую пленку;

переувлажненные глинистые грунты необходимо разрабатывать способом послойного оттаивания на глубину 15-20 см, перемещая грунт бульдозером в штабель для просушивания, с последующей погрузкой в транспортные средства.

При разработке карьера необходимо своевременно устраивать водоотвод и временные покрытия для перемещения и стоянок автотранспорта и экскаватора.

Методические рекомендации по проектированию и строительству земляного полотна в зоне вечной мерзлоты с использованием разрыхленных грунтов, сохраняемых в мерзлом состоянии во время эксплуатации (для опытно-экспериментального строительства). – Изд. офиц. –М:/М-во трансп. Российской Федерации, Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор), 2003. – 32 с.

Настоящие Методические рекомендации разработаны в развитие ВСН 84-89 «Изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог в районах вечной мерзлоты».

Извлечение

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие рекомендации предназначены для применения в условиях 1-й дорожно-климатической зоны РФ.

1.2. Рекомендации предусматривают использование разрыхленных мерзлых грунтов при сооружении насыпей с формированием и сохранением мерзло-комковатого ядра насыпи на все время эксплуатации.

1.3. Рекомендации предназначены для автомобильных дорог общего пользования, сооружаемых в зоне вечной мерзлоты по I принципу, независимо от их категорийности (применение предлагаемых решений для тех или иных категорий определяется только технико-экономическими соображениями). При этом предполагается одностадийное строительство.

1.4. Эффект от применения мерзло-комковатых грунтов, сохраняемых в мерзлом состоянии в конструкциях земляного полотна на вечной мерзлоте, может быть получен за счет:

- уменьшения объема привозных качественных грунтов и открывающихся возможностей использования в нижней части насыпи местных мерзло-комковатых грунтов с сохранением их в мерзлом состоянии с помощью конструктивных методов;

- сокращения объемов замены грунтов в основании дорожных одежд в выемках в вечномерзлых грунтах;

- сокращения сроков строительства в результате перехода на одностадийное строительство;

- повышения надежности и долговечности дорожных конструкций, устраиваемых с сохранением вечной мерзлоты;

- снижения экологического ущерба при строительстве дорог в зоне вечной мерзлоты;

- возможного снижения затрат на уплотнение нижней части насыпей, в которой используются мерзло-комковатые грунты;

- снижения затрат на ремонтные работы.

1.5. Конструктивные решения с использованием мерзло-комковатых грунтов назначаются на основе специальных теплофизических и прочностных расчетов, принципы которых изложены в п. 6. Уточненные расчеты выполняются с помощью специальных компьютерных программ.

При проектировании конструкции необходимо учитывать возможное влияние механических свойств теплоизолирующих слоев и мерзло-комковатого ядра на прочность дорожной одежды.

1.6. Реализация настоящих Методических рекомендаций предполагается в опытно-экспериментальном порядке при обязательном научном сопровождении согласно требованиям ОС-754-р от 10.09.02 «Временное руководство по организации освоения инноваций при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог», М., 2002 г.

2. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЕ

2.1. Использование мерзло-комковатых грунтов, сохраняемых в мерзлом состоянии во время эксплуатации, возможно только при строительстве по первому принципу в 1-й и 2-й подзонах I дорожно-климатической зоны (ВСН 84-89), которые примерно соответствуют зоне сплошного распространения вечной мерзлоты, при следующих условиях:

- температура грунтов на глубине нулевых годовых амплитуд ниже -1,5°С;

- широкое развитие мерзлотных процессов и явлений: подземные льды различного генезиса, бугры пучения, термокарст, морозобойное растрескивание, солифлюкция, наледные участки и т.п.;

- наличие грунтов IV-V категории просадочности.

2.2. Для реализации 1-го принципа следует использовать следующие конструктивные способы сохранения мерзло-комковатого ядра насыпи и мерзлоты в ее основании:

- устройство из обычных грунтов насыпей высотой, обеспечивающей сохранение мерзло-комковатого ядра и вечной мерзлоты в основании насыпи; требуемую для этого высоту насыпи определяют по теплотехническим расчетам;

- применение устройств искусственного охлаждения земляного полотна (сезонно-охлаждающих установок СОУ, термосифонов вентиляционных каналов и др.);

- устройство в земляном полотне специальных теплоизоляционных слоев (в том числе из пенопластовых плит, торфа и др.), обеспечивающих сохранение мерзло-комковатого ядра и мерзлоты в основании; при этом требуемую толщину слоев и их расположение в конструкции определяют на основе теплотехнических расчетов.

Выполнение основных объемов работ по сооружению земляного полотна производят в зимнее время.

Решение в пользу того или иного конструктивного способа принимается на основании экономических или иных соображений.

3. ОБЩАЯ МЕТОДИКА НАЗНАЧЕНИЯ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ С МЕРЗЛО-КОМКОВАТЫМ ЯДРОМ

3.1. Исходной информацией для назначения дорожной конструкции с мерзло-комковатым ядром служит:

- дорожно-климатическая зона;

- требуемая высота насыпи по условиям снегонезаносимости;

- толщина насыпи, обеспечивающая сохранение вечной мерзлоты без применения теплоизолирующих слоев.

3.2. Общий порядок разработки проектного решения земляного полотна автомобильной дороги в районе, где целесообразно применение принципа сохранения вечной мерзлоты, должен предусматривать следующее:

- проложение трассы дороги с учетом требований действующих СНиП, ландшафтных комплексов и мерзлотно-грунтовых условий, обеспечивающее получение решения, близкого к оптимальному с точки зрения реализации принятого принципа проектирования с учетом возможных затрат на строительство и эксплуатацию дороги;

- построение продольного профиля, отвечающего требованиям СНиП к дороге рассматриваемой технической категории; при построении продольного профиля в качестве руководящей рабочей отметки земляного полотна принимается высота насыпи, отвечающая условиям снегонезаносимости для данного района;

- выделение по построенному продольному профилю участков, высота насыпи на которых обеспечивает целесообразность применения мерзло-комковатых грунтов, сохраняемых в мерзлом состоянии во время эксплуатации; для выполнения этой процедуры осуществляются теплофизические расчеты с прогнозными оценками;

- выполнение расчетов, уточняющих требуемую толщину теплоизолирующего слоя с учетом конкретных условий (высоты насыпи, грунта, дорожной одежды, конкретных климатических данных, срока строительства и т.п.).

3.3. После выполнения теплотехнических расчетов и определения требуемой толщины теплоизолирующих слоев принятая ранее конструкция дорожной одежды должна быть проверена на прочность с учетом реальной толщины теплоизолирующих слоев.

Российской Федерации, Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор), 2003. – 27 с.

Разработанные методы пригодны для использования при строительстве дорожных оснований и укреплении обочин земляного полотна. Приведена технология работ по укреплению обочин различными методами.

Извлечение

Значительное распространение в России за последние 10 лет получили методы стабилизации глинистых грунтов растворами стабилизаторов на кислотной основе. Обработка стабилизаторами позволяет увеличить модуль упругости и прочностные характеристики глинистого грунта на 20-30%. Одновременно повышается водостойкость грунта, а оптимальная влажность снижается на 2-4%. Характерная особенность метода – применение растворов стабилизаторов очень низкой концентрации. Реальный расход стабилизатора при строительстве 1 км конструктивного слоя толщиной 20 см и шириной 8 м составляет 120-200 л. Последнее обстоятельство позволяет получать громадный экономический эффект на стройках, пользующихся привозными каменными материалами.

Многолетний практический опыт применения этих стабилизаторов в разных регионах России показал, что ввиду недостаточной водостойкости и прочности обработанные связные грунты имеют ограниченное применение, а зачастую требуют значительных затрат на усложнение дорожной конструкции. На участках дорог в местах высокого уровня грунтовых вод со вторым и третьим типом местности по условиям увлажнения возникает необходимость в обязательном устройстве гидроизоляционных прослоек и водонепроницаемых покрытий или защитных слоев, в увеличении водостойкости связных грунтов, обработанных стабилизатором.

