



МОСАВТОДОР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**Правила по строительству оснований и покрытий
дорожных одежд местных (сельских)
автомобильных дорог Московской области с
использованием укрепленных грунтов.**

СТО 26233397 МОСАВТОДОР.1.1.1.01-2013

Москва, 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ « О техническом регулировании» , а правила применения стандартов организации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарт организации. Общие положения.»

Сведения о стандарте

1. **РАЗРАБОТАН** Государственным казенным учреждением Московской области «Управление автомобильных дорог Московской области»
2. **УТВЕРЖДЕН и ВВЕДЕН в ДЕЙСТВИЕ** Приказом Государственного казенного учреждения Московской области «Управление автомобильных дорог Московской области» № 203 от 23 июля 2013 г.
3. **ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР**
4. **ВЗАМЕН** ГОСТ 30491 «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства» и ГОСТ 23558-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства».

Правила по строительству оснований и покрытий дорожных одежд местных (сельских) автомобильных дорог Московской области с использованием укрепленных грунтов.

Содержание

Введение.....	2
Раздел 1. Технические условия на укрепленные грунты для оснований и покрытий дорожных одежд местных (сельских) автомобильных дорог.....	3
1 Область применения.....	3
2 Нормативные ссылки.....	3
3 Термины и определения.....	4
4 Технические требования.....	5
5 Правила приёмки.....	12
6 Методы подбора состава и контроля укрепленных грунтов.....	15
7 Транспортирование и хранение	20
Приложение А (рекомендуемое) Область применения укрепленных грунтов.....	22
Приложение Б (рекомендуемое) Степень водонасыщения и параметры замораживания-оттаивания укрепленных грунтов.....	24
Приложение В (рекомендуемое) Сочетание вяжущих материалов и активных добавок для приготовления укрепленных грунтов	25
Приложение Г (рекомендуемое) Перечень активных добавок для приготовления укрепленных грунтов.....	27
Приложение Д (рекомендуемое) Диапазон варьирования физико-механических показателей укрепленных грунтов в зависимости от применяемого оборудования	29
Приложение Е (рекомендуемое) Ориентировочная оптимальная влажность укрепленных грунтов	30
Приложение Ж (рекомендуемое) Методика определения морозостойкости укрепленных грунтов.....	31
Приложение З Подбор составов укрепленных грунтов.....	34
Библиография	36
Раздел 2. Расчетные характеристики укрепленных грунтов и типовые конструкции дорожных одежд с их использованием.....	37
Раздел 3. Устройство конструктивных слоев дорожных одежд автомобильных дорог из укрепленных грунтов.....	41

Технологический регламент устройства конструктивных слоев основания из укрепленных грунтов, приготовленных методом смешения на дороге (нижний слой основания толщиной 20 см из суглинка, укрепленного цементом и верхний слой основания толщиной 20 см из песчано-щебеночной смеси, укрепленной цементом).....53

Технологический регламент на устройство основания по холодной регенерации асфальтобетонных оснований и покрытий.....60

Введение

Стандарт организации (СТО) по строительству оснований и покрытий дорожных одежд местных (сельских) автомобильных дорог с использованием укрепленных грунтов в Московской области разработан с учетом новых технологий и техники, а также опыта строительства последних лет и исследований в этой области.

СТО включает три раздела: Раздел 1. «Технические условия на укрепленные грунты для оснований и покрытий дорожных одежд местных (сельских) автомобильных дорог», Раздел 2. «Расчетные характеристики укрепленных грунтов» и Раздел 3. «Устройство конструктивных слоев дорожных одежд автомобильных дорог из укрепленных грунтов».

В первом разделе приведены требования к укрепленным грунтам в зависимости от используемых вяжущих материалов. За основу приняты проверенные нормы (с ужесточением требований) по ГОСТ 23558-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства» и ГОСТ 30491-97 «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства». Изменено определение «укрепленные грунты», расширен диапазон используемых для укрепления грунтов, как в области природных, так и техногенных. Увеличена уплотняющая нагрузка, изменены методы подбора и испытания укрепленных грунтов. Расширен диапазон используемых вяжущих материалов и добавок для повышения качества укрепленных грунтов.

Во втором разделе приведены расчетные характеристики укрепленных грунтов в зависимости от используемых вяжущих и добавок и типовые конструкции дорожных одежд с использованием укрепленных грунтов. Расчетные характеристики по ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» модернизированы с учетом использования новых технологий и техники, а также результатов проведенных испытаний конструктивных слоев дорожных одежд из укрепленных грунтов.

Третий раздел посвящен организации строительства конструктивных слоев дорожных одежд и рабочего слоя земляного полотна из укрепленных грунтов, методы ухода и контроля. В разделе также приведены Технологические регламенты на строительство слоя из укрепленного грунта с помощью ресайклера (стабилизера), а также на технологию холодной регенерации асфальтобетонных оснований и покрытий.

Раздел 1. Технические условия на укрепленные грунты для оснований и покрытий дорожных одежд местных (сельских) автомобильных дорог.

1 Область применения

Настоящие Технические условия распространяются на укрепленные грунты, применяемые для устройства несущих и дополнительных слоев оснований и покрытий дорожных одежд, а также рабочего слоя земляного полотна местных (сельских) автомобильных дорог Московской области в соответствии с действующими строительными нормами.

Область применения укрепленных грунтов приведена в приложении А.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 125-79 Вяжущие гипсовые. Технические условия

ГОСТ 3344-83 Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства.

Технические условия

ГОСТ 5180-84 Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 9179-77 Известь строительная. Технические условия

ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 11955-82 Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия

ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний

ГОСТ 22733-2002 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности

ГОСТ 23558-94 Смеси щебёночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия

ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов. Технические условия

ГОСТ 23735-79 Смеси песчано-гравийные для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация

ГОСТ 25592-91 Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия

ГОСТ 25818-91 Золо-уноса тепловых электростанций для бетона. Технические условия

ГОСТ 25592-91 Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов Технические условия

ГОСТ 28622-90 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости

ГОСТ 28840-90 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ 30108-94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов

ГОСТ 30491-97 Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия

ГОСТ Р 52128-2003 Эмульсии битумные дорожные. Технические условия

3 Термины и определения

В настоящих Технических условиях (ТУ) применены следующие термины с соответствующими определениями:

Стабилизация грунтов – мероприятия по улучшению механических качеств грунтов и их несущей способности без создания дополнительной структуры путем предохранения существующих связей между частицами и агрегатами, главным образом, от разрушения при действии влаги. Достигается это, главным образом, применением поверхностно-активных веществ и стабилизаторов.

Укрепление грунтов – мероприятия по повышению несущей способности грунтов путем создания новых прочных и водостойких связей между частицами и агрегатами с образованием новой (дополнительной) структуры, путем воздействия на грунт структурообразующих веществ (в основном вяжущих материалов).

Укрепленный грунт - искусственный материал, получаемый смешением на дороге или в смесительных установках природных дисперсных и техногенных грунтов, а также промышленных отходов с органическими, неорганическими и комплексными вяжущими (далее вяжущими) с добавками или без добавок при оптимальной влажности, отвечающий в проектные и промежуточные сроки нормируемым ТУ показателям качества.

Технология холодной регенерации асфальтобетонных покрытий и оснований – измельчение асфальтобетонных покрытий и оснований (в том числе с захватом части щебеночного основания) преимущественно посредством холодного фрезерования ресайклером и укрепление полученного материала (асфальтобетонного гранулята) вяжущими материалами.

Грунты – природные дисперсные, техногенные грунты и промышленные отходы, рекомендуемые для укрепления.

Природные дисперсные грунты - крупнообломочные, пески и глинистые грунты по ГОСТ 25100.

Техногенные грунты – естественные грунты, измененные и перемещенные в результате производственной и хозяйственной деятельности человека, и антропогенные образования.

Антропогенные образования – твердые отходы производственной и хозяйственной деятельности человека, в результате которой произошло коренное изменение состава, структуры и текстуры природного минерального или органического сырья.

Промышленные отходы – твердые отходы производства, полученные в результате химических и термических преобразований материалов природного происхождения.

Асфальтобетонный гранулят (АГ) - материал фрезерования или дробления асфальтобетонных оснований и покрытий.

Ресайклер (марок Caterpillar, Wirtgen и др.) – машина для фрезерования (в т.ч. асфальтобетонных оснований и покрытий), измельчения и перемешивания промышленных отходов, природных и техногенных грунтов (в том числе АГ) с вяжущими и добавками.

Стабилизер – машина для измельчения и перемешивания грунтов с вяжущими и добавками;

j_n - насыпная масса скелета грунта по ГОСТ 8735.

j_e – масса скелета грунта естественного залегания по ГОСТ 5180.

j_m^r (j_m^{yr}) – масса скелета грунта (укрепленного грунта), уплотненного до максимальной плотности по ГОСТ 22733 (по настоящим ТУ).

$W_{opt.}$ ($W_{opt.}^{yr}$) – оптимальная влажность грунта (укрепленного грунта), определенная по ГОСТ 22733 (по настоящим ТУ).

Переувлажненный грунт - грунт с влажностью, превышающей допустимую по п. 3.18 раздела 3 настоящего СТО.

Стабилизаторы глинистых грунтов – водные растворы и полимерные эмульсии, содержащие активные ионы и поверхностно-активные вещества, участвующие в ионном обмене с активной частью глинистых грунтов и повышающие их плотность, прочность и морозостойкость без создания дополнительной структуры обрабатываемого грунта.

4 Технические требования

4.1 Укрепленные грунты должны изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологическому регламенту, утверждённому в установленном порядке строительной организацией.

4.2 Физико-механические показатели свойств укрепленных грунтов в зависимости от используемых вяжущих материалов должны соответствовать значениям, указанным в таблицах 1-2.

4.3 При испытании укрепленных грунтов на морозостойкость число циклов замораживания-оттаивания и температуру замораживания, а также степень водонасыщения назначают в зависимости от месторасположения слоя укрепленного грунта в дорожной одежде в соответствии с приложением Б.

Т а б л и ц а 1 – Требования к укрепленным грунтам с использованием органических и комплексных (органических и неорганических) вяжущих материалов

Наименование показателя	Значение показателя для укрепленных грунтов	
	жидким, вспененным или эмульгированным органическим вяжущим	жидким, вспененным или эмульгированным органическим вяжущим совместно с минеральным
Предел прочности на сжатие, МПа при температурах, °С, не менее:		
20	1,0	2,0
50	0,5	-
Предел прочности на сжатие водонасыщенных образцов при 20°С, МПа, не менее	0,6	1,2
Предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов при 20°С, МПа, не менее	-	0,4
Коэффициент морозостойкости, не менее	0,75	0,75
Набухание, % по объёму, не более	4,0	2,0
Примечание - Морозостойкость (количество циклов замораживания-оттаивания) для укрепленного грунта назначают в зависимости от его местоположения в дорожной одежде в соответствии с приложением Б.		

Т а б л и ц а 2 – Требования к укрепленным грунтам с использованием минеральных вяжущих материалов

Марка по прочности	Предел прочности (водонасыщенных образцов), МПа (кг/см ²) не менее		Коэффициент морозостойкости, не менее
	на сжатие R _{сж}	на растяжение при изгибе R _{изг}	
M10	1,0 (10)	0,2 (2)	0.75
M20	2,0 (20)	0,4 (4)	0.75
M40	4,0 (40)	0,8 (8)	0.75
M60	6,0 (60)	1,2 (12)	0.75
M75	7,5 (75)	1,5 (15)	0.75
M100	10,0 (100)	2,0 (20)	0.75

Примечание – Марку по морозостойкости - F (количество циклов замораживания-оттаивания) для укрепленного грунта назначают в зависимости от его местоположения в дорожной одежде в соответствии с приложением Б.

4.4 Укрепленные грунты в зависимости от значения суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов, определяемой по ГОСТ 30108, $A_{эфф}$ в применяемых грунтах и добавках используют при:

$A_{эфф}$ до 740 Бк/кг – для строительства дорог без ограничений;

$A_{эфф}$ свыше 740 до 2800 Бк/кг – для дорожного строительства вне населенных пунктов и зон перспективной застройки.

4.5 В конструктивном слое дорожной одежды из укрепленного грунта определяют влажность и плотность материала. Коэффициент уплотнения конструктивного слоя дорожной одежды из укрепленного грунта должен быть не ниже:

0.99 – для глинистых типов грунтов;

0.98 – для остальных типов грунтов.