Проведенные работы показали, что положительный эффект достигается в случае обработки стабилизаторами лишь суглинистых и глинистых грунтов определенного минералогического состава. При этом снижение содержания глинистых частиц до 30%

значительно снижает физико-механические свойства обработанного грунта. Это ограничивает возможность применения метода.

В последние годы разработаны комплексные методы укрепления глинистых грунтов с применением стабилизаторов, синтетических смол, вяжущих материалов. Применение этих методов позволяет значительно повысить водостойкость и прочностные характеристики укрепленных глинистых грунтов.

Разработанные методы пригодны для использования при строительстве дорожных оснований и укреплении обочин земляного полотна.

В настоящих рекомендациях приведена технология работ по укреплению обочин различными методами.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Укрепление обочин земляного полотна с применением стабилизаторов грунтов осуществляют с целью защиты земляного полотна и прикромочной зоны дорожной одежды от разрушения, увлажнения и выполнения требований СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги».

1.2. Укрепление обочин осуществляют путем создания на части ширины обочины слоя из местного или привозного грунта, обработанного вяжущим материалом или стабилизатором.

1.3. Для обработки грунтов могут быть использованы специальные стабилизаторы, синтетические смолы, органические или неорганические вяжущие материалы.

1.4. Выбор способа укрепления обочин и технологии производства работ определяется типом грунта обочин, категорией дорог и технологическими возможностями организации, производящей работы.

Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах. - Изд. офиц. - М.:

М-во трансп. Российской Федерации, Федер. дор. агентство (Росавтодор), 2004. - 252 с.

Настоящее Пособие разработано на основе «Пособия по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах» (к СНиП 2.05.02-85).

Извлечение

1. Общие положения

1.1. К слабым следует относить связные грунты, имеющие прочность на сдвиг в условиях природного залегания при испытании прибором вращательного среза менее 0,075 МПа, удельное сопротивление статическому зондированию конусом с углом при вершине $\alpha=30^{\circ}$ менее 0,02 МПа или модуль осадки при нагрузке 0,25 МПа более 50 мм/м (модуль деформации ниже 5 МПа). При отсутствии данных испытаний к слабым грунтам следует относить: торф и заторфованные грунты, илы, сапропели, глинистые грунты с коэффициентом консистенции более 0,5, иольдиевые глины, грунты мокрых солончаков.

Основания насыпи, в которых в пределах активной зоны имеются слои слабых грунтов мощностью более 0,5 м, относят к слабым основаниям. Для предварительной оценки глубина активной зоны сжатия может быть принята равной полуширине насыпи понизу. В зависимости от состояния и свойств слабых грунтов слабые основания делятся на типы по устойчивости.

1.2. В основу проектного решения на участке залегания слабых грунтов может быть положен один из двух принципов:

- удаление слабого грунта и замена его или применение эстакад;

- использование слабого грунта в качестве основания насыпи с применением мероприятий, обеспечивающих устойчивость основания и ускорение его осадки, а также прочность дорожной одежды, сооружаемой на таком земляном полотне.

1.3. Принцип и конкретное проектное решение по конструкции насыпи выбираются на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом:

- категории автомобильной дороги и типа дорожной одежды;

- требуемой высоты насыпи и качества имеющегося для ее отсыпки грунта;

- протяженности участка со слабыми грунтами;

- вида и особенностей свойств слабых грунтов, залегающих на участке, и особенностей строения слабой толщи (мощность, наличие переслаивания, уклона кровли подстилающих пород и т.д.);

- условий производства работ, в том числе сроков завершения строительства, климата района, времени года, в которое будут выполняться земляные работы, дальности возки грунта, возможностей строительной организации (обеспеченность транспортом, наличие специального оборудования и т. п.).

1.4. Использование слабого грунта во многих случаях существенно снижает стоимость и трудоемкость работ, повышает темпы строительства, поэтому отказ от его использования должен быть обоснован технико-экономическим анализом с учетом конкретных условий. Такой анализ осуществляется на основе прогнозов устойчивости, конечной величины и длительности осадки слабой толщи при возведении на ней насыпи.

1.5. Земляное полотно на участках слабых грунтов проектируют в виде насыпей. Требования к грунтам верхней насыпи (рабочего слоя), а также необходимое минимальное возвышение низа дорожной одежды над расчетным уровнем поверхностных и грунтовых вод определены действующими СНиП 2.05.02-85 применительно к III типу местности по характеру и условиям увлажнения.

Примечание. При назначении высоты насыпи, сооружаемой на торфяном основании, кроме обычных требований, связанных с водно-тепловым режимом и снегозаносимостью, необходимо учитывать требования п. 1.9 настоящего Пособия.

Нижнюю часть насыпи, располагающуюся ниже уровня поверхности земли, следует устраивать из дренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации не менее 1,0 м/сут. При этом толщина слоя из такого грунта должна быть на 0,3-0,5 м больше суммарной величины расчетной осадки основания и мощности удаляемого слоя (если применяется частичное или полное удаление). Требования к

грунтам рабочего слоя и средней части насыпи принимаются по СНиП 2.03.02-85. При этом предпочтение следует отдавать применению песчаных и крупнообломочных грунтов с содержанием глинисто-пылеватой фракции до 10%.

1.6. К земляному полотну, сооружаемому с использованием слабых грунтов в основании насыпи, кроме общих требований, изложенных в действующих нормативных документах, предъявляются дополнительные требования:

- должна быть исключена возможность выдавливания оставляемого слабого грунта из-под насыпи в процессе ее возведения и эксплуатации (обеспечена устойчивость основания);
- интенсивная часть осадки должна завершиться до сооружения покрытия;
- упругие колебания земляного полотна, возникающие при наличии торфяных грунтов в основании насыпи, не должны превышать величину, допускаемую для принятого типа покрытия.

1.7. На насыпях, в основании которых оставлены слабые грунты, капитальные покрытия можно устраивать после завершения не менее 90 % расчетной осадки или при условии, что средняя интенсивность осадки за месяц, предшествующий устройству покрытия, не превышает 2 см/год. Для устройства облегченных покрытий требуется достижение не менее 80% конечной осадки или интенсивности осадки не более 5 см/год.

1.8. Для исключения недопустимых упругих колебаний толщина насыпей, сооружаемых на торфяных основаниях, должна быть не менее указанной в табл. 3.2. Для насыпей на торфяном основании, толщина которых по статическому расчету менее значений, приведенных в табл.3.2, необходимо провести динамический расчет с целью проверки допустимости ускорений колебаний земляного полотна по условиям вибрационной прочности покрытия. Методика динамического расчета насыпей на торфяных грунтах изложена в приложении.

В случаях, когда невозможно или нецелесообразно обеспечить требуемую толщину насыпи, допускается предусматривать насыпь меньшей толщины. При этом необходимо выполнить проверочный расчет дорожной одежды на динамическую устойчивость и при необходимости изменить

(усилить) в соответствии с его результатами конструкцию дорожной одежды.

1.9. При расчете дорожной одежды по ОДН 218.046-01 величину расчетного эквивалентного модуля упругости на поверхности земляного полотна, сооруженного на слабом грунте, следует определять по формуле

$$E_{экв} = \frac{E_{сл}}{\frac{2}{\pi} \cdot \left[arctg\, 1{,}5 \cdot \frac{(h_н + H_{сл})}{D} - \left(1 - \frac{E_{сл}}{E_н}\right) arctg\, 1{,}5 \frac{h_н}{D} \right]},$$

где $E_{сл}$ - модуль упругости слабого грунта в его расчетном состоянии под насыпью;

$h_н$ - толщина насыпи;

$H_{сл}$ - мощность слабой толщи;

D - расчетный диаметр отпечатка колеса;

$E_н$ - модуль упругости грунта насыпи.

1.10. На стадии разработки инженерного проекта конструкцию земляного полотна следует обосновывать поэтапно. На стадии обоснования инвестиций целесообразно рассматривать такие варианты конструкций, уточнение которых на стадии инженерного проекта и рабочей документации давали бы возможность снизить строительную стоимость без снижения уровня надежности.

На первом этапе выделяют участки, для которых дальнейшая проработка варианта с использованием слабого грунта в основании нецелесообразна, и участки, где этот вариант может быть целесообразным.

Применительно к первым участкам принимается окончательное решение (за исключением особо сложных случаев, где удаление слабых грунтов связано с применением специальных методов).

Для участков, где использование слабых грунтов представляется целесообразным, на первом этапе принимают предварительное решение, которое затем подлежит уточнению при разработке рабочей документации. В особо сложных случаях могут быть предусмотрены специальные обследования и опытные работы для окончательного обоснования.

1.11. Для обоснования выбора конструкции земляного полотна проект должен содержать:

- материалы подробного инженерно-геологического обследования грунтовой толщи на участках залегания слабых грунтов, включая данные по мощности отдельных слоев и расположению их в плане и по глубине, а также данные по расчетным значениям физико-механических характеристик грунтов этих слоев, положению уровня грунтовых вод и т.п.;

- исходные данные по проектируемой насыпи (высота и другие геометрические параметры, а также свойства грунтов, укладываемых в насыпь), расчетные условия движения и данные по особенностям условий эксплуатации;

- результаты инженерных расчетов, обосновывающие принятую конструкцию;

- указания по порядку сооружения запроектированной конструкции.

1.12. Объем, состав и методы получения данных, необходимых для обоснования конструкции земляного полотна, так же как и методы расчетов, зависят от стадии проектирования. Рекомендации по инженерно-геологическому обследованию участков, на которых залегают слабые грунты, а также по расчету и конструированию земляного полотна на этих участках изложены в разделах 2-4 настоящего Пособия.

Земляное полотно на участке залегания слабых грунтов в общем случае проектируют в следующем порядке:

- на основе результатов инженерно-геологических обследований намечают расчетные участки и устанавливают расчетные параметры слабой толщи и характеристик слагающих ее грунтов;

- устанавливают минимально допустимую высоту насыпи на данном участке, руководствуясь условиями водно-теплового режима, снегозаносимости и исключения упругих колебаний (см. п. 1.9);

- с учетом минимально допустимой высоты наносят красную линию, устанавливают расчетную высоту насыпи на различных поперечниках и намечают расчетные поперечники;

- определяют расчетом величину осадки на расчетных поперечниках;

- проверяют устойчивость основания на расчетных поперечниках;

- прогнозируют длительность завершения осадки;

- намечают варианты конструктивно-технологических решений, обеспечивающих в случае необходимости повышение устойчивости, ускорение осадки или снижение ее величины;

- выполняют расчеты по этим вариантам и выбирают оптимальный;

- дают рекомендации по наиболее рациональной технологии механизации и организации работ;

- выполняют наблюдения в процессе строительства и (в случае необходимости) вносят коррективы в расчеты по фактическим данным с целью уточнения объемов земляных работ, режима возведения насыпи, сроков устройства дорожной одежды и т. д.

1.13. В целях оптимизации проектных решений и процесса инженерно-геологических изысканий последние необходимо стремиться организовать в тесной увязке с проектированием как единый комплексный процесс.

Состав работ при индивидуальном проектировании

1.14. В соответствии со СНиП 2.05.02-85 при проектировании земляного полотна на участках залегания слабых грунтов могут применяться индивидуальные решения, а также индивидуальная привязка типовых решений при соответствующих обоснованиях.

Индивидуальное проектирование земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах предусматривает:

1) назначение геометрических параметров насыпи с учетом обеспечения её устойчивости и исключения недопустимых вертикальных деформаций по величине и интенсивности в случае полного или частичного сохранения слабых грунтов в основании;

2) назначение дополнительных мероприятий для обеспечения этих условий и принятие соответствующих технологических регламентов.

1.15. Для принятия решений по конструкции насыпи на слабом основании необходимо проведение инженерных изысканий по специальной программе, в процессе которых осуществляются:

- геотехническая оценка свойств грунтов слабой толщи;

- определение типа слабого основания по устойчивости;

- выделение расчётных поперечников по всему участку на слабом основании;

- уточнение выделенных в полевых условиях границ различных слоев слабой толщи по результатам лабораторного определения их (грунтов) состава и состояния;

- предварительное обоснование необходимости удаления или сохранения слабых грунтов в основании насыпи;

- прогноз осадки насыпи (конечной и во времени);

- выполнение расчёта динамической устойчивости насыпи на торфяном основании;

- назначение дополнительных мероприятий для обеспечения устойчивости насыпи и ускорения её осадки.

Обоснование проектных решений

1.16. Индивидуальное проектирование насыпей автомобильных дорог должно производиться на основании анализа данных инженерных изысканий, выполняемых по специальной программе. Одним из основных этапов инженерных изысканий являются инженерно-геологические изыскания, в результате которых должна была получена информация, необходимая для обоснования положения трассы, назначения конструкции земляного полотна, дополнительных мероприятий для обеспечения устойчивости насыпи и исключения недопустимой по величине и интенсивности осадки и для разработки технологических регламентов. При обосновании проектного решения и технологических регламентов необходимо учитывать реальные условия строительства (требуемые сроки и время года строительства, возможности обеспечения соответствующей техникой, опыт проведения тех или иных работ строительной организацией и др.).

Объем, состав и методы получения данных, необходимых для обоснования конструкции земляного полотна, так же, как и выбор методов расчетов, зависят от стадии проектирования.

1.17. Земляное полотно на участке залегания слабых грунтов проектируют в следующем порядке:

- определяют величину конечной осадки насыпи при использовании слабых грунтов в основании;
- проверяют устойчивость слабого основания;
- прогнозируют длительность завершения осадки насыпи;
- в случае необходимости намечают и рассчитывают варианты конструктивно-технологических решений, обеспечивающих повышение устойчивости, ускорение осадки или снижение ее величины;
- выбирают наиболее оптимальный вариант конструкции насыпей и вариант участка трассы на слабом основании;
- дают рекомендации по наиболее рациональной технологии, механизации и организации работ.

1.18. Для выбора конструкции земляного полотна проект должен содержать:

- материалы подробного инженерно-геологического обследования грунтовой толщи на участках залегания слабых грунтов, включая данные по: а) мощности и расположению их в плане, б) мощности слоев и значениям физико-механических характеристик грунтов, в) положению уровня грунтовых вод;
- исходные данные по проектируемой насыпи: а) высота и другие ее геометрические параметры, б) свойства грунтов, укладываемых в насыпь, в) расчетные условия движения транспорта;
- результаты инженерных расчетов, обосновывающие принятую конструкцию насыпи;
- указания по порядку сооружения запроектированной насыпи и осуществлению дополнительных мероприятий.

Окончательно конструкция земляного полотна на участках распространения слабых грунтов должна приниматься на основе технико-экономических расчетов альтернативных вариантов.

Руководство по укреплению конусов и откосов земляного полотна автомобильных дорог с использованием

геосинтетических материалов и металлических сеток / ФГУП «Союздорнии». – М., 2002. – 36 с.

Извлечение

1.1. Настоящее Руководство предназначено для использования при выборе и назначении конструкций укрепления конусов и откосов земляного полотна автомобильных дорог с применением геосинтетических материалов и металлических сеток, а также для оптимизации технологии производства укрепительных работ.

1.2. При выполнении проектных и строительно-монтажных работ на основе решений, изложенных в Руководстве, следует соблюдать требования действующих нормативных документов: СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования», СНиП 3.06.03-86 «Автомобильные дороги. Организация, производство и приемка работ», «Методических рекомендаций по применению габионных конструкций в дорожно-мостовом строительстве» (Союздорпроект, 1999), ГОСТ Р5128-99 «Сетки проволочные крученые с шестиугольными ячейками для габионных конструкций. Технические условия».