4.6 Требования к грунтам

4.6.1 Для устройства дорожных и аэродромных оснований и покрытий из укрепленных грунтов, приготовленных в смесительных установках, применяют природные дисперсные грунты: крупнообломочные и пески, супеси всех разновидностей, а при укреплении методом смешения на дороге – суглинки и глины с числом пластичности не более 22.

Укреплять суглинки и глины органическими и комплексными вяжущими рекомендуется при соблюдении следующих условий:

суглинки от 12 до 17 и глины с числом пластичности до 22 - при введении добавок активных зол-уноса, шлаковых и золошлаковых смесей, песка из отсевов дробления карбонатных пород или природного крупнозернистого песка, материалов дробления и фрезерования цемента – и асфальтобетонных оснований и покрытий и т.п. Количество этих добавок должно приниматься в пределах 20-25% массы улучшаемого грунта и уточняться при лабораторном подборе состава смеси.

Укрепление глин битумными эмульсиями (в том числе совместно с цементом) не допускается.

Для укрепления минеральными вяжущими предпочтение следует отдавать карбонатным глинистым грунтам. Некарбонатные суглинки и глины, а также грунты, характеризующиеся кислой реакцией ($\text{pH} < 7$) допускается укреплять цементом только совместно с известью или при условии предварительной нейтрализации таких грунтов добавками каустической соды или других щелочных соединений.

4.6.2 Допускается применение засоленных грунтов, содержащих легкорастворимые соли не более 1% по массе, при условии укрепления их жидкими органическими вяжущими. Применение битумных эмульсий для укрепления засоленных грунтов не допускается.

Засоленные грунты с содержанием легкорастворимых солей сульфатов менее 2% и хлоридов менее 4% по массе допускается укреплять цементом, известью, известково-шлаковыми вяжущими.

Засоленные грунты с рН менее 7 перед обработкой цементом должны быть предварительно нейтрализованы добавками извести, каустической соды или другими щелочными соединениями.

Засоленные грунты с рН более 4 и содержанием солей сульфатов не более 3% и хлоридов не более 5% по массе допускается укреплять золами-уноса.

4.6.3 Кроме природных дисперсных грунтов, соответствующих требованиям 4.6.1 – 4.6.2, допускается использовать промышленные отходы и техногенные дисперсные грунты (в т.ч. материалы фрезерования и дробления старых дорожных одежд - АГ). Разрешается также применять песчано-гравийные, песчано-щебёночные, песчано-гравийно-щебёночные смеси и пески, отвечающие требованиям ГОСТ 23735 и ГОСТ 8736.

Максимальная крупность зёрен крупнообломочных, техногенных грунтов и промышленных отходов должна быть не более 40 мм.

4.6.4 Размер грунтовых агрегатов в размельчённом, подготовленном к обработке вяжущими материалами глинистом грунте, должен быть менее 5 мм.

4.6.5 Гумусовые горизонты дерново-подзолистых и полуболотных почв укреплять органическими вяжущими не допускается.

Не допускается укреплять минеральными вяжущими материалами грунты, содержащие гумусовые вещества в количестве более 2% по массе и примеси гипса в количестве более 10% по массе.

4.6.6 С целью снизить расход вяжущего, повысить показатели физико-механических свойств укрепленных грунтов всех типов и трещиностойкость слоя из них следует подбирать смеси оптимального состава (минимальной пористости) путем введения гранулометрических добавок (отходы камнедробления, золы уноса, золошлаковые смеси, естественные грунты, материалы дробления и фрезерования старых дорожных одежд и т.п.). Для АГ с этой целью необходимо применять добавки щебня, песка, отсеков дробления, минерального порошка. Тип и количество гранулометрической добавки должно уточняться при лабораторном подборе состава смеси.

4.6.7 В случае применения грунтов с показателями качества ниже требований, приведённых в 4.6.1, 4.6.5, должно быть проведено их исследование в специализированных лабораториях научно-исследовательских институтов для подтверждения возможности и технико-экономической целесообразности получения укрепленных грунтов с нормируемыми показателями качества.

4.7 Требования к вяжущим материалам и добавкам

4.7.1 В качестве органических вяжущих для приготовления укрепленных грунтов применяют битумы нефтяные дорожные жидкие по ГОСТ 11955 с вязкостью при C_{60}^5 не более 100 секунд, эмульсии битумные дорожные среднераспадающиеся классов: ЭБА-2, ЭБПА-2 (анионные), ЭБК-2, ЭБПК-2 (катионные) и медленнораспадающихся классов: ЭБА-3, ЭБПА-3, ЭБК-3, ЭБПК-3 по ГОСТ Р 52128. Для укрепления грунтов комплексными вяжущими (совместно с цементом) применяют анионные эмульсии.

Допускается применение других органических вяжущих (сланцевые битумы, вспененные битумы, битумные пасты, высокосмолистые нефти, универсины, полимерные эмульсии и латексы), удовлетворяющих требованиям действующих нормативных документов и обеспечивающих получение укрепленных грунтов в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Для устройства несущих слоёв оснований не допускается использование жидких битумов без активных добавок.

4.7.2 В качестве активных добавок к битуму применяют поверхностно-активные вещества (ПАВ) или продукты, содержащие ПАВ и удовлетворяющие требованиям действующих нормативных документов.

4.7.3 Сочетание органических вяжущих материалов и активных добавок, применяемых для укрепленных грунтов в зависимости от вида грунта, приведено в приложении В.

4.7.4 В качестве минеральных вяжущих материалов для приготовления укрепленных грунтов применяют:

- портландцемент – для глинистых грунтов, а для всех других типов грунтов - и шлакопортландцемент по ГОСТ 10178, марок не ниже 400 для покрытий и не ниже 300 – для оснований;
- известь строительную молотую негашеную и гидратную (пушонку) 1,2 сортов по ГОСТ 9179.

4.7.5 В качестве минеральных вяжущих также применяют:

А. активные материалы марок по прочности в 180-суточном возрасте, определенной по ГОСТ 3344, не менее 50:

золы-уноса сухого отбора по ГОСТ 25818 с содержанием свободной окиси кальция не менее 8%, удельной поверхностью не менее 3000 см²/г, содержанием сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO не более 6%, потери при прокаливании не более 5% по массе;

молотые высокоактивные и активные шлаки черной, цветной металлургии и фосфорные шлаки по ГОСТ 3344;

нефелиновый шлам по ТУ48-0114-19-84 и бокситовый шлам по ТУ48-2853-3/0-84 с содержанием двухкальциевого силиката C₂S не менее 40% по массе;

фторангидрит и ангидрито-силикатное вяжущее (АСВ) по ТУ 6-00-05807990-88-92.

Б. Комплексные вяжущие марок по прочности в 90-суточном возрасте, определяемой по ГОСТ 3344, не менее 100. Комплексное вяжущее состоит из основного компонента и активатора твердения. В качестве основного компонента следует использовать молотые слабоактивные и активные шлаки черной металлургии и шлаки фосфорные по ГОСТ 3344, основные золы уноса по ГОСТ 25818 и молотые золошлаковые смеси по ГОСТ 25592, бокситовые и нефелиновые шламы. В качестве активаторов твердения применяют портландцемент, шлакопортландцемент марок по прочности не ниже М400 по ГОСТ 10178, известь строительную молотую негашеную и пушонку 1,2 сортов по ГОСТ 9179, гипс строительный не ниже Г10 по ГОСТ 125, содощелочной (содосульфатный) плав с содержанием Na₂CO₃ не менее

95% и NaOH не менее 2% по массе, жидкое стекло с кремнеземистым модулем 1,7-1,8 и плотностью от 1,15 до 1,25 г/см³ по ТУ 6-08-01-686-86.

Для снижения расхода минеральных вяжущих материалов, повышения прочности, водо- и морозостойкости, трещиностойкости и улучшения технологических свойств укрепленных грунтов, следует применять химические добавки, стабилизаторы, удовлетворяющие требованиям соответствующих нормативных документов, утверждённых в установленном порядке. Повышению водо- и морозостойкости, а также трещиностойкости укрепленных грунтов способствует пропитка поверхности слоя латексами, эмульсиями и водными растворами химических веществ. Перечень химических добавок, применяемых при укреплении грунтов и для пропитки, приведён в приложении Г, а стабилизаторов – в п. 2.3 раздела «Устройство конструктивных слоев дорожных одежд автомобильных дорог из укрепленных грунтов».

4.8 Вода для приготовления укрепленных грунтов и растворов активных добавок должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732. Максимально допустимое содержание растворимых солей не должно превышать 10000 мг/л, в том числе ионов SO₄ – 2700 мг/л, Cl – 3500 мг/л.

5 Правила приёмки

5.1 Укрепленные грунты должны быть приняты техническим контролем изготовителя.

5.2 Приёмку укрепленных грунтов производят партиями.

При приёмке и отгрузке укрепленных грунтов, приготовленных в смесительных установках, партией считают количество материала одного состава, выпускаемого на одной установке в течение смены, но не более 400 т.

При приёмке укрепленных грунтов, приготовленных смешением на дороге, партией считают количество материала, обрабатываемого в течение одной смены на участке производства работ, но не более 300 т.

5.3 Количество укрепленного грунта определяют по массе.

Для проверки соответствия качества укрепленных грунтов требованиям настоящих ТУ проводят приёмочные и периодические испытания.

5.4 При приёмочном контроле (в зависимости от требований, предъявляемых к укрепленному грунту) определяют:

- предел прочности на сжатие водонасыщенных образцов при 20⁰С;
- набухание;
- предел прочности на сжатие при температурах 20⁰С и 50⁰С;

5.5 При операционном контроле определяют:

- один раз в месяц состав укрепленных грунтов;
- один раз в полгода предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов и морозостойкость укрепленных грунтов.

Удельную эффективную активность естественных радионуклидов в укрепленных грунтах принимают по максимальной величине удельной эффективной активности естественных радионуклидов, содержащихся в применяемых вяжущих материалах, грунтах и активных добавках. Эти данные указывает предприятие – поставщик в документах о качестве. В случае отсутствия данных о содержании естественных радионуклидов изготовитель осуществляет входной контроль вяжущих и грунтов силами специализированной лаборатории.

Операционный контроль проводят также в случае изменения свойств вяжущих и грунтов, применяемых для приготовления укрепленного грунта.

5.6 Для контроля качества укрепленного грунта от каждой партии отбирают и испытывают одну объединённую пробу, которую получают тщательным смешением точечных проб. Точечные пробы отбирают не менее 3-4 раз:

- в течение смены из смесительной установки;

- после прохода грунтосмесительной машины или дорожной фрезы на участке производства работ.

Масса объединенной пробы должна быть достаточной для проведения приёмосдаточных испытаний (не менее, указанной в таблице 3 ТУ).

5.7 При отгрузке из смесителя потребителю каждую партию укрепленного грунта (в зависимости от требований, предъявляемых к укрепленному грунту) сопровождают документом о качестве, в котором указывают:

- наименование изготовителя;
- номер и дату выдачи документа;
- назначение и тип укрепленного грунта;
- массу укрепленного грунта;
- время выпуска укрепленного грунта из смесителя;
- набухание;
- предел прочности на сжатие при температуре 20⁰С и 50⁰С;
- марку по прочности и морозостойкости;
- предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов при температуре 20⁰С;
- удельную эффективную активность естественных радионуклидов укрепленного грунта;
- наименование настоящих ТУ.

Т а б л и ц а 3 – Рекомендуемый объём пробы для проведения испытаний

Наибольшая крупность зёрен грунта, мм	Масса объединённой пробы, кг	
	для приёмочного контроля	для операционного контроля
5,0	3,5	5,0
20,0	10,0	15,0
40,0	25,0	40,0

5.8 Потребитель имеет право производить контрольную проверку соответствия укрепленного грунта требованиям настоящих ТУ, применяя следующий порядок отбора проб и оценки результатов.

Из укрепленного грунта отбирают девять проб от партии непосредственно из кузовов автомобилей. Из отобранных проб готовят три серии образцов по три образца в каждой серии. Каждую серию образцов испытывают отдельно. Сначала испытывают три образца первой серии.

При получении удовлетворительных результатов испытаний образцов первой серии образцы остальных серий не испытывают. При получении неудовлетворительных испытаний хотя бы одного из трёх образцов первой серии производят испытания остальных шести образцов (две другие серии). При неудовлетворительных результатах испытаний хотя бы одного из шести образцов партию бракуют.

6 Методы подбора состава и контроля укрепленных грунтов

6.1 Оптимальные содержания вяжущего и воды в составе укрепленных грунтов устанавливают методом подбора (приложение 3).

Под оптимальным содержанием вяжущего понимают такое количество вяжущего, которое обеспечивает требуемые показатели физико-механических свойств укрепленных грунтов с учётом пределов варьирования показателей (поправочного коэффициента K) от используемого оборудования. Диапазон пределов варьирования показателей приведён в приложении Д. Ориентировочные значения дозировок основного вяжущего материала приведены в приложении В.

Оптимальную влажность определяют методом подбора при лабораторных испытаниях. За оптимальную влажность при уплотнении укрепленного грунта принимают минимальную влажность (из рекомендуемой), при которой достигается максимальная плотность образцов. Рекомендуемая (ориентировочная) влажность при уплотнении укрепленных грунтов приведена в приложении Е.

Максимальную плотность укрепленного грунта (j_m^{yg}) вычисляют следующим образом: $j_m^{yg} = j_b^{yg} / 1 + 0.01 W_{opt.}^{yg}$, г/см³, где

$j_b^{yg} = m / V$ – плотность укрепленного грунта при оптимальной влажности, г/см³;

m – масса укрепленного грунта при оптимальной влажности, г;

V – объем образца укрепленного грунта при оптимальной влажности, вычисленный по размерам образца, см³.

6.2 При изготовлении цилиндрических образцов и образцов-балочек для их испытаний на предел прочности на сжатие и на растяжение при изгибе, соответственно, размеры форм назначают в соответствии с таблицами 4 и 5.

6.3 При подборе состава и формовании цилиндрических образцов для испытаний уплотнение укрепленных грунтов осуществляют в течение 3 минут под статической нагрузкой (30,0±0,3) МПа.

Допускается формовать образцы из укрепленных глинистых и песчаных (в том числе техногенных) грунтов на приборе стандартного уплотнения. Нагрузку уплотнения (количество ударов груза) образцов подбирают таким расчетом, чтобы плотность образцов была равной плотности, достигаемой при уплотнении нагрузкой (30,0±0,3) МПа.

Изготовление цилиндрических образцов из укрепленных грунтов статической нагрузкой осуществляют следующим образом.

Перед использованием форм их внутренние поверхности должны быть покрыты тонким слоем смазки (типа машинного масла). Форму со смесью (в количестве в соответствии с табл. 4) ставят на нижнюю плиту прессы, доводят до соприкосновения с верхним вкладышем. Давление на уплотняемую смесь доводят до (30,0 ±0,3) МПа в течение 5-10 секунд, через (3,0±0,1) минуты нагрузку снимают, а образец извлекают из форм выжимным приспособлением и измеряют его высоту штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм.

Т а б л и ц а 4 – Размеры цилиндрических форм и контрольных образцов
(в соответствии с ГОСТ 12801)

Грунт	Размер формы, мм		Размер образца-цилиндра, мм		Ориентировочное кол-во смеси на образец, г
	диаметр внутренний	высота	диаметр	высота	
Крупнообломочный при наибольшей крупности зёрен: 20 мм 40 мм	71,4	160,0	71,4	71,4	620-670 1700-2000
	101,0	180,0	101,0	101,0	
Песчаный и глинистый при наибольшей крупности зёрен и глинисто-пылеватых агрегатов мельче 5 мм	50,5	130,0	50,5	50,5	210-240

Т а б л и ц а 5 – Размеры образцов-балочек

Грунт	Размер образца - балочки, мм		
	длина	ширина	высота
Глинистый и песчаный	160	40	40
Крупнообломочный	400	100	100
Примечание – Размеры форм для изготовления образцов-балочек приведены в ГОСТ 12801 (рисунок 4).			

Если высота образца не соответствует приведённой в таблице 4, то требуемую массу смеси для формования образца g , г, рассчитывают по формуле

$$g = \frac{g_0 h}{h_0}, \quad (1)$$

где g_0 – масса пробного образца, г;

h - требуемая высота образца, мм;

h_0 - высота пробного образца, мм.

Образцы с дефектами кромок и непараллельностью верхнего и нижнего оснований бракуют.

Уплотнение образцов-балочек производят прессованием (время выдерживания образцов под нагрузкой $(3 \pm 0,1)$ минуты), при этом величину уплотняющей нагрузки подбирают с таким расчётом, чтобы плотность образца была равна плотности цилиндрических образцов.

Если высота образца не соответствует указанной в таблице 5, то величину навески корректируют по вышеприведённой формуле (1).

6.4 Образцы из грунтов, укреплённых органическими вяжущими материалами с активными добавками или без них хранят на воздухе при температуре $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Образцы из укреплённых грунтов, содержащие в своём составе добавку минеральных вяжущих, хранят в ванне с гидравлическим затвором или в эксикаторе (температуре воздуха $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, влажность – не менее 95%).

6.5 Образцы из грунтов, укреплённых органическими вяжущими, в том числе совместно с активными добавками, испытывают через 7 суток, из грунтов, укреплённых цементом, или органическими вяжущими с добавкой цемента - через 28 суток. Допускается, для получения ориентировочных значений предела прочности на сжатие испытывать образцы в более ранние сроки твердения.

Образцы из грунтов, укреплённых медленнотвердеющими вяжущими (золы-уноса, известково-зольным цементом, известково-шлаковым цементом, известью, ангидрито-силикатным вяжущим, белитовым шламом и вяжущими из него), хранят 90 суток. Для получения ориентировочных значений предела прочности на сжатие образцы следует хранить 28 суток; при этом полученные величины должны составлять не менее 50% проектных значений, а при использовании феррохромовых и отвальных доменных шлаков – не менее 10% и 30%, соответственно.

6.6 При испытании укрепленных грунтов на водонасыщение степень водонасыщения (полное или капиллярное) назначают в соответствии с приложением Б.

Капиллярное или полное водонасыщение образцов проводят в соответствии с приложением Ж.

6.7 Набухание образца H , %, из укрепленного грунта вычисляют по формуле

$$H = \frac{(q_2 - q_3) - (q - q_1)}{q - q_1} 100\% \quad (2)$$

где q_2 - масса насыщенного водой образца, взвешенного на воздухе, г;

q_3 - масса насыщенного водой образца, взвешенного в воде, г;

q - масса образца, взвешенного на воздухе, г;

q_1 - масса образца, взвешенного в воде, г.

За результат определения набухания принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение трёх определений, при этом расхождение между результатами испытания отдельных образцов не должно превышать $\pm 10\%$.

6.8 Перед испытанием на сжатие образцы из укрепленных грунтов выдерживают при температуре $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ и $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 2 часов в воздушной среде. Насыщенные водой образцы перед испытанием вытирают мягкой тканью или фильтровальной бумагой.

6.9 Предел прочности на сжатие образцов определяют на прессах механических или гидравлических по ГОСТ 28840 при скорости движения плиты пресса $(3,0 \pm 0,3)$ мм/мин.

При использовании гидравлических прессов эту скорость перед проведением испытания следует установить при холостом ходе поршня.

Предел прочности на сжатие $R_{сж}$, МПа, вычисляют по формуле

$$R_{сж} = \frac{P}{F} 10^{-2} \text{ (МПа)}, \quad (3)$$

где P - разрушающая нагрузка, Н;

F - первоначальная площадь поперечного сечения образца, см²;

10^{-2} – коэффициент пересчёта в МПа.

Предел прочности на растяжение при изгибе $R_{изг.}$, МПа, вычисляют по формуле

$$R_{изг.} = \frac{3Pl 10^{-2}}{2bh^2} \text{ (МПа)}, \quad (4)$$

где l - расстояние между опорами, см;

b и h – соответственно ширина и высота балочки, см.

За результат определения принимают округлённое до первого десятичного знака среднеарифметическое значение испытаний трёх образцов, при этом расхождение между результатами испытания отдельных образцов не должно превышать $\pm 10\%$.

6.10 Морозостойкость укрепленных грунтов определяют в соответствии с приложением Ж.

6.11 Удельную эффективную активность естественных радионуклидов определяют гамма - спектрометрическим методом по ГОСТ 30108.

6.12 Коэффициент уплотнения укрепленных грунтов определяют как отношение плотности скелета укрепленного грунта, взятого из уплотненного слоя, к максимальной плотности скелета укрепленного грунта лабораторного образца, вычисленной по 6.1 настоящих ТУ.

7 Транспортирование и хранение

7.1 Укрепленные грунты, приготавливаемые в установках, транспортируют к месту укладки автомобильным транспортом.

Продолжительность технологического разрыва между приготовлением и окончанием уплотнения смесей, включая продолжительность транспортирования к месту укладки, не должна превышать при обработке грунтов портландцементом или шлакопортландцементом, шлаковыми и

зольными вяжущими с активаторами - цементом, жидким стеклом - 2 часов; шлаковыми, золошлаковыми вяжущими без активаторов и с активатором известью и белитовым шламом – 48 часов.

7.2 Грунты, укрепленные жидкими или эмульгированными органическими вяжущими с активными добавками или без них допускается хранить в летний период на открытых площадях, в осенне-зимний период – в закрытых складах или под навесом. Допустимый срок хранения определяется опытным путем.

Грунты, укрепленные органическими вяжущими с добавкой минеральных вяжущих хранению не подлежат.

Допускается складирование и хранение до укладки укрепленных грунтов, содержащих шлаковые, зольные вяжущие без активаторов и с активаторами, известью, белитовыми шламами, при температуре до 5⁰С в течение 2 суток, при температуре ниже 5⁰С – 15 суток, а при отрицательных температурах – 30 суток.

7.3 При транспортировании и хранении укрепленных грунтов необходимо следить за сохранением оптимальной влажности, не допуская их пересыхания или переувлажнения.

7.4 Продолжительность технологического разрыва между приготовлением и окончанием уплотнения грунтов, обработанных органическими вяжущими с добавкой минеральных, включая продолжительность транспортирования к месту укладки, не должна превышать 4 ч.

Приложение А
(рекомендуемое)
**Область применения грунтов, укрепленных
органическими и комплексными вяжущими материалами**

Вид материала	Интенсивность воздействия расчётной нагрузки, единиц/сутки	Конструктивный слой		
		покрытие	Основание	
			несущая часть	дополни тельные слои
Грунт, укреплённый жидким, вспененным или эмульгированным битумом	1000 и менее	–	+	+
	100 и менее	+	+	+
		(с устройством слоя износа)		
Грунт, укреплённый жидким, вспененным или эмульгированным битумом совместно с минеральным вяжущим	св. 350	-	+	+
	350 и менее	+	+	+

Примечание: Марку укрепленного грунта по морозостойкости F, в зависимости от местоположения в конструктивном слое дорожной одежды принимают в соответствии с приложением Б настоящих ТУ.

Область применения грунтов, укрепленных минеральными вяжущими материалами

Тип дорожной одежды	Минимальная проектная марка по прочности на сжатие		
	покрытие с устройством слоя износа	несущие слои основания	дополнительные слои основания, рабочий слой земляного полотна
Капитальный	Не применяют	М 40	М 10
Облегченный	М 40	М 20	М 10
Переходный	М 20	М 20	М 10

Примечание: Марку укрепленного грунта по морозостойкости F, в зависимости от местоположения в конструктивном слое дорожной одежды принимают в соответствии с приложением Б настоящих ТУ.