1.3. Проектная документация, составляемая на основе настоящего Руководства, а также проект производства работ должны быть представлены в полном объеме. В случае замены существующих проектных решений, например, монолитных бетонных или сборных типов укрепления с применением геосинтетических материалов, необходимо ввести соответствующие изменения в документацию и согласовать их с заказчиком, проектной и эксплуатационной организациями.

1.4. Исходное сырье для синтетических материалов и металлических сеток должно соответствовать требованиям к геопластикам, геосинтетическим материалам и металлам, используемым в мировой практике для дорожного строительства. На каждую партию материала следует представить технические условия, технические требования, сертификат качества.

1.5. Применяемые материалы не должны нарушать экологию местности, прилегающей к откосной части дороги. На каждую партию материала необходимо представить гигиенический сертификат.

1.6. Выбор синтетических материалов и металлических элементов для проведения укрепительных работ осуществляют на основе технико-экономического обоснования, включающего такие характеристики материала, как прочность на растяжение, эластичность, усилие продавливания, длительная прочность, коэффициент трения системы грунт-материал, коэффициент фильтрации, коррозионная стойкость металлических изделий и т.д. Выбор осуществляется по схеме: идентичное качество – низкая цена.

1.7. При заключении контракта на поставку геосинтетических материалов рекомендуется предусмотреть предварительную поставку их образцов для проведения специализированными организациями (например, Союздорнии) контрольных испытаний соответствия механических и экологических характеристик материала техническим условиям, требованиям и сертификату качества.

1.8. Конструкции укрепления конусов и откосов с использованием геосинтетических материалов и металлических элементов предназначены для усиления местной устойчивости грунтовых поверхностей: защиты от эрозионных деформаций, сплывов, оплывин, а в некоторых случаях для обеспечения общей устойчивости в комплексе, например, с армогрунтовыми сооружениями.

Технологические карты на устройство земляного полотна и дорожной одежды. - Изд. офиц. М.: М-во трансп. Российской Федерации, Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор), 2004. *– 360 с.*

Технологические карты предназначены для практического применения при строительстве, реконструкции автомобильных дорог, разработке проектно-технологической документации; обучения рабочих и специалистов дорожно-строительных

организаций передовой технологии и организации работ, а также для студентов высших и среднетехнических учебных заведений дорожной специальности.

Извлечение

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Типовые технологические карты по сооружению земляного полотна и устройству конструктивных слоев дорожных одежд разработаны в целях обеспечения дорожного строительства наиболее рациональными решениями по технологии и организации производства работ, повышения производительности труда и качества выполняемых технологических процессов.

Настоящие типовые технологические карты состоят из двух разделов.

Раздел 1 – **Сооружение земляного полотна автомобильных дорог.**

Технологическая карта № 1

ВОЗВЕДЕНИЕ НАСЫПИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ИЗ ГРУНТА БОКОВЫХ РЕЗЕРВОВ БУЛЬДОЗЕРОМ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Технологическая карта разработана на возведение земляного полотна высотой до 1,5 м из грунта боковых резервов на основе методов научной организации труда и предназначена для использования при разработке проектов производства работ и организации труда на строительном объекте.

В технологической карте принято возведение насыпи земляного полотна из грунта II группы двусторонних боковых резервов бульдозером. Глубина боковых резервов не должна превышать 1,5 м.

Во всех случаях применения технологической карты необходима привязка ее к конкретным условиям производства работ.

Технологическая карта № 2

ВОЗВЕДЕНИЕ НАСЫПИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ИЗ ГРУНТА ПРИТРАССОВЫХ КАРЬЕРОВ СКРЕПЕРОМ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Технологическая карта разработана на возведение земляного полотна высотой до 1,5 м из грунта притрассовых карьеров. Ведущий механизм - самоходный скрепер МоАЗ-6007 с вместимостью ковша 11 м^3.

Карта разработана на основе методов научной организации труда и предназначена для составления проектов производства работ и организации труда на строительных объектах.

1.2. Эффективность применения скреперов определяется расстоянием транспортировки грунта, вместительностью ковша, трудовыми затратами и скоростью передвижения.

1.3. Выбор машин для производства основных земляных работ должен обосновываться технико-экономическим расчетом.

1.4. В состав работ входят:

- снятие растительного слоя грунта;
- рыхление грунта в карьерах (при необходимости);
- разработка грунта в притрассовом карьере, его перемещение в насыпь и послойное разравнивание;
- устройство временных въездов на насыпь;
- увлажнение уплотненного слоя грунта (при необходимости);
- послойное уплотнение грунта в насыпи;
- срезка рыхлого грунта с откосов насыпи и планировка поверхности откосов;
- планировка верха земляного полотна;
- уплотнение верха земляного полотна;
- покрытие откосов насыпи растительным грунтом.

1.5. Землевозные пути с односторонним движением скреперов и радиусами поворотов не менее 50 м следует устраивать по рациональным схемам, принятым в ППР.

Технологическая карта № 3

ВОЗВЕДЕНИЕ НАСЫПИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ВЫСОТОЙ ДО 1,5 м С РАЗРАБОТКОЙ ГРУНТА В КАРЬЕРЕ ЭКСКАВАТОРАМИ ЭО-4225 И ТРАНСПОРТИРОВКОЙ АВТОМОБИЛЯМИ-САМОСВАЛАМИ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Технологическая карта разработана на основе методов научной организации труда и предназначена для использования при разработке проектов производства работ и организации труда на строительном объекте.

Технологическая карта составлена на возведение насыпи земляного полотна высотой 1,5 м при разработке грунта II группы экскаваторами типа ЭО-4225 с вместимостью ковша 1,25 м^3 и перевозке грунта автомобилями-самосвалами.

Для транспортировки грунта в данном технологическом процессе приняты автомобили-самосвалы КамАЗ-55111.

Во всех случаях применения технологической карты необходима привязка ее к конкретным условиям производства работ с учетом имеющихся материально-технических ресурсов.

Технологическая карта № 5

ВОЗВЕДЕНИЕ НАСЫПИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ВЫСОТОЙ 9 м С РАЗРАБОТКОЙ ГРУНТА В КАРЬЕРЕ ЭКСКАВАТОРАМИ ЭО-4225 И ТРАНСПОРТИРОВКОЙ АВТОМОБИЛЯМИ-САМОСВАЛАМИ

(сосредоточенные работы)

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Технологическая карта разработана на основе методов научной организации труда и предназначена для использования при

разработке проектов производства работ и организации труда на строительном объекте.

Технологическая карта составлена на возведение насыпи земляного полотна высотой 9 м при разработке грунта II группы экскаваторами типа ЭО-4225 с вместимостью ковша 1,25 м^3 и перевозке грунта автомобилями-самосвалами. Для транспортирования грунта в данном технологическом процессе приняты автомобили-самосвалы КамАЗ-55111.

Во всех случаях применения технологической карты необходима привязка ее к конкретным условиям производства работ с учетом имеющихся материально-технических ресурсов.

Технологическая карта № 6

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ТИПА ПОЛУВЫЕМКА-ПОЛУНАСЫПЬ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Технологическая карта разработана на основе методов научной организации труда и предназначена для использования при составлении проектов производства работ и организации труда на строительных объектах.

Карта составлена на возведение земляного полотна шириной 12 м и высотой 3 м типа полувыемка-полунасыпь на косогоре крутизной 1:4. В качестве ведущего механизма принят бульдозер ДЗ-171 с разработкой грунта II группы.

Во всех случаях применения технологической карты необходима привязка ее к местным условиям.

1.2. В состав работ входят:

- срезка растительного слоя грунта в пределах полосы отвода;
- устройство нагорной канавы;
- нарезка уступов;
- разработка грунта в выемке с перемещением в насыпь;
- послойное разравнивание грунта;
- увлажнение уплотняемого слоя грунта водой (при необходимости);

• послойное уплотнение грунта в насыпи;

• срезка рыхлого грунта с откоса насыпи и планировка его поверхности;

• планировка верха земляного полотна;

• окончательное уплотнение верха земляного полотна.