Приложение Б (рекомендуемое)

Степень водонасыщения и параметры замораживания-оттаивания укрепленных грунтов

Конструктивный слой дорожной одежды и земляного полотна	Число циклов замораживания-оттаивания (марка по морозостойкости F) – в числителе, температура замораживания (в знаменателе) при степени водонасыщения образцов из укрепленных грунтов
Верхний слой основания под асфальтобетонное покрытие; основание под монолитное цементобетонное покрытие	15 (F15) ----- -20 ⁰ C Полное
Нижний слой основания под асфальтобетонное покрытие; основание под сборное железобетонное покрытие	15 (F15) ----- - 10 ⁰ C Полное
Верхний слой основания под покрытие из грунтов, укрепленных органическими и комплексными вяжущими материалами	15 (F15) ----- - 20 ⁰ C Полное

Нижний слой основания под покрытие из грунтов, укрепленных органическими и комплексными вяжущими материалами	10 (F10) ----- - 10 ⁰ С Полное
Покрытие из укрепленного грунта с поверхностной обработкой (в т.ч. типа Сларри Сил)	25 (F25) ----- - 20 ⁰ С Полное
Дополнительный слой основания (морозозащитный или теплоизоляционный) под асфальтобетонное или монолитное цементобетонное покрытие	10 (F10) ----- - 10 ⁰ С Капиллярное
Рабочий слой земляного полотна	10 (F10) ----- - 5 ⁰ С Полное

Приложение В
(рекомендуемое)

Сочетание вяжущих материалов (ориентировочный расход) и активных добавок для приготовления грунтов, укрепленных органическими и комплексными вяжущими

Вид грунта	Вяжущий материал и добавка	Ориентировочный расход органического вяжущего, % массы смеси
Асфальтобетонный гранулят	Жидкий и вспененный нефтяной битум, битумные и полимерные эмульсии, в том числе совместно с цементом и (или) активными добавками	1.5-4
Крупнообломочный не-цементированный, близкий к оптимальному составу грунт, гравелистый, крупный, средний и неоднородный песок	Жидкий и вспененный нефтяной битум, битумные и полимерные эмульсии, в том числе совместно с минеральными вяжущими и (или) активными добавками	3-5
Крупнообломочный не-цементированный грунт оптимального состава, однородный, крупный, средний и мелкий песок	Битумная эмульсия совместно с карбамидной смолой.. Жидкий (вспененный) нефтяной битум с активной добавкой Битумные и полимерные эмульсии совместно с известью или цементом	3-5
Пылеватый песок, песчаная и пылеватая супесь с числом пластичности менее 3	Битумная эмульсия с добавкой цемента или извести Жидкий нефтяной битум с активной добавкой	4-6

Супесь, близкая к оптимальному составу, галечниковый либо гравелистый пылеватый	Битумная эмульсия совместно с добавкой извести или цемента. Жидкий битум с активной добавкой. Жидкий нефтяной битум совместно с цементом	4-6
Супесь пылеватая, суглинок лёгкий пылеватый	Битумная эмульсия совместно с добавкой извести или цементом. Жидкий битум с активной добавкой. Битумная эмульсия совместно с карбамидной смолой. Жидкий нефтяной битум совместно с цементом	5-8
Супесь тяжёлая пылеватая	Жидкий битум, в т.ч. с добавкой извести (цемента), поверхностно-активного вещества	5-8
Глина лёгкая песчаная и пылеватая с числом пластичности не более 22	Жидкий битум с добавкой извести (цемента) и поверхностно-активного вещества	8-10

Ориентировочные значения дозировок неорганических вяжущих

Типы грунтов	Ориентировочный расход минеральных вяжущих материалов, % (кг/м ³)		
	Портландцемент, шлакопортландцемент	Известь	Известково-шлаковое вяжущее
Асфальтобетонный гранулят	1.5-4 (20-80)	-	4-8 (80-180)
Крупнообломочный нецементированный (гравийный, дресвяный, щебёночный); грунтогравийный, грунтощебёночная смесь, близкий к оптимальному составу песок гравелистый, крупный и средний (неоднородный)	<u>4-8 (80-180)</u> 3-6 (60-120)	<u>3-6 (60-120)</u> 3-4 (60-80)	-
Крупнообломочный нецементированный; грунтогравийный и грунтощебёночная смесь, песок крупный неоптимального состава с добавкой 15-20% немолотого нефелинового или бокситового шлама	<u>6-8 (100-180)</u> 4-6 (80-120)	-	-
Песок средний и мелкий, в том числе однородный; супесь лёгкая крупная и пылеватая с числом пластичности не более 5 с добавкой 15-20% молотого нефелинового или бокситового шлама	<u>4-6 (80-110)</u> 3-4 (60-80)	-	-

Супесь песчанистая и пылеватая; суглинок легкий	<u>8-12 (160-240)</u> 4-7 (80-140)	<u>6-8 (100-140)</u> 4-6 (70-100)	-
Пески и супесь с числом пластичности менее 3 с добавкой 15-25% золы или золошлаковой смеси	<u>4-7 (80-140)</u> 3-4 (60-80)	<u>2-4 (35-80)</u> 2-3 (35-60)	-
Суглинок тяжёлый песчанистый и тяжёлый пылеватый	<u>11-14 (200-250)</u> 8-12 (150-220)	<u>7-8 (120-150)</u> 5-6 (80-100)	<u>11-15(220-290)</u> 8-10(140-180)
Глина легкая песчанистая и пылеватая с числом пластичности не более 22	<u>13-15 (230-270)</u> 10-12 (180-220)	<u>8-10(140-170)</u> 6-8(100-140)	<u>12-16(220-300)</u> 8-11(140-200)
Примечание – В числителе – при устройстве верхнего слоя основания или покрытия, в знаменателе – нижнего и дополнительного слоёв основания.			

Приложение Г

(рекомендуемое)

Перечень активных добавок для приготовления грунтов, укрепленных минеральными вяжущими материалами

Назначение добавки	Добавка (условное обозначение)	Нормативный документ
Повышение водо-и морозостойкости грунтов, укрепленных цементом	Лигносulfонаты технические (ЛСТ)	ТУ 13-0281036-05-89
	Лигносulfонаты технические, модифицированные (ЛСТМ-2)	ТУ 13-390000.1-22-86
Повышение деформативности, трещиностойкости, прочности и морозостойкости грунтов, укрепленных минеральными вяжущими материалами	Кислый гудрон, нейтрализованный аммиаком (ГНД)	ТУ 38-3016-78
	Кислый гудрон, нейтрализованный едким натром (ВНГ)	ТУ 38-401-221-78
	Подмыльный щёлок (ПЩ)	ТУ 18-780-78
	Кубовый остаток производства синтетических жирных кислот (КОСЖК)	ОСТ 38-01182-80
	Синтетическая поверхностно-активная добавка (СПД)	ТУ 38-101253-77
	Жидкость гидрофобизирующая (ГЖ-136-41)	ГОСТ 10834-76
	Глицериновый гудрон (ГП)	ТУ 18/2-49-83
	Алкилсульфатная паста (АСП)	ТУ 38-17-55-80
	NovoCrete	ТУ 5711-074-01393679-2010
	NIKOFLOK	ТУ5743-003-13881083-2006

	Полимерные латексы «Ла Тракт» Полимерная эмульсия «Эколюкс пакер» Модификатор «ДорЦем ДС-1» Полимерная эмульсия «Дорстаб»	ТУ 2294-002-68197468-2011 СТО Росдорнии 5.0-2012 ТУ 2499-001-30130102-2010 ТУ 2241-001-99756235-2012
Ускорение процессов твердения, повышение прочности, водо-и-морозостойкости грунтов (в т.ч. кислых, гумусированных, засоленных, переувлажнённых), укрепленных цементом или известью	Этилсиликонат натрия (ГКЖ-10) Госсиполовая смола (хлопковый гудрон) Дивинилстирольный латекс (СКС-65ГП) Пипериленистирольный латекс (СКПС-50) марки Б Суперпластификатор С-3 Суперпластификатор СД-2А Суперпластификатор Н-1 Хлорид кальция Сульфат железа Сульфат натрия Едкий натр (каустическая сода) Углекислый натрий Двууглекислый натрий Силикат натрия (жидкое стекло) Серноокислый аммоний	ТУ 6-02-696-76 ОСТ 18-114-73 ГОСТ 10564-75 ТУ 38-403139-81 ТУ 6-14-625-80 ТУ 6-01-24-63-82 ТУ 6-14-625-88 ГОСТ 450-77 ГОСТ 4148-78 ГОСТ 6318-77 ТУ 38-10742-84 ГОСТ 2263-79 ГОСТ 83-79 ГОСТ 4201-79 ГОСТ 3769-78
Повышение прочности на сжатие и на растяжение при изгибе, морозостойкости и трещиностойкости	Фиброволокно (базальтовое, полимерное, полиэфирное)	ГОСТ 14613-83

Перечень материалов, используемых для пропитки слоя из укрепленных грунтов

Условное обозначение	Нормативный документ	Расход, л/м ²
Силикат натрия (жидкое стекло)	ГОСТ 3769-78	0.3-0.4
Полимерная эмульсия «Эколюкс пакер»	СТО Росдорнии 5.0-2012	0.2-0.3

Полимерные латексы «Ла Тракт»	ТУ 2294-002-68197468-2011	0.3-0.4
Пропитка «Эколюкс бетон»	СТО Росдорнии 3.0-2012	0.15-0.3
Пропитка «Эколюкс асфальт»	СТО Росдорнии 4.0-2012	0.15-0.3

Приложение Д
(рекомендуемое)
Диапазон варьирования физико-механических показателей
укреплённых грунтов в зависимости от применяемого
оборудования

Грунтосмесительная машина	Предел варьирования показателей для грунтов			
	крупнообломочных	песчаных и лёгких супесчаных $J_{p<3}$	супесей, лёгких суглинков $3 < J_p < 10$	суглинков, глин $10 < J_p < 22$
Дорожная фреза (многопроходная)	-	0,83÷1,18/1,2	0,8÷1,2/1,25	0,75÷1,25/1,33
Однопроходная машина (типаДС-152)	1,92÷1,08/1,1	0,90÷1,08/1,11	0,87÷1,15/1,55	0,85÷1,20/1,18
Ресайклеры и стабилизеры	0,94÷1,06/1,05	0,93÷1,08/1,08	0,96÷1,10/1,06	0,92÷1,14/1,1
Карьерная установка (типаДС-50Б)	0,95÷1,06/1,06	0,94÷1,08/1,1	-	-

Примечания

1 В числителе – диапазон варьирования показателей, в знаменателе - поправочный коэффициент (К).

2 Оптимальное содержание вяжущего в укрепленном грунте подобранного в лаборатории состава, должно быть скорректировано с учётом необходимости повышения фактических значений прочностных показателей:

$$R_{\text{факт.}} = R_{\text{лаб.}} K, \quad (\text{Г.1})$$

где $R_{\text{факт.}}$ - фактическое значение прочностных показателей ($R_{\text{факт.}}^{\text{сж.}}$, $R_{\text{факт.}}^{\text{изг.}}$) укрепленных грунтов применительно

к производственным условиям;

$R_{\text{лаб.}}$ - значения прочностных показателей ($R_{\text{лаб.}}^{\text{сж.}}$, $R_{\text{лаб.}}^{\text{изг.}}$) укрепленных грунтов, подобранного в лаборатории состава, применительно проектной марки.

Приложение Е
(рекомендуемое)

**Ориентировочная оптимальная влажность укреплённых
грунтов**

Грунт	Оптимальная влажность грунта при уплотнении, %
Крупнообломочный несцементированный, близкий к оптимальному зерновому составу; песок гравелистый крупный и средней крупности (разноразмерный), асфальтобетонный гранулят	2-4
Крупнообломочный несцементированный неоптимального зернового состава; песок гравелистый крупный и средней крупности (одноразмерный)	3-5
Песок мелкий, мелкий одноразмерный и пылеватый	4-6
Супесь песчанистая	5-7
Супесь пылеватая; суглинок лёгкий песчанистый и лёгкий пылеватый	8-11/0,3-0,4
Суглинок тяжёлый песчанистый и тяжёлый пылеватый	11-14/0,3-0,4
Глина песчанистая и пылеватая с числом пластичности не более 22	13-17/0,3-0,4
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1 В числителе – в процентах массы грунта, в знаменателе – в долях влажности на границе текучести.</p> <p>2 Значения оптимальной влажности при уплотнении грунтов, укреплённых органическими вяжущими соответствуют оптимальной влажности грунтов за вычетом количества вводимого вяжущего (битума, эмульсии и т. п.).</p>	

Приложение Ж
(обязательное)

Метод определения морозостойкости укрепленных грунтов

Сущность метода заключается в определении отношения прочности при сжатии образцов после воздействия на них установленного числа циклов замораживания-оттаивания к прочности водонасыщенных образцов.

Ж.1 Средства измерения и вспомогательное оборудование

Пресс с механическим или гидравлическим приводом с усилием от 50 до 100 кН по ГОСТ 28840, обеспечивающий скорость перемещения поршня рабочего цилиндра $(3,0 \pm 0,3)$ мм/мин.

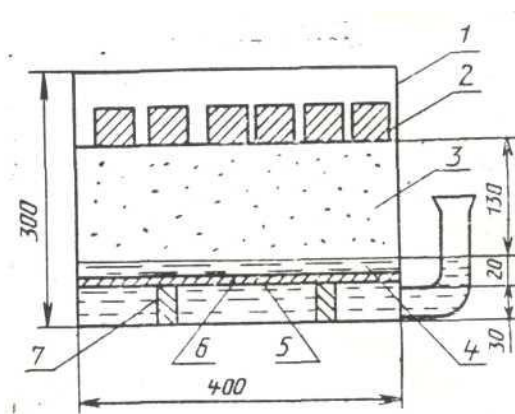
Морозильная камера, обеспечивающая температуру замораживания в соответствии с требованиями приложения Б настоящих ТУ.

Вода для насыщения и оттаивания образцов по ГОСТ 23732, устройство для капиллярного водонасыщения образцов (рисунок Ж. 1).

Ванна для оттаивания образцов, оборудованная устройством для поддержания температуры воды $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$.

Ванна с гидравлическим затвором для предотвращения высыхания образцов.

Стеллаж сетчатый.



1-сосуд; 2- образцы; 3 – капиллярно-увлажнённый песок; 4 – вода; 5 фильтровальная бумага; 6– металлическая сетка; 7- подставка.

Рисунок Ж.1 – Схема устройства для капиллярного водонасыщения образцов

Ж.2 Подготовка к проведению испытания

Испытания проводят на трёх параллельных образцах, твердеющих во влажных условиях (температура воздуха $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$, влажность – не менее 95%) в течение 28 суток со дня формования образцов при применении минеральных, органических вяжущих совместно с минеральными и по истечении 7 суток с момента формования образцов - при применении органических вяжущих, твердеющих на воздухе.

Перед загрузкой в морозильную камеру проводят полное или капиллярное водонасыщение образцов из укрепленных грунтов.

Метод водонасыщения, количество циклов замораживания – оттаивания и температуру замораживания назначают в соответствии с требованиями приложения Б в зависимости от типа покрытия, а также месторасположения конструктивного слоя из укрепленного грунта в дорожной одежде.

Полное водонасыщение образцов высотой и диаметром 50 мм проводят в ванне с гидравлическим затвором в течение 2 суток, а образцов больших размеров – 3 суток, причём во всех случаях в первые сутки образцы погружают в воду на 1/3 высоты, а, в последующие – полностью. Для предотвращения высыхания образцов, погруженных в воду на 1/3 высоты, насыщение проводят в ванне с гидравлическим затвором.

Капиллярное водонасыщение проводят через слой воды (смотри рисунок Ж.1), постоянно поддерживаемый с помощью уровнемера. В сосуд на металлическую подставку укладывают металлическую сетку или устанавливают ёмкость с сетчатым дном, которое закрывают фильтровальной бумагой. На фильтровальную бумагу насыпают слой мелкого песка одной фракции толщиной 15 см и через сутки после его насыщения ставят образцы, которые насыщают в течение 72 часов.

Для предотвращения высыхания сосуд с образцами помещают в ванну с гидравлическим затвором.

Ж.3 Проведение испытания

Водонасыщенные образцы загружают в морозильную камеру так, чтобы расстояние между образцами было не менее 50 мм. Если после загрузки камеры температура в ней повысится, то началом замораживания считают момент, когда в морозильной камере установится требуемая температура.

Замораживание проводят в течение 4 часов при требуемой температуре в соответствии с приложением Б.

Оттаивание образцов после их выгрузки из морозильной камеры проводят в течение 24 часов:

в ванне с водой при температуре $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, если до испытания на морозостойкость они подвергались полному водонасыщению;

во влажном песке, если до испытания на морозостойкость они подвергались капиллярному водонасыщению.

Число циклов замораживания-оттаивания образцов в течение суток должно быть не менее одного. При вынужденных или технически обоснованных перерывах при испытании на морозостойкость образцы должны находиться в замороженном состоянии.

После чего определяют предел прочности на сжатие в водонасыщенном состоянии в соответствии с 6.9 настоящих ТУ.

Ж.4 Обработка результатов испытания

Коэффициент морозостойкости укрепленного грунта определяют по формуле :

$$K_{\text{мрз}} = R_{\text{сж.}}^{\text{мрз.}} / R_{\text{сж.}}^{\text{вод.}} \quad (\text{Ж.1})$$

где $R_{\text{сж.}}^{\text{мрз.}}$ – среднеарифметическое значение предела прочности на сжатие при температуре 20°C образцов после установленного числа циклов замораживания - оттаивания, МПа;

$R_{\text{сж.}}^{\text{вод.}}$ – среднеарифметическое значение предела прочности на сжатие при температуре 20°C водонасыщенных образцов, МПа.

Среднеарифметическое значение предела прочности на сжатие при температуре 20°C $R_{\text{сж.}}^{\text{вод.}}$ и $R_{\text{сж.}}^{\text{мрз.}}$ вычисляют по трём образцам, при этом

расхождение между результатами испытания отдельных образцов не должно превышать $\pm 10\%$.

Приложение 3

Подбор составов укрепленных грунтов

При подборе состава укрепленного грунта следует стремиться получить материал с наибольшей прочностью (отвечающей проектной), плотностью и требуемой морозостойкости, что достигается правильно подобранным содержанием минерального, органического или комплексного вяжущего и добавки, стабилизатора (в случае необходимости).

Подбор состава укрепленного грунта осуществляют в следующей последовательности: проведение подготовительных работ (получение исходных материалов, подготовка необходимых форм для изготовления образцов и т.п.); испытание исходных материалов (добавки, стабилизатора, вяжущих и грунтов); назначение не менее трех составов смесей для экспериментальной проверки с тремя расходами минеральных или органических вяжущих (ориентировочный расход приведен в Приложении В настоящих ТУ), а при использовании дополнительно добавки, стабилизатора еще и с тремя расходами добавки или стабилизатора (ориентировочный расход в соответствующих ТУ); обработка результатов испытаний; расчет производственного состава. При подборе состава грунта, укрепленного цементом, в том числе совместно с органическим вяжущим, следует стремиться к минимальному расходу цемента, руководствуясь рекомендациями ТУ.

1.Подготовительные работы. Выбор форм для образцов.

Для подбора состава и контроля качества укрепленного грунта, используют металлические формы, размер форм назначают исходя из максимальной крупности фракций грунта и материалов, входящих в смесь по табл. 4 настоящих ТУ. Уплотнение смеси осуществляют на прессе

нагрузкой 30 МПа, в соответствии с п. 6.3 настоящих ТУ. Разрешается уплотнять образцы на приборе стандартного уплотнения Союздорнии, количество ударов трамбующей гири в этом случае назначают из условия обеспечения той же плотности, что и при уплотнении нагрузкой 30 МПа.

2. Испытание исходных материалов.

Перед подбором составов укрепленных грунтов все исходные материалы (стабилизатор, вяжущие, добавки, грунты) следует испытать и установить соответствие их свойств требованиям проекта и соответствующих стандартов.

3. Назначение составов укрепленных грунтов для экспериментальной проверки.

Назначить три состава укрепленного грунта с тремя расходами вяжущего, а при использовании добавок и с различным их содержанием.

Для сокращения расхода вяжущих и повышения трещиностойкости рекомендуется использование гранулометрических добавок, улучшающих зерновой состав грунта (снижающих пористость). Существует несколько способов расчета оптимальных гранулометрических составов грунтов. Для песчаных грунтов можно рекомендовать метод подбора оптимальных составов по коэффициенту сбега (K):

$$K = g_2/g_1 = g_3/g_2 = g_4/g_3 = \dots = g_n/g_{n-1} = 0.65-0.9,$$

где g_1, g_2, \dots, g_n - процентное содержание гранулометрических фракций.

Оптимальный состав глинистых грунтов, улучшенных добавками песка, может быть получен при следующем зерновом составе:

Процентное содержание частиц, мельче данного размера, мм				
2.0	1.0	0.5	0.25	0.05
80-100	50-80	40-60	30-50	25-30

4. Изготовление, хранение и испытание образцов из укрепленных грунтов.

Изготовление необходимого количества образцов из каждой запланированной смеси для определения физико-механических показателей,

их хранение и испытание осуществляют, в зависимости от используемого вяжущего, в соответствии с п. 6.4, 6.8 настоящих ТУ.

Степень водонасыщения и параметры замораживания – оттаивания укрепленного грунта назначают в соответствии с приложением Б.

5.Обработка результатов испытаний.

Из полученных результатов испытаний рассчитывают среднее значение показателей физико-механических свойств. При соответствии полученных показателей требованиям табл. 1, 2 настоящих ТУ (в зависимости от используемого вяжущего) состав укрепленного грунта рекомендуется к применению, в противном случае состав корректируют.

6.Расчет производственного состава укрепленного грунта.

В зависимости от применяемого оборудования для приготовления и укладки укрепленного грунта (приложение Д), а также естественной влажности грунта на момент производства работ лабораторный состав корректируют.

Состав обработанного грунта должен быть утверждён организацией изготовителя и согласован Заказчиком.

Библиография

<p>Строительные нормы и правила. СНиП 3.06.03-85</p> <p>Строительные нормы и правила. СНиП 2.05.02-85</p> <p>Строительные нормы и правила. СНиП 32-03-96</p>	<p>Организация, производство и приёмка дорог. Автомобильные дороги.</p> <p>Проектирование дорог. Автомобильные дороги.</p> <p>Организация, производство и приёмка работ. Сооружения транспорта. Аэродромы.</p>
--	--

Oliver Kuhl. Das neue Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln. Strasse und Autobahn, 2005, №7, 399-401.

Oliver Kuhl. Neuerung bei Bodenbehandlungen. Strasse und Autobahn, 2007, №7, 379-381.

Thomas Hecht. Bodenverfestigungen mit Bindemitteln zur Erhöhung der Scherfestigkeit, Steifigkeit und Erosionsstabilität vor Verkehrsdämmen. Strasse und Autobahn, 2007, №6, 334-336.

Раздел 2. Расчетные характеристики укрепленных грунтов и типовые конструкции дорожных одежд с их использованием.

Расчетные характеристики (расчетные модули упругости) укрепленных грунтов в зависимости от используемых вяжущих материалов приведены в табл. 2.1-2.2, типовые конструкции дорожных одежд – на рис. 2.1.

Таблица 2.1

Конструктивные слои дорожных одежд из грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими материалами

Материал слоя	Расчетный модуль упругости E, МПа
Гравийно-песчаная, щебеночно-песчаная и щебеночно-гравийно-песчаная смеси, крупнообломочный грунт (оптимального / неоптимального состава), асфальтобетонный гранулят (с содержанием щебня до 35%) /, укрепленные цементом и соответствующие марке: 10 20 40 60 75 100	400/300 750/600 900/830 1200/1050 1300/1200 1500/1400
То же, укрепленные зольными и шлаковыми вяжущими и соответствующие марке: 10 20 40 60 75 100	350/250 * 450/350 * 550/500 * 750/650 * 870/780 * 950/910 *
Пески гравелистые, крупные средние, асфальтобетонный гранулят (с содержанием щебня менее 35%) / пески мелкие и пылеватые, супеси, суглинки и глины с числом пластичности до 22, укрепленные цементом и соответствующие марке: 10 20 40 60 75 100	300/200 600/330 830/520 1050/720 1300/970 1400/1100
То же, укрепленные зольными и шлаковыми вяжущими и соответствующие марке: 10 20 40 60 75 100	250/180* 300/200* 450/300* 600/450* 730/600* 870/750*

Примечания: 1. *По мере накопления данных значения расчетных модулей упругости уточняются.

Таблица 2.2

Конструктивные слои дорожных одежд из грунтов, укрепленных органическими комплексными вяжущими материалами

Материал слоя	Расчетный модуль упругости E, МПа
Гравийно-песчаная, щебеночно-песчаная и щебеночно-гравийно-песчаная смеси, крупнообломочный грунт, асфальтобетонный гранулят (с содержанием щебня более 35%), укрепленные: органическими вяжущими материалами; то же совместно с минеральными	450 /350* 1200/910*
Песок гравелистый, крупный и средний, асфальтобетонный гранулят (с содержанием щебня до 35%) / песок мелкий, супесь, суглинков легкий, укрепленные: органическими вяжущими материалами; то же совместно с минеральными	430/280 910/780

Примечание: *Над чертой для асфальтобетонного гранулята и грунтов оптимального состава, под чертой – грунтов неоптимального состава.