1.3. Недопустимо отсыпать насыпь на косогоре до устройства продольных водоотводных канав (нагорной канавы).

Типовые решения по восстановлению несущей способности земляного полотна и обеспечению прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на пучинистых участках автомобильных дорог / Рос. дор. агентство. – М., 2000. – 104 с.

Извлечение

Настоящие типовые решения предназначены для использования при ремонте или реконструкции пучинистых участков автомобильных дорог с одеждами нежесткого типа в районах сезонного промерзания грунтов на территории Российской Федерации.

Типовые решения разработаны с учетом действующих нормативных документов, методических указаний и рекомендаций.

В настоящей работе использованы типовые строительные конструкции ранее разработанных типовых проектов.

В типовые решения вошли конструкции и мероприятия, проверенные временем, зарекомендовавшие себя при эксплуатации дорог и наиболее эффективные при выполнении затрат.

В данных типовых решениях в первую очередь рассматриваются вопросы снижения влажности грунтов земляного полотна как одной из основных причин пучинообразования с помощью дренажа, гидроизоляции и совершенствования конструкций. Представлены также конструкции с морозозащитными и теплоизолирующими слоями и армирующими прослойками для обеспечения морозоустойчивости дорожной одежды и усиления несущей способности земляного полотна на пучинистых участках автомобильных дорог.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Проектирование мероприятий по ремонту (реконструкции) пучинистых участков дороги следует начинать с установления требований по прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на таких участках. Для установления этих требований нужно иметь следующую информацию: количество пучинистых участков на 1 км дороги и их суммарную протяженность, коэффициенты прочности дорожной одежды и сроки ее усиления на здоровых (непучинистых) участках дороги. На основе этой информации назначают тип требований к пучинистому участку дороги.

К первому типу относят отдельные участки автодороги, подверженные пучинообразованию и требующие ремонта, которые расположены на дороге, находящейся в удовлетворительном состоянии. В рамках этих требований конструкция дорожной одежды на пучинистом участке должна быть равноценна по прочности и морозоустойчивости конструкции на здоровых участках дороги. В этом случае требуемый модуль упругости дорожной конструкции на пучинистом участке должен быть не менее общего модуля упругости конструкции на соседнем здоровом участке дороги. Пучение грунта в местах сопряжения со здоровым участком дороги должно быть равным значению пучения на этом здоровом участке. Пучение грунта в средней части ремонтируемого (реконструируемого) участка не должно превышать допустимого значения для принятого типа покрытия. Интенсивность изменения величины пучения грунта по длине пучинистого участка не должна превышать допустимого значения. При выполнении этих требований повышается долговечность дорожной одежды и предотвращается появление трещин в покрытии в местах сопряжения со здоровым участком дороги из-за различий в величине пучения грунтов.

В расчет следует включать значение общего модуля упругости дорожной конструкции, полученное по данным испытания на здоровых участках дороги. Ожидаемое значение пучения грунтов на этих участках определяют по номограммам, приведенным ниже.

Ко второму типу относят участки автодороги, подверженные пучинообразованию, которые расположены на дороге, находящейся

в неудовлетворительном состоянии, и требуется усиление дорожной одежды в ближайшее время. В этом случае требуемый модуль упругости дорожной конструкции на пучинистом участке нужно принимать равным проектному значению общего модуля упругости конструкции на здоровых участках дороги после усиления дорожной одежды. При отсутствии таких данных требуемое значение модуля упругости дорожной одежды на пучинистом участке следует принимать по табл. 3.3 ВСН 46-83 «Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа»*.

Допустимая величина пучения грунтов на пучинистом участке должна быть равна ожидаемой величине пучения грунтов на соседнем здоровом участке дороги после усиления дорожной одежды. При отсутствии таких данных следует принимать допустимую величину пучения грунтов на пучинистом участке с учетом ожидаемой величины пучения грунтов на здоровом участке дороги до усиления дорожной одежды.

Ожидаемую величину пучения грунтов на здоровом (непучинистом) участке дороги определяют по номограммам. Независимо от результатов расчета допустимая величина пучения грунтов на пучинистом участке дороги не должна превышать: 4 см при устройстве дорожной одежды капитального типа с асфальтобетонным покрытием и 6 см при устройстве дорожной одежды облегченного типа с асфальтобетонным покрытием.

При полном переустройстве дорожной одежды с заменой переувлажненных и разуплотненных грунтов на участке ремонта (реконструкции) дороги другим грунтом толщиной не менее 2/3 глубины промерзания земляного полотна и уплотнении этого грунта до нормативной плотности уменьшается неравномерность пучения. В этом случае можно принять допустимую величину пучения грунта равную 6 см при устройстве дорожной одежды капитального типа с асфальтобетонным покрытием.

---

* ВСН 46-83. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа заменена на ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд. Дата введения 01.01.2001 г.

Неравномерность пучения грунта уменьшается также под влиянием нагрузки от веса вышележащих мерзлых слоев земляного полотна и дорожной одежды. За счет этого можно повысить допустимую величину пучения грунта. Значения повышающих коэффициентов ($С_{доп}$) приведены в табл. 5.

1.2. Для установления причин повреждения дорожной одежды на пучинистом участке необходимо провести обследование дороги (методика обследования приведена ниже) и сопоставить между собой конструкцию дорожной одежды и грунтово-гидрологические условия на пучинистом и здоровом участках дороги. При этом необходимо обратить внимание на:

- наличие подземных вод и глубину их залегания от низа дорожной одежды;
- участки с необеспеченным поверхностным стоком с определением расстояния от уреза воды до бровки земляного полотна;
- места с вогнутыми вертикальными кривыми и места уменьшения уклонов на участках с затяжными продольными уклонами, превышающими поперечные, где возможно движение воды в дренирующем слое вдоль дороги;
- наличие пучинистых грунтов и глубины их залегания от низа дорожной одежды.

На основе полученной информации следует установить источник переувлажнения грунтов или выявить другие причины повреждения дорожной одежды на пучинистом участке дороги.

1.3. В зависимости от выявленных причин повреждения дорожной одежды на пучинистом участке дороги назначают мероприятия по улучшению водно-теплового режима земляного полотна, к которым относятся:

- устройство по перехвату и отводу воды, поступающей с верховой стороны по слоям дорожной одежды из зернистых материалов, при наличии затяжных продольных уклонов и обратных уклонов (поперечные дрены);
- устройство по устранению влияния поверхностных вод на влажность грунтов рабочего слоя на участках с необеспеченным поверхностным стоком (бермы, уположенные откосы, экраны, кюветы);
- устройство по устранению влияния подземных вод на влажность грунтов рабочего слоя на участках с верховодкой и

близким залеганием грунтовых вод (дренажи глубокого заложения, гидроизолирующие и капилляропрерывающие прослойки);

- устройство по уменьшению глубины промерзания земляного полотна (теплоизолирующие слои из пенопласта);

- замена пучинистых грунтов (песком, гравием и другими непучинистыми материалами).

1.4. Величина пучения грунтов на пучинистом участке дороги определяется по данным натурных обследований. Ожидаемую величину пучения с учетом расчетного срока службы дорожной одежды определяют по номограммам, представленным в настоящих типовых решениях. Методика расчета величины пучения по номограммам изложена в разделе 2.3. Для последующих расчетов при проектировании противопучинных мероприятий принимается максимальная величина пучения.

1.5. Для предварительной оценки эффективности того или иного мероприятия приведены коэффициенты снижения пучения для различных дорожно-климатических зон, типов увлажнения и видов грунтов. Значения коэффициентов снижения пучения представлены в таблицах раздела 4.