Типовые конструкции дорожных одежд с использованием укрепленных грунтов:

А		Б		
1	2	7	8	9
3,4	3,4	5,6	5,6	6
5,6	5,6			

Рис.2.1. Конструкции дорожных одежд (А - 4 технической категории, Б – 5 технической категории):

- 1- плотный асфальтобетон; 2- поверхностная обработка (в т.ч. типа Сларри Сил);
- 3 – укрепленный минеральными вяжущими материалами глинистый грунт марки не менее М40 с втопленным щебнем или технологическим слоем из щебня;
- 4 – укрепленный минеральными вяжущими грунт (за исключением глинистого) марки не менее М40, а также комплексными (органическими и неорганическими) вяжущими материалами;
- 5 – рабочий слой земляного полотна из непучинистого грунта (при необходимости обеспечения требуемой сдвигоустойчивости - из укрепленного грунта марки М10);
- 6 – рабочий слой земляного полотна из укрепленного минеральными вяжущими материалами пучинистого грунта марки не менее М10;
- 7 – грунт (за исключением глинистого), укрепленный комплексными вяжущими материалами (органическими и неорганическими);

8 – грунт (за исключением глинистого), укрепленный цементом марки не менее М40 и пропитанный полимерными эмульсиями или латексами;

9– глинистый грунт, укрепленный цементом марки не менее М40, с втопленным щебнем и пропитанным полимерной эмульсией.

Независимо от результатов расчета на прочность дорожной одежды толщина конструктивного слоя из укрепленного грунта должна быть не менее 10 см. Ниже приведены примеры расчета предлагаемых конструкций дорожных одежд.

Примеры конструкций дорожных одежд с использованием укрепленных грунтов

1. Конструкции дорожных одежд для дорог IV технической категории по ОДН 218.046-2001.

Вариант №1

Слои конструкции дорожной одежды	Толщина слоя, см
плотный асфальтобетон	5
суглинки легкие, обработанные цементом, соответствующие марке 40	15
суглинки легкие, обработанные цементом, соответствующие марке 10	19
Грунт основания- суглинки легкие	
Еконструкции = 209 МПа	

Вариант №2

Слои конструкции дорожной одежды	Толщина слоя, см
плотный асфальтобетон	5
суглинки легкие, обработанные комплексным вяжущим	10
суглинки легкие, обработанные цементом, соответствующие марке 10	30
Грунт основания- суглинки легкие	
Еконструкции = 165 МПа	

Вариант №3

Слои конструкции дорожной одежды	Толщина слоя, см
плотный асфальтобетон	5
пески мелкие, обработанные цементом, соответствующие марке 40	10
пески мелкие, обработанные цементом, соответствующие марке 10	26
Грунт основания - пески мелкие	
Еконструкции = 221 МПа	

Вариант №4

Слои конструкции дорожной одежды	Толщина слоя, см
плотный асфальтобетон	5
пески мелкие, обработанные комплексным вяжущим	10
пески мелкие, обработанные цементом, соответствующие марке 10	24
Грунт основания - пески мелкие	
Еконструкции = 227 МПа	

2. Конструкции дорожных одежд для дорог V технической категории по ОДН 218.046-2001.

Вариант №1

Слои конструкции дорожной одежды	Толщина слоя, см
суглинки легкие, обработанные цементом, соответствующие марке 40	15
суглинки легкие, обработанные цементом, соответствующие марке 10	30
Грунт основания- суглинки легкие	
Еконструкции = 192 МПа	

Вариант №2

Слои конструкции дорожной одежды	Толщина слоя, см
суглинки легкие, обработанные комплексным вяжущим	10
суглинки легкие, обработанные цементом, соответствующие марке 10	34
Грунт основания- суглинки легкие	
Еконструкции = 186 МПа	

Вариант №3

Слои конструкции дорожной одежды	Толщина слоя, см
Черный щебень, уложенный по способу заклинки	8
суглинки легкие, обработанные цементом, соответствующие марке 10	38
Грунт основания- суглинки легкие	
Еконструкции = 179 МПа	

Вариант №4

Слои конструкции дорожной одежды	Толщина слоя, см
Черный щебень, уложенный по способу заклинки	8
Пески мелкие, обработанные цементом, соответствующие марке 10	37
Грунт основания- суглинки легкие	
Еконструкции = 198 МПа	

Раздел 3. Устройство конструктивных слоев дорожных одежд автомобильных дорог из укрепленных грунтов.

Примечания: 1. Для обеспечения устойчивости и прочности верхней части земляного полотна и дорожной одежды из укрепленных грунтов рабочий слой на расчетную глубину от поверхности покрытий должен состоять из непучинистых или слабопучинистых грунтов. Перевести пучинистые грунты в класс непучинистых или слабопучинистых можно путем их укрепления минеральными вяжущими материалами или обработки стабилизаторами. Толщину укрепленного (стабилизированного) рабочего слоя земляного полотна проверяют расчетом дорожной конструкции на морозостойчивость. За критерий устойчивости принимают допустимую величину морозного пучения: 6 см для облегченного типа дорожной одежды и 10 см – для переходного. Ориентировочные толщины укрепленного рабочего слоя

земляного полотна для различных групп грунтов по степени пучинистости приведены в приложении 3.1. Предел прочности при сжатии $R_{сж}$ (марка по прочности) и изгибе $R_{изг}$ укрепленных грунтов для рабочего слоя земляного полотна должны отвечать требованиям табл. 3.1.

Таблица 3.1

Группа грунтов по степени пучинистости	$R_{сж}$, МПа (марка по прочности), не менее	$R_{изг}$, МПа, не менее
Пучинистые	1,0 (М10)	0,2
Сильнопучинистые	1,0 (М10)	0,4
Чрезмернопучинистые	2,0 (М20)	0,5
Марку по морозостойкости назначают по приложению Б настоящих ТУ		

Укрепленный грунт рабочего слоя земляного полотна учитывают при расчете дорожной одежды по допустимому упругому прогибу.

Относительное морозное пучение грунтов, обработанных стабилизаторами, определенное по ГОСТ 28622, должно быть менее 4%.

Рабочий слой земляного полотна из песчаных грунтов рассчитывают по условию сдвигоустойчивости. При необходимости грунт укрепляют до марки М10. Слой укрепленного грунта учитывают при расчете дорожной одежды по допустимому упругому прогибу.

2. Рабочий слой земляного полотна должен быть уплотнен до коэффициента уплотнения не менее 1.0.

3. Расчетные характеристики грунтов рабочего слоя земляного полотна определяют с учетом расчетной схемы увлажнения и влажности грунта по ОДН 218.046-01. Устройство основания дорожной одежды из укрепленного грунта позволяет снизить расчетную влажность грунта рабочего слоя (в долях W_t) на 0.08, а устройство укрепленных обочин – на 0.05.

4. Для снижения водонасыщения рабочего слоя земляного полотна и конструктивных слоев дорожных одежд должен быть предусмотрен водоотвод (см. Приложение 3.2), в том числе технологический.

3.1. Укрепленные грунты готовят по двум технологиям: 1. смешением в установках, как правило, с принудительным перемешиванием с последующей укладкой смеси автогрейдером, асфальтоукладчиком или распределителем бетона. Крупнообломочные грунты и промышленные отходы, а также смеси крупнообломочных грунтов и промышленных отходов (в количестве не менее 20-30%) с песком допускается смешивать с вяжущими материалами в установках со свободным перемешиванием. 2. Смешением на дороге, когда смесь одновременно готовится и укладывается в конструктивный слой с применением автогрейдера, сельскохозяйственной техники (культиватор, борона и т.п.), навесной фрезы. Наиболее эффективно использование для этих целей современных машин, таких как ресайклеры и стабилизеры. Предпочтение следует отдавать машинам, оборудованным дозаторами цементной суспензии или минеральных вяжущих.

Каждый из методов приготовления укрепленного грунта имеет свои преимущества и недостатки. Метод смешения в установке позволяет получать более качественные смеси, однако он более энергоемкий и дорогой. Кроме того, в установке не возможно перемешать суглинки и глины с вяжущими материалами. Метод смешения на дороге позволяет использовать и глинистые грунты, при этом увеличить технологическое время на уплотнение смеси.

В зависимости от методов и используемой техники приготовления укрепленных грунтов разработан поправочный коэффициент относительно расхода вяжущего, подобранного лабораторного состава смеси (приложение Д настоящих ТУ).

3.2. Укрепленные грунты при устройстве дорожных одежд следует укладывать в один или несколько слоев в зависимости от толщины основания или покрытия и применяемых машин.

При этом верхний слой основания и покрытия следует устраивать из смесей, приготовленных, как правило, в установках.

3.3. Глинистые грунты перед смешением с вяжущими материалами должны быть размельчены. После размельчения в грунте не должно быть агрегатов размером более 5 мм.

Оптимальная влажность размельчения – 0.3-0.4 влажности на границе текучести грунта. При измельчении тяжелых суглинков и глин влажностью менее 0.3 влажности на границе текучести грунта необходимо вводить добавки поверхностно-активных веществ или стабилизаторов, количество которых следует принимать в соответствии с рекомендациями табл. 3.1.

Таблица 3.1

Добавки	Количество добавки, % к массе укрепляемого грунта
Гидрофобизирующая жидкость (ГКЖ-136-41)	0.1-0.2
Сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ)	0.05-0.5
Смачиватель ОП-10	0.05-0.5
Гудрон нейтрализованный (ГНД)	0.015-0.03
Стабилизатор «Polybond» по ТУ 2121-001-89162161-2010	0.01-0.1
Ферменный препарат «Дорзин» по ТУ 24.1-3220787-001-2004	0.01-0.1
Стабилизатор «Статус» по ТУ 5700-001-17515263-01	0.01-0.5
Стабилизатор «Polisttiner» по ТУ 2492-001-68197468-2011	0.1-0.5
Стабилизатор «Эколюкс Базис» по СТО Росдорнии 1.0-2012	0.01-0.1
Стабилизатор «Эколюкс М» по СТО Росдорнии 2.0-2012	0.01-0.1
Стабилизатор «АНТ» по ТУ 929155-001-60929601-2010	0.007- 0.01

Примечания: 1.Количество и вид стабилизатора назначают в зависимости от емкости обмена и обменных ионов грунтов. 2. Допустимо использование других стабилизаторов при наличии ТУ, включающих количественное содержание компонентов и методы их определения.

Растворимые добавки следует вводить в виде водных растворов, нерастворимые – в виде эмульсий.

3.4. Укладку укрепленных грунтов и их уплотнение следует выполнять при влажности, близкой к оптимальной, с учетом требований п. 3.14.

При укреплении известью или активной золой уноса вводят дополнительную добавку воды (2-4%) сверх оптимальной влажности.

При использовании в качестве вяжущего материала цемента в сочетании с органическими вяжущими или при применении только органического вяжущего количество воды, соответствующее оптимальной влажности укрепленного грунта, должно быть уменьшено на количество используемого органического вяжущего (в том числе эмульгированного).

3.5. Плотность укрепленного грунта в конструктивных слоях дорожных одежд должна быть не менее требований п. 4.5. ТУ.

Тип катка (массу) в зависимости от толщины укрепляемого слоя устанавливают на основе паспортных данных катка или определяют (для виброкатков) по табл. 3.2.

Таблица 3.2

Разновидность укрепляемого грунта (коэффициент уплотнения 0.98-1.0)	Максимальная толщина уплотняемого слоя, м / количество проходов, при массе виброкатка, т	
	6-8	более 12
Песок пылеватый	0.4-0.7 / 6-10	0.6-0.7 / 6-10
Песок мелкий однородный	0.3-0.35 / 4-6	0.4-0.45 / 4-6
Супесь легкая, суглинок легкий пылеватый	0.3-0.4 / 8-10	0.4-0.6 / 8-10
Суглинок тяжелый, глина	0.3-0.4 / 10-12	0.45-0.55 / 10-12

Основания и покрытия из грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими материалами

3.6. Устройство оснований и покрытий из грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими материалами, следует осуществлять преимущественно при температуре не ниже 5°C. При более низких температурах работы следует производить, выполняя требования пп. 3.28 настоящего раздела свода правил.

3.7. При укреплении грунтов неорганические вяжущие материалы и добавки следует вводить в грунт с использованием весовых и объемных дозаторов независимо от метода приготовления смеси.

3.8. При смешении на дороге грунтов с минеральным вяжущим материалом и добавками в виде битумной или полимерной эмульсии, латекса, жидкого битума, нефтяного гудрона или сырой нефти следует сначала ввести в грунт органическую добавку, перемешать ее с грунтом, а затем вводить цемент и воду.

3.9. При укреплении грунтов цементом с добавками золы уноса, золошлаковых смесей и других несвязных дисперсных материалов добавки следует распределить по грунту, перемешать их с грунтом, спланировать их с грунтом и затем вводить в нее цемент и воду.

3.10. При укреплении грунта цементом с добавкой молотой негашеной извести грунт с цементом следует смешивать через сутки (после полного гашения извести) после введения извести и воды.

3.11. При укреплении промышленных отходов неорганическими вяжущими материалами следует руководствоваться требованиями пп. 3.1-3.10.

3.12. При укреплении глинистых грунтов неорганическими вяжущими материалами (следует использовать метод смешения на дороге) движение транспортных средств по слою грунтов, предназначенному для укрепления, не допускается.

3.13. При укреплении грунтов молотой негашеной известью совместно с добавками зол уноса или золошлаковых смесей следует ввести в грунт добавки и перемешать смесь до однородного состояния, затем ввести известь, увлажнить смесь до оптимальной влажности и через сутки (после полного гашения извести) спланировать и уплотнить укрепленный грунт.

3.14. Влажность смеси грунтов с минеральными вяжущими материалами перед уплотнением должна соответствовать оптимальной, но в зависимости

от погодных условий во время производства работ допускается не более чем на:

2-3% выше оптимальной при сухой погоде без осадков и температуре воздуха выше 20°C;

1-2% меньше оптимальной при температуре ниже 10°C и при наличии осадков.

При температуре воздуха выше 20°C для замедления процессов схватывания укрепленного грунта и обеспечения оптимальных условий уплотнения следует вводить в смесь добавку СДБ (в виде водного раствора) или ГЖ 136-41 (в виде эмульсии) в количестве не более 0.5% массы цемента при укреплении несвязных грунтов и 1-1.5% при укреплении связных грунтов или добавок органических вяжущих в виде битумных и полимерных эмульсий, жидкого битума, нефтяного гудрона или сырой нефти в количестве 0.5-3.0% массы грунта.

3.15. Уплотнение грунта, укрепленного цементом до максимальной плотности должно быть закончено не позднее чем через 3 ч, а при пониженных температурах (ниже 10°C) – не позднее чем через 5ч после введения в смесь воды или раствора солей.

При укреплении грунтов цементом совместно с добавками в соответствии с п. 3.14 смесь следует уплотнить не позднее чем через 8 ч после введения воды. При укреплении грунтов известью или активными золами уноса, используемыми в качестве самостоятельного вяжущего, уплотнение следует заканчивать не позднее чем через 14-18 ч после введения в смесь воды.

3.16. Для ухода за свежеложенным грунтом, укрепленным неорганическими вяжущими материалами, следует распределять по поверхности слоя 50%-ные быстрораспадающиеся или среднераспадающиеся битумные и полимерные эмульсии из расчета 0.5-0.8 л/м².

Для ухода за свежеложенным слоем укрепленного грунта можно распределять также нефтяной гудрон или нейтрализованный гудрон (ГНД) из расчета 0.5-0.6 л/м² или слой песка толщиной 5 см с поддержанием его во

влажном состоянии. Чем дольше осуществляют уход за укрепленным грунтом (в течении 28 сут – времени набора проектной прочности), тем выше прочность и трещиностойкость конструктивного слоя.

3.17. Движение построечного транспорта по слою укрепленного основания или покрытия разрешается через 5 сут после его устройства в случае применения укрепленного грунта марки не менее М40 при толщине слоя не менее 15 см, а также применения укрепленного грунта марки не менее М20 при толщине слоя не менее 20см. При толщине слоя укрепленного грунта меньше указанных, а также при применении укрепленного грунта марки М10, движение построечного транспорта следует открывать через 7 сут после устройства слоя.

Допускается открывать движение построечного транспорта и укладывать вышележащие слои на следующий день после устройства слоя из связных грунтов, укрепленных цементом, а также в течение первых двух суток в случае укрепления грунтов цементом или карбамидоформальдегидной смолой совместно с добавками в виде поверхностно-активных веществ, битумных и полимерных эмульсий, жидких битумов, гудронов, сырой нефти или при использовании медленноотвердеющих вяжущих как без цемента, так и в сочетании с ним.

3.18. При укреплении грунтов с влажностью выше оптимальной она не должна превышать значений, приведенных в табл. 3.3 (грунты с влажностью выше допустимой относятся к переувлажненным).

Таблица 3.3

Вид грунта	Допустимая влажность (в долях от оптимальной) при требуемом коэффициенте уплотнения
Пески пылеватые	1.35
Супеси песчаные	1.25
Супеси пылеватые, суглинки легкие	1.15
Суглинки тяжелые, глины	1.10

3.19. Осушать переувлажненный грунт следует путем укладки его в валик (пески, супеси), многократного рыхления (при солнечной погоде), а также

обработки его известью (молотой негашеной, гидратной (пушонкой)) или активной золой уноса.

Количество добавок вяжущих материалов, осушающих грунт, назначают по табл. 3.4.

Таблица 3.4

Вид грунта	Количество добавок молотой негашеной извести или активной золы уноса сухого отбора, % к массе грунта при влажности его в относительных единицах от оптимальной влажности		
	1.2	1.4	1.6
Пески и супеси пылеватые	-	0.5	1.0
Суглинки легкие	-	0.5	1.5
Суглинки тяжелые	1.0	2.0	3.0
Глины песчанистые и пылеватые	1.5	3.0	4.0

Примечание: Добавка молотой негашеной извести приведена в пересчете на CaO, MgO, добавка активной золы уноса – в пересчете на содержание свободной CaO.

Основания и покрытия из грунтов, укрепленных органическими вяжущими материалами

3.20. Основания и покрытия из грунтов, укрепленных органическими вяжущими материалами, разрешается устраивать в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 10оС. Смешение грунтов с битумной или полимерной эмульсией допускается при температуре воздуха не ниже 5оС. Влажность крупнообломочных и песчаных грунтов перед введением органического вяжущего должна находиться в пределах 2-5%, а влажность глинистых грунтов – в пределах 0.2-0.4 влажности на границе текучести грунта.

3.21. При смешении в стационарных смесительных установках грунтов с органическими вяжущими материалами и активными добавками, в том числе совместно с минеральными вяжущими, вяжущие материалы, добавки (кроме молотой негашеной извести) и вода должны вводиться в грунт одновременно и в полном объеме.

3.22. При использовании в качестве активных добавок молотой негашеной извести ее необходимо распределить по грунту и перемешать с ним. Последующую обработку грунта органическими вяжущими в смесительной установке следует производить не ранее чем через 12 ч и не позднее чем через 24 ч после внесения извести.

Влажность грунта перед внесением негашеной извести должна обеспечивать гидратацию (гашение) извести.

3.23. При смешении на дороге грунтов с органическими вяжущими, в т.ч. совместно с минеральными, вяжущее (вяжущие) должно вводиться в грунт за один проход грунтосмесительной машины; влажность грунта при этом должна удовлетворять требованиям п.3.20, а влажность укрепленного грунта перед уплотнением должна быть оптимальной с учетом требований пп. 3.4 и 3.14.

3.24. Грунты, укрепленные органическими вяжущими совместно с известью или цементом следует уплотнять, следует уплотнять не позднее чем через 2 ч после окончания перемешивания смеси. При температуре воздуха ниже 15оС разрыв между окончанием перемешивания смеси и началом ее уплотнения допускается до 4 ч.

Уплотнение грунтов, укрепленных только органическими вяжущими (в т.ч. с минеральными добавками и ПАВ), должно заканчиваться в течение смены. Если в процессе работ по уплотнению выпадали атмосферные осадки и температура воздуха была ниже 15оС, допускается повторное уплотнение, но не позднее чем через 2 сут.

3.25. За уплотненным слоем грунта, укрепленного органическими вяжущими материалами совместно с цементом при температуре воздуха выше 15 оС и отсутствии осадков, необходимо осуществлять уход путем розлива битумной или полимерной эмульсии из расчета 0.6-0.8 л/м². В случае устройства вышележащего конструктивного слоя не позднее чем через сутки уход не требуется.

3.26. Движение построечного транспорта по слою из грунтов, укрепленных органическими вяжущими, допускается на следующие сутки после его устройства, укрепленных органическими совместно с минеральными вяжущими – через 5 суток.

Основания из грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими материалами при пониженных положительных и отрицательных температурах

3.27. При отрицательной температуре воздуха следует осуществлять устройство оснований, предусматривая меры против смерзания укрепленных грунтов.

3.28. Работы по укреплению грунтов должны производить специализированные отряды машин и технический персонал, имеющий опыт по устройству оснований и покрытий из грунтов, укрепленных цементом в нормальных погодных условиях. Для измельчения грунта и его перемешивания с вяжущими и добавками методом смешения на дороге используют ресайклеры и стабилизеры (которые могут быть оборудованы дозаторами минеральных вяжущих или их суспензии), навесные фрезы с глубиной обработки грунта в соответствии с техническими характеристиками. В отсутствие дозаторов на ведущей машине дозирование минеральных вяжущих и сыпучих добавок можно осуществлять с помощью специальных распределителей или вручную.

3.29. В зависимости от погодных условий и состояния грунтов возможны две технологии строительства оснований:

- укрепление грунтов при отрицательных и низких положительных температурах и влажности не более оптимальной;
- укрепление переувлажненных грунтов при отрицательных и низких положительных температурах.

3.29.1. Укрепление грунтов слоя основания при отрицательных и низких положительных температурах и влажности не более оптимальной.

При пониженных положительных температурах от 0°С до +5°С допускается укреплять глинистые грунты без введения специальных добавок.

Для обеспечения процессов нормального твердения цементогрунта при производстве работ при отрицательных и низких положительных температурах с последующим твердением цементогрунта при отрицательных температурах добавляют соли (в растворе), понижающие температуру замерзания жидкой фазы смеси: хлористый кальций CaCl_2 (ГОСТ 450-77) , хлористый натрий NaCl (ГОСТ 13839-84) или их смесь. Количество добавок назначают в зависимости от предполагаемой температуры в период проведения работ и последующего твердения цементогрунта по табл. 3.5.

Таблица 3.5

Температура замерзания солевых растворов в зависимости от содержания в них солей

Температура замерзания раствора, °С		Содержание солей в кг/л раствора	
CaCl_2	NaCl	CaCl_2	NaCl
-0.6	-0.9	0.013	0.015
-3.7	-5.4	0.075	0.088
-5.2	-7.5	0.102	0.119
-7.1	-9.8	0.125	0.140
-10.2	-13.6	0.165	0.198
-11.4	-15.1	0.180	0.214
-15.7	-21.2	0.221	0.263

Примечание: Расчетную температуру воздуха выбирают по минимальному из двух сопоставимых параметров: температуры воздуха при производстве работ и температуры воздуха в ближайший после устройства слоя из укрепленного грунта период (по данным климатологического справочника или долгосрочного прогноза).

3.29.2. Укрепление грунтов нижнего слоя основания при отрицательных и низких положительных температурах и влажности более оптимальной (переувлажненных грунтов).

Нижний слой основания при отрицательных (низких положительных) температурах и повышенной влажности допускается устраивать на грунтах земляного полотна с влажностью выше оптимальной не более чем на 2%. При влажности грунтов земляного полотна выше оптимальной более чем на 2% поверхностные слои грунта земляного полотна следует осушить на

глубину 15-20 см путем в грунт водосвязывающих химических добавок. Такие слои следует рассматривать как конструктивные слои дорожной одежды, обеспечивающие для сооружаемой конструкции в целом более высокую прочность и устойчивость во времени.

Подсушивание грунта основания (доведение до допустимой влажности) выполняют путем введения в смесь негашеной молотой извести, с соблюдением требований п. 3.19 настоящего СТО.

Приложение 3.1

Ориентировочные толщины дорожной одежды и рабочего слоя земляного полотна для пучинистых грунтов.