1.6. При разработке варианта дорожной одежды по условиям прочности он должен быть проверен на морозоустойчивость. Морозоустойчивость обеспечивается в том случае, когда пучение грунтов земляного полотна не превышает допустимой величины. Ожидаемую величину пучения грунтов устанавливают по номограммам в зависимости от местоположения пучинистого участка, конструкции дорожной одежды (наименование и толщина слоев), необходимой по условиям прочности, типа увлажнения рабочего слоя земляного полотна, глубины залегания расчетного уровня подземных вод от низа дорожной одежды в случае 3-го типа увлажнения, наименования грунта земляного полотна, определяемых по результатам детального обследования дороги.

При превышении величины пучения грунтов допустимого значения следует увеличить толщину покрытия или основания дорожной одежды или ввести в дорожную конструкцию дополнительный слой: морозозащитный или теплоизолирующий. Грунты и материалы, применяемые для устройства этих слоев, выбирают из перечня, приведенного в приложении 7.

1.7. Дорожная одежда на пучинистом участке должна предусматривать устройство дренирующего слоя из зернистых

материалов с коэффициентом фильтрации не менее 2 м/сут или устройство дренирующей прослойки из геотекстиля толщиной не менее 4 мм и водопроницаемостью 50 м/сут и более.

Дренирующий слой на пучинистых участках проектируют по принципу осушения. На таких участках не допускается устраивать дренирующий слой по принципу поглощения. Вода из-под дорожной одежда должна отводиться путем устройства дренирующих слоев, размещаемых на полную ширину земляного полотна, или с помощью трубчатых дрен за пределы земляного полотна. При устройстве дренирующей прослойки из геотекстильного материала нужно обеспечить выпуски полотнищ на откосы насыпи не менее чем на 0,5 м.

1.8. Проектирование дорожной одежды на пучинистом участке дороги следует проводить в следующем порядке. Нужно определить требуемое значение модуля упругости дорожной конструкции и допустимое значение пучения грунтов на пучинистом участке дороги. Кроме того, нужно установить причины повреждения дорожной одежды на основе результатов обследования дороги. После чего следует назначить мероприятия по устранению этих причин. С учетом этих мероприятий принимают расчетное значение модуля упругости грунтов рабочего слоя земляного полотна.

При проведении мероприятий по восстановлению несущей способности земляного полотна, не затрагивающих самой конструкции существующей дорожной одежды, которое возможно за счет продольного и поперечного водоотвода и защиты рабочего слоя земляного полотна от воды, проектирование мероприятий по обеспечению прочности дорожной одежды следует проводить в соответствии с ВСН 52-89 «Указания по оценке прочности и расчету усиления нежестких дорожных одежд». Проектирование новой дорожной одежды следует вести в соответствии с ВСН 46-83 «Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа».

Далее переходят к оценке морозоустойчивости выбранного варианта конструкции дорожной одежды. При ожидаемой величине пучения грунтов, установленной по номограмме, более допустимого значения увеличивают толщину покрытия или основания дорожной одежды или включают в конструкцию морозозащитный или теплоизолирующий слой. Толщину этого слоя вычисляют исходя

из того, чтобы пучение грунтов не превышало допустимого значения.

Следует разработать несколько вариантов конструкции дорожной одежды при различных способах регулирования водно-теплового режима земляного полотна. Эти конструкции нужно сравнить между собой по стоимостным показателям, технологичности, наличию потребных дорожно-строительных материалов и требуемым срокам строительства. По результатам такого сравнения вариантов нужно выбрать наиболее подходящую для конкретных условий строительства конструкцию дорожной одежды на пучинистом участке дороги.

Казарновский В.Д., Лейтланд И.В., Мирошкин А.К. Основы нормирования и обеспечения требуемой степени уплотнения земляного полотна автомобильных дорог / ФГУП «Союздорнии». – М., 2002. – 54 с.

Извлечение

В изложенном материале можно выделить следующие основные позиции:

1. Уплотнение грунтов в дорожном строительстве – это одна из основополагающих проблем, разрабатываемых дорожной наукой на протяжении более 50 лет. На результатах этих научных разработок основываются нормы плотности, отраженные в основных нормативных документах по строительству дорог, а также технология и механизация работ по уплотнению грунтов.

2. Нормативные значения степени уплотнения определяются с учетом следующих основных положений:

- грунт, имеющий заданную влажность, нельзя уплотнить кратковременно действующей нагрузкой (при сколь угодно большом ее значении и числе приложений) до плотности выше плотности, соответствующей суммарному объему пор, равному объему воды, содержащейся в грунте при данной влажности. Большее уплотнение грунта возможно только после предварительного снижения его влажности;

- под воздействием факторов водно-теплового режима и напряжений от временной и постоянной нагрузок первоначально получаемая при уплотнении плотность грунта изменяется в годовом и многогодовом циклах. Степень изменения зависит от параметров воздействующих факторов; конструкции дорожной одежды, расположенной на поверхности земляного полотна; состава грунта и его исходного состояния по плотности и влажности. При прочих равных условиях наиболее стабилен грунт, имеющий при уплотнении влажность, близкую к максимальной молекулярной влагоемкости, когда практически вся вода находится в связанном состоянии. Эта влажность оптимальна для получения структуры грунта, наиболее стабильной к воздействию факторов водно-теплового режима;

- возможный предел уплотнения заданного грунта при заданной его влажности достигается при определенном уровне уплотняющего воздействия: величине возникающих напряжений и суммарной длительности их действия. Минимальное уплотняющее воздействие, которое позволяет достичь предела уплотнения грунта при влажности, обеспечивающей стабильную структуру, является наиболее рациональным с точки зрения затрат на уплотнение. В связи с этим уплотняющие средства должны позволять получить такое воздействие при приемлемой для практики суммарной длительности приложения уплотняющей нагрузки (число проходов и т.п.);

- в лабораторных условиях эталонную зависимость плотности грунта от его влажности можно получить методом стандартного уплотнения. Испытаниями на стандартное уплотнение определяются максимальная плотность и оптимальная влажность; из известных методов стандартного уплотнения оптимальную влажность, близкую максимальной молекулярной влагоемкости, дают обычный метод Проктора и метод Союздорнии. Установлено, что предел уплотнения достигается при этой влажности уплотняющими средствами средней массы (катки 8 т) за приемлемое число проходов и при соответствующем ограничении толщины уплотняемого слоя. Использование более тяжелой техники позволяет при той же влажности грунта уменьшить требуемое число приложений нагрузки и увеличить допустимую толщину уплотняемого слоя;

- обследование состояния по плотности насыпей земляного полотна, проработавших не менее 20 лет, показало, что плотность грунта в них близка к максимальной плотности при стандартном уплотнении по обычному методу Проктора или методу Союздорнии.

3. Выявленные закономерности позволили установить нормы уплотнения на основе параметров, получаемых по методам стандартного уплотнения, через коэффициенты уплотнения (отношение требуемой плотности сухого грунта к максимальной плотности сухого грунта при стандартном уплотнении). Для глинистых грунтов по нормам ведущих стран в пересчете на метод Союздорнии они колеблются от 1,01 до 0,90. Отечественные нормы по минимальным коэффициентам уплотнения, отвечающие фактическим коэффициентам уплотнения насыпей, проработавших не менее 20 лет, являются одними из самых жестких среди норм для глинистых грунтов в насыпях автомобильных дорог. Нет ни одного примера, объективно свидетельствующего о недостаточности норм, действующих в настоящее время в России.

4. Нормативные положения по уплотнению, принятые на основе метода стандартного уплотнения, касаются не только плотности, но и влажности грунта при уплотнении. При этом степень увлажнения грунта оценивается тоже как отношение фактической влажности к оптимальной по стандартному методу. Нормы плотности (особенно ниже 1,0) могут быть обеспечены при так называемой допустимой влажности, которая несколько превышает оптимальную по методу стандартного уплотнения и зависит от требуемой плотности. При влажности грунта больше допустимой нормы плотности не обеспечиваются никакими уплотняющими средствами.

5. Природная влажность глинистых грунтов в I-II и частично III дорожно-климатических зонах в 80% случаев превышает оптимальную по методу Союздорнии. С учетом того, что допускаемая влажность несколько больше оптимальной, нормы плотности выше 1,0 не могут быть обеспечены по ограничению, которое связано с природной влажностью более чем для 65% объема грунтов. Это не позволяет говорить о повышении норм плотности уже по этой причине. Дополнительным ограничением является снижение плотности грунта рабочего слоя земляного

полотна во времени под воздействием водно-теплового режима (промерзание - оттаивание - увлажнение - высушивание).

6. Поведение грунта земляного полотна под действием водно-теплового режима и нагрузок зависит не только от свойств грунта, но и от конструкции земляного полотна и дорожной одежды. Земляное полотно (рабочий слой) и дорожная одежда проектируются комплексно. Принимаемые в расчет значения прочностных и деформационных характеристик грунтов, а также водно-температурных и силовых воздействий на рабочий слой увязаны с конструкцией дорожной одежды.

7. В случаях, когда с помощью конструктивных специальных мер (термоизолирующие, гидроизолирующие слои и т.п.) создается возможность сохранить полученную при строительстве плотность грунта, нормы рекомендуют рассматривать варианты повышенного уплотнения. При этом влажность грунта в момент уплотнения не должна препятствовать получению повышенной плотности. Это возможно в южных регионах (при производстве работ в летнее время) или при введении в технологический процесс подсушивание грунта. Такие решения принимаются на основе технико-экономических расчетов.

Альтернативой уплотнению грунта рабочего слоя могут служить его улучшение и укрепление с помощью добавок и вяжущих, а в ряде случаев – применение конструктивных специальных решений (устройство прослоек и т.п.).

8. Существующие уплотняющие средства позволяют обеспечить требуемые коэффициенты уплотнения при влажности грунта в пределах от нормальной до допустимой. При этом, в зависимости от их вида и мощности, меняются толщина уплотняемого слоя и число приложения нагрузки.

При снижении влажности при уплотнении может потребоваться применение более тяжелых уплотняющих средств. Эта же проблема возникает при получении более высокой плотности при пониженной влажности грунта.

Выбор оптимальных средств — это самостоятельная задача, аналогичная проблеме повышения эффективности технологии уплотнения.

9. Основным недостатком технологии и организации уплотнения является несбалансированность темпов строительства

земляного полотна с номенклатурой и количеством уплотняющих средств у конкретного подрядчика. Кроме того, должен быть ужесточён действенный контроль технологии уплотнения (контроль не только плотности, но и исходной влажности грунта, его состава, однородности и т.п.).

Таким образом, из изложенного выше можно сделать следующие общие выводы:

1. Действующие нормы плотности земляного полотна основаны на результатах комплексных многолетних исследований. Они увязаны со свойствами грунтов, конструкциями земляного полотна и дорожных одежд, их напряженным состоянием, воздействием водно-теплового режима, с условиями увлажнения основной массы грунтов в их природном залегании, возможностями уплотняющей техники. Иными словами, нормы всесторонне учитывает как природные факторы и особенности работы земляного полотна, так и технологические и экономические аспекты. В настоящее время нет объективных доказательств недостаточности этих норм, поэтому постановка этого вопроса, особенно в части глинистых грунтов, не имеет оснований.

2. Имеющиеся в настоящее время уплотняющие средства по своим техническим параметрам позволяют при допустимой влажности грунта обеспечивать требуемые коэффициенты уплотнения. Вопрос заключается только в том, что разные средства обеспечивают различный уровень экономичности процесса уплотнения (производительность, расход горючего и т.д.) и требуют грамотного их применения в технологии уплотнения.

3. В проблеме уплотнения существует несколько аспектов, проведение исследований по которым могло бы быть, на наш взгляд, полезным без претензий на опасный и необоснованный радикализм ужесточения норм:

- необходимо более подробно изучить проблему большей дифференциации норм плотности с учетом особенностей территорий и дорожной сети и с большим отражением в них статистической природы показателей степени уплотнения грунта. При этом региональную дифференциацию норм плотности следует сочетать с дифференциацией расчетных характеристик грунта земляного полотна, используемых при проектировании дорожных одежд;

- следует усилить работы по созданию системы и средств оперативного контроля грунтов, используемых в земляном полотне (степень увлажнения, состав, степень уплотнения);

- необходимо продолжить совершенствование технологии и средств уплотнения грунтов в дорожном строительстве с учетом особой важности этого элемента технологии в обеспечении качества и долговечности конструкции.

Каталог «Техника, технология и материалы в дорожном хозяйстве» / М-во транспорта Российской Федерации, Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор). – М., 2003. – 172 с.

Извлечение

4.4. ГЕОРЕШЕТКА «ПРУДОН-494»

Описание технологии и область применения:

Объемная георешетка – конструкция из полимерных лент, скрепленных между собой посредством сварных швов таким образом, что при растяжении в поперечном направлении представляет собой сотовую систему. В растянутом положении она образует пространственную конструкцию с заданными геометрическими очертаниями и размерами. Георешетка «Прудон-494» способна ограничивать сдвиговые деформации и армировать грунты, создавая единую структурную массу, которая выдерживает большое давление, поэтому георешетка успешно используется для укрепления откосов насыпных сооружений, конусов, путепроводов и мостов.

При строительстве автомобильных дорог георешетка применяется для объемного армирования земляного полотна, конструктивных слоев дорожной одежды из несвязных (сыпучих) материалов.

При возведении мостов, путепроводов георешетки используются для укрепления конусов, а также для устройства подпорных стенок. В этом случае «Прудон-494» представляет собой многослойную конструкцию, в которой георешетки расположены горизонтально одна над другой, со смещением на расстояние, равное половине ширины ячейки.

В гидротехническом строительстве с применением геосинтетики решаются задачи гидроизоляции и дренажа, армирования и стабилизации откосов набережных, русл постоянных водотоков, защиты их от эрозии и размыва.

Опыт применения, возможности использования:

Промышленное производство, применение на территории всех субъектов Российской Федерации.

Результаты использования:

Георешетка «Прудон-494» используется для укрепления конусов, что позволяет уменьшить расход строительных материалов и снизить транспортные расходы; сократить расходы на содержание конструкции укрепления конуса; обеспечить долговечность выполняемой конструкции; повысить морозостойкость.

4.5. ПЛИТЫ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫЕ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Описание технологии и область применения:

Плиты пенополистирольные для теплоизоляции с модулем упругости 15-18 МПа удовлетворяют требованиям, предъявляемым к пенопластам для использования в дорожной одежде.

Коэффициент теплопроводности I составляет 0,028 Вт/мК, водопоглощение за 30 сут – 0,4% по объему, прочность на сжатие при 10%-ной линейной деформации – 0,25-0,5 МПа, предел прочности при статическом изгибе 0,4-0,7 МПа.

Рекомендуется для использования в качестве теплоизолирующего слоя дорожной одежды в зоне вечной мерзлоты дня сохранения основания насыпи или ее нижней части совместно с основанием в мерзлом состоянии, а также во 2 и 3 дорожно-климатических зонах для недопущения промерзания грунтов земляного полотна и исключения таким образом морозного пучения.

Опыт применения, возможности использования:

«Пеноплэкс» был применен в опытном порядке на дорогах МКАД – Каширa и Серпухов – Тула.

Результаты использования:

Отсутствие морозного пучения. Зафиксированная разность температур над плитой толщиной 8 см и под ней составила 5-6°С.

Попов В.Г. Строительство автомобильных дорог // Пособие для мастеров и производителей работ дорожных организаций / МАДИ (ГТУ). - М, 2001. - 185 с.

Извлечение

Глава 2. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО

2.1. Общие требования

Рельеф местности, климатические, гидрологические и гидрогеологические условия оказывают существенное влияние на строительство автомобильных дорог.

Насыщение земляного полотна влагой – крайне опасное явление, при котором значительно снижается прочность дорожной одежды, устойчивость земляного полотна и основания насыпей.