А. Пучинистые грунты

4 техническая
категория

5 техническая
категория

Асфальтобетон $H_1 = 5$ см	Поверхностная обработка	H_1
укрепленный грунт, H_2 не менее 10 см, марки не менее М20	укрепленный грунт, $H_2 = 15$ см, марки не менее М40	H_2
Укрепленный грунт М10, $H_3 = 45 - (H_1 + H_2)$ см	Естественный грунт	H_3

Б. Сильнопучинистые грунты

4 техническая
категория

5 техническая
категория

Асфальтобетон $H_1 = 5$ см	Поверхностная обработка	H_1
укрепленный грунт, H_2 не менее 10 см, марки не менее М20	укрепленный грунт, H_2 не менее 10 см, марки не менее М40	H_2
Укрепленный грунт М10, $H_3 = 70 - (H_1 + H_2)$ см	Укрепленный грунт М10, $H_3 = 35 - (H_1 + H_2)$ см	H_3

Б. Чрезмернопучинистые грунты

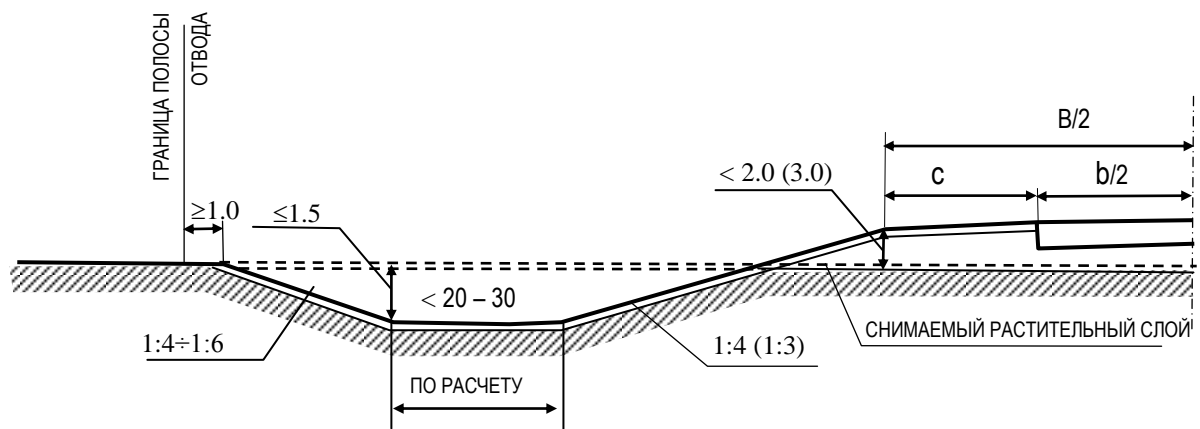
4 техническая
категория5 техническая
категория

Асфальтобетон $H_1 = 5$ см	Поверхностная обработка	H_1
укрепленный грунт, H_2 не менее 10 см, марки не менее М20	укрепленный грунт, H_2 не менее 10 см, марки не менее М40	H_2
Укрепленный грунт М10, $H_3 = 100 - (H_1 + H_2)$ см	Укрепленный грунт М10, $H_3 = 60 - (H_1 + H_2)$ см	H_3

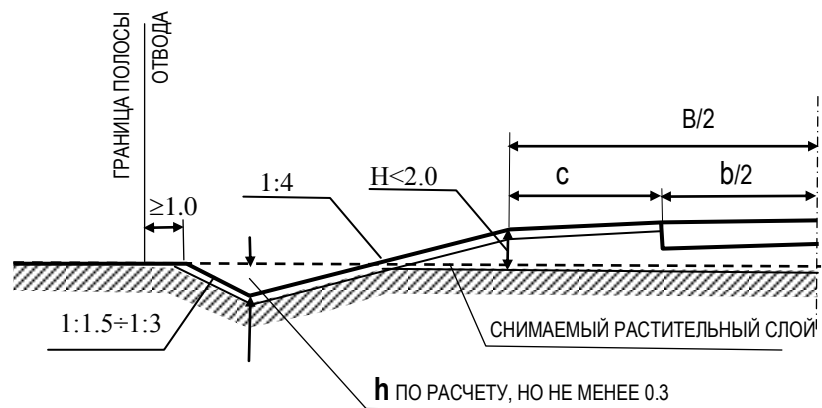
Приложение 3.2

Устройство водоотвода (кюветов) на автомобильных дорогах.

ТИП 1



ТИП 2



Технологический регламент устройства конструктивных слоев основания из укрепленных грунтов, приготовленных методом смешения на дороге (нижний слой основания толщиной 20 см из суглинка, укрепленного цементом и верхний слой основания толщиной 20 см из песчано-щебеночной смеси, укрепленной цементом).

1. Подготовительные работы (устройство рабочего слоя земляного полотна).

До устройства конструктивных слоев основания необходимо выполнить мероприятия по снятию растительного слоя грунта и обеспечению надлежащего водоотвода, в том числе с устройством кюветов (см. приложение 3.1). В случае необходимости осуществляют прокладку водоотводных труб. В местах, где толщина насыпи земляного полотна превышает 20 см, производят послойное уплотнение рабочего слоя до коэффициента уплотнения не ниже 0.98.

Примечания: 1. Для подвоза стройматериалов обустраивают временные съезды. 2. На участке существующей (ранее отсыпанной) насыпи осуществляют снятие растительного грунта, профилирование рабочего слоя с приданием проектного поперечного уклона. 3. На заболоченных участках (в местах переувлажненных грунтов) следует выполнить замену грунта или его подсушивание (механическим путем – рыхлением с помощью фрезы или автогрейдера или химическим - введением в грунт извести).

2. Технология устройства конструктивных слоев основания.

Примечания: 1. Оптимальную длину сменной захватки при устройстве нижнего слоя основания из укрепленного грунта определяют с учётом конкретных условий строительства (готового фронта работ, возможностей ресайклера (фрезы) по обработке грунта вяжущим, наличия вяжущих и скорости их распределения, погодных условий и пр.).

2. В грунте нижнего слоя основания не допускается содержание органических веществ (гумуса) более 2%.

3. Ниже приведены технологические операции для ресайклеров и стабилизеров, чьи рабочие органы способны обрабатывать грунты на глубину до 50см., включительно (на глубину не ниже проектной толщины слоя основания = 20см).

А. Технология устройства нижнего слоя основания дорожной одежды включает следующие операции:

1.А. Грунт нижнего слоя основания, толщиной 20 (j_n/j_e) см измельчают ресайклером или стабилизером в соответствии с настоящим СП (после размельчения содержание в грунте частиц размером более 5 мм должно составлять не свыше 25% массы, в том числе размером более 10 мм – не свыше 10%). Количество проходов ресайклера назначают из условий достижения требуемого агрегатного состава грунта по результатам пробного измельчения грунта.

При необходимости грунт следует подсушить (до влажности 0.8-1.1 Wopt.) путем его механического рыхления. Подсушенный грунт профилируют автогрейдером с приданием поперечного профиля конструктивного элемента.

В случае, когда механического рыхления недостаточно для достижения требуемой влажности (высокая естественная влажность грунта, неблагоприятные погодные условия, сжатые сроки строительства) подсушивание грунта выполняют путем введения в смесь негашеной молотой извести или дополнительного (относительно требуемого для обеспечения проектной марки укрепленного грунта) содержания цемента. Обработанный таким способом грунт профилируют автогрейдером с приданием поперечного профиля конструктивного элемента.

Примечание: В случае, когда ресайклер (стабилизер) обеспечивает требуемую степень агрегатного измельчения грунта за один проход, а

влажность грунта в пределах требований 3.18, технологическая операция 1.А. исключается.

2.А. С помощью распределителя цемента (или вручную) по спланированному слою укрепляемого грунта распределяют расчетное количество цемента (известь + цемент), а при необходимости гранулометрические и активные сыпучие добавки на 1 м^2 .

3.А. При влажности грунтоцементной (грунтоцементно - известковой) смеси менее 0.9 $W_{\text{опт}}$. в нее вводят воду или раствор стабилизатора (при необходимости). Количество воды ($W_{\text{в}}$) или раствора стабилизатора ($W_{\text{раст.}}$), в % от массы грунта, рассчитывают по формуле:

$$W_{\text{в}} (W_{\text{раст.}}) = W_{\text{опт.}} - W_{\text{ест.}}, \text{ где}$$

$W_{\text{опт.}}$ – оптимальная влажность грунта (суглинка) по ГОСТ 22733;

$W_{\text{ест.}}$ – естественная влажность грунта на момент введения воды или раствора стабилизатора по ГОСТ 5180;

$W_{\text{в}} (W_{\text{раст.}})$ – количество воды или раствора стабилизатора, необходимого для достижения влажности грунта в пределах оптимальной (допустимой по СНиП 3.06.03-85 - не более 1.1 $W_{\text{опт.}}$).

Раствор стабилизатора готовят в емкости поливо-моечной машины (цистерне) путем введения в воду стабилизатора (в расчетном количестве от массы обрабатываемого грунта).

4.А. Грунт с введенным минеральным вяжущим, водой или раствором стабилизатора (или только с минеральным вяжущим) перемешивают рабочим органом ресайклера, стабилизера (на глубину 20см) с захватом смежной полосы на ширину 8-20 см. Количество проходов ресайклера назначают из условия обеспечения однородности смеси при перемешивании.

5.А. Обработанный грунт профилируют автогрейдером с приданием проектного поперечного уклона.

6.А. Уплотняют конструктивный слой из обработанного грунта отрядом катков (грунтовых и для асфальтобетона) до требуемой настоящего СП плотности (не менее 0.99).

7.А. Осуществляют чистовое профилирование нижнего слоя основания (при необходимости) автогрейдером. Устранять основные дефекты неровности эффективнее в процессе уплотнения.

Примечания: А. В случае выпадения обильных осадков работы по устройству нижнего слоя основания следует прекратить и возобновить их после подсушивания грунта.

Б. При подсушивании грунта, в том числе, с помощью введения добавок извести или цемента ионные и полимерные стабилизаторы не используются.

В. При внесении негашеной извести в грунт персонал, распределяющий ее должен работать в очках и респираторе. Между технологическими приемами внесения негашеной извести и цемента (уплотнения) необходим разрыв по времени для полного гашения извести.

Б. Технология устройства верхнего слоя основания дорожной одежды методом смешения на дороге.

Устройство верхнего слоя основания можно выполнять сразу после устройства нижнего слоя основания. Оптимальную длину сменной захватки при устройстве верхнего слоя основания из укрепленного грунта определяют с учётом конкретных условий строительства (готового фронта работ, возможностей ресайклера (фрезы) по обработке грунта вяжущим, наличия вяжущих – цемента или извести, щебня, песка и скорости их распределения, погодных условий и пр.).

1.Б. Завозят песчано-щебеночную смесь или компоненты смеси в необходимом объеме (толщина слоя завезенного грунта = $20\text{см} \times (j_m^r / j_n)$).

2.Б. Профилируют материал смеси (при необходимости осуществляют смешение смеси) автогрейдером с приданием проектных геометрических параметров.

3.Б. Распределяют расчетное количество цемента, а при необходимости минеральные и активные добавки на укрепляемый слой основания и

перемешивают ресайклером (навесной фрезой) до однородного состояния. При необходимости, через дозатор ресайклера вводится расчетное количество воды или эмульсии (воды и эмульсии). При перемешивании смеси ресайклер (фреза) должен захватывать ранее приготовленную (смежную) полосу на 08-20 см с обеспечением однородности смеси.

4.Б. Обработанный грунт автогрейдером профилируют с приданием проектного поперечного уклона.

5.Б. Уплотняют конструктивный слой основания отрядом катков до требуемой СП плотности (не менее 0.98).

6.Б. Осуществляют (при необходимости) чистовое профилирование верхнего слоя основания автогрейдером. Устранять основные дефекты неровности и поперечного уклона слоя основания эффективнее в процессе его уплотнения.

При приготовлении укрепленного грунта в установке, смесь транспортируют к месту укладки и распределяют ее асфальтоукладчиком, распределителем бетона или автогрейдером с последующим уплотнением.

Примечание: 1. В случае выпадения обильных осадков работы по устройству основания дорожной одежды следует прекратить (закрыв обработанный материал полиэтиленовой пленкой) и возобновить их после подсушивания грунта. 2. Движение построечного транспорта по верхнему слою основания, а также устройство слоя покрытия разрешается в день окончания уплотнения основания или через 5 суток после его устройства.

3.Технология уплотнения укрепленного грунта

Уплотнение верхнего слоя основания с помощью катков (на примере отряда катков марок BW – фирмы «Bomag») необходимо производить следующим образом:

3.1. Каток комбинированного действия (BW151AC-4) должен выполнить 6-7 проходов по одному следу в статическом режиме (без включения вибрации) вальцом вперёд. Скорость катка –2-3 км/час. Уплотнение слоя следует производить от краёв к середине с перекрытием каждого следа при последующем проходе катка на 30-40см.

Последующие 2 прохода каток BW151AC-4 комбинированного действия производит в вибрационном режиме с частотой 45 гц и минимальной амплитудой, на скорости 4-