Источниками увлажнения земляного полотна являются:

выпадающие осадки;

приток воды от таяния снега;

капиллярное поднятие от уровня грунтовых вод (УГВ);

конденсация водяных паров из воздуха;

перемещение пленочной воды.

В годовом цикле изменения влажности в грунтах земляного полотна различают периоды:

первоначальное накопление влаги осенью от дождей;

промерзание земляного полотна и перераспределение влаги в зимний период;

оттаивание земляного полотна и весеннее переувлажнение грунтов;

летнее просыхание.

Перемещение влаги интенсивно протекает при температуре от 0 до 3°С. При более низких температурах вода замерзает, образуя ледяные прослойки, которые раздвигают грунтовые частицы и вызывают поднятие (пучение) грунта, приводящее к выпучиванию покрытия. Характеристикой зимнего влагонакопления в грунте служит коэффициент пучения ($К_п$), который выражает отношение высоты поднятия поверхности покрытия к глубине промерзания. При благоприятных гидрогеологических условиях $К_п$ составляет 2-3%, а при неблагоприятных (уровень грунтовых вод

близок к поверхности грунта) может достигнуть 15-20%. **Первоначальный признак пучин - появление сетки мелких трещин и влажных пятен на покрытии.**

Для предотвращения пучин проводят мероприятия:

летне-осенние - обеспечение стока воды с поверхности покрытия, устранение ям, колей; неровностей вдоль насыпей, исправление и углубление водоотводных канав;

зимние - обеспечение минимального влагонакопления в земляном полотне при его быстром промерзании за счет очистки от снега земляного полотна на всю ширину;

весенние - полная очистка от снега обочин и откосов земляного полотна, водоотводных канав, выходных частей дренажа, водопропускных труб.

Разнообразие климатических, почвенно-грунтовых и гидрологических условий на территории России не позволяет строить земляное полотно и дорожную одежду по единым нормам и правилам. Территория России по общности климата, гидрологическим и геоморфологическим условиям делится на 5 дорожно-климатических зон. Границы между зонами условны, их можно до 150 км переносить к северу или югу при обосновании по грунтово-геологическим условиям.

По условиям увлажнения верхней толщи грунтов различают 3 типа местности:

1 тип – сухие участки. Поверхностный сток обеспечен, грунтовые воды не влияют на увлажнение верхней толщины грунтов, почвы подзолистые, без признаков заболачивания;

2 тип – сырые места с избыточным увлажнением в отдельные периоды года. Поверхностный сток не обеспечен, грунтовые воды не влияют на увлажнение верхних толщин грунтов, почвы средне- и сильноподзолистые, полуболотные с признаками заболачивания;

3 тип – мокрые места с постоянным избыточным увлажнением. Грунтовые воды или длительностоящие (более 30 суток) поверхностные воды влияют на увлажнение верхних толщин грунтов, почвы торфяно-болотные и полуболотные.

Для надежной работы дорожной одежды необходимо в течение года обеспечить постоянство водно-теплового режима земляного полотна. Для этого требуется поднять бровку земляного

полотна над источником увлажнения на высоту, которая обеспечивает равнопрочность земляного полотна на всем участке автомобильной дороги.

Земляное полотно как основание дороги возводится из естественных и искусственных грунтов.

Грунты для дорожного строительства классифицируются на крупнообломочные, песчаные и глинистые (табл. 13). Наибольшее распространение имеют глинистые грунты, которые по показателю текучести подразделяются на твердые, полутвердые, пластичные и текучие.

Грунты по степени увлажнения и допустимой влажности разделяются на недоувлажненные, нормальные и повышенной влажности (табл. 14).

При замерзании по степени пучинистости грунты классифицируются на 5 групп.

Для определения типов грунтов, их плотности и влажности в полевых условиях необходимо пользоваться таблицами.

Для обеспечения устойчивости и прочности рабочего слоя земляного полотна и дорожной одежды необходимо возвышать поверхность покрытия от 0,90 до 2,4 м над расчетным УГВ верховодкой или длительностоящими (более 30 суток) поверхностными водами.

При невозможности выполнения этих требований в стесненных местах (путепроводы, населенные пункты и т. д.) верхнюю часть земляного полотна следует устраивать на 2/3 глубины промерзания из непучинистых грунтов.

Возвышение бровки насыпи на дорогах, проходящих в открытой местности, назначают над расчетной высотой снегового покрова не менее, м:

1,2 - для дорог I категории;

0,7 - для дорог II категории;

0,6 - для дорог III категории;

0,5 - для дорог IV, I-с категорий;

0,4 - для дорог V, II-с, III-с категорий.

Прочность земляного полотна зависит от равномерного послойного уплотнения грунтов. Коэффициент уплотнения зависит от типа покрытий и глубины расположения грунта от его поверхности.

Таблица 13

Классификация грунтов по дорожно-строительным свойствам

Виды грунтов	Распределение части по крупности, % от сухой массы	Содержание песчаных частиц, % от массы сухого грунта	Число пластичности	Пригодность грунтов для дорожного строительства	
				при сооружении земляного полотна	при укреплении вяжущими материалами
Крупнообломочные					
Щебенистый	Крупнее 10 мм – более 50%	-	-	Весьма пригоден	Частицы менее 50 мм используют как гранулометрические добавки
Дресвяный	Крупнее 2 мм – более 50%	-	-	Весьма пригоден	Весьма пригоден при разнозернистом составе
Песчаные					
Песок гравелистый	Крупнее 2 мм – более 25%	-	-	Весьма пригоден	Весьма пригоден для укрепления цементом
Песок крупный	Крупнее 0,5 мм – более 50%	-	-	Пригоден	Пригоден
Песок средней крупности	Крупнее 0,25 мм – более 50%			Пригоден	Менее пригоден, чем крупный
Песок мелкий	Крупнее 0,10 мм - более 75%	-	-	Пригоден, но менее устойчив	Пригоден для укрепления цементом или эмульсией
Песок пылеватый	Крупнее 0,05 мм – более 75%	-	-	Малопригоден	Малопригоден
Глинистые					
Супесь	Легкая крупная	50	1-7	Весьма пригоден	Весьма пригоден
Супесь	Легкая пылеватая	20-50	1-7	Малопригоден	Пригоден
	Тяжелая пылеватая	20	1-7	Непригоден	Малопригоден
Суглинок	Легкий	40	7-12	Пригоден	Пригоден
	Легкий пылеватый	40	7-12	Малопригоден	Пригоден
	Тяжелый	40	12-17	Пригоден	Пригоден с ограничением
	Тяжелая пылеватая	40	12-17	Малопригоден	Малопригоден
Глина	Песчанистая	40	17-27	Пригоден	Малопригоден
	Пылеватая полужирная	Не нормируется	17-27	Малопригоден	Малопригоден
	Жирная	Не нормируется	27	Непригоден	Непригоден

Таблица 14

Степени увлажнения грунтов

Разновидность грунта по степени увлажнения	Влажность грунта
Недоувлажненный	Менее 0,9 W_o
Нормальной влажности	от 0,9 W_o до $W_{доп}$
Повышенной влажности	от $W_{доп}$ до $W_{пр}$
Переувлажненный	Более $W_{пр}$

Примечание:

W_o - оптимальная влажность;

$W_{доп}$ - допустимая влажность;

$W_{пр}$ - максимально возможная влажность грунта при коэффициенте уплотнения 0,90.

Подписано в печать 23.06.2005 г. Формат бумаги 60х84 1/16.
Уч.-изд.л. 2,4. Печ.л. 2,7. Тираж 100. Изд. № 848. Ризография № 402

Адрес ФГУП "ИНФОРМАВТОДОР":
129085, Москва, Звездный бульвар, д. 21, стр. 1
Тел. (095) 747-9100, 747-9105, тел./факс: 747-9113
E-mail: gost.e-ecolog.ru
Сайт: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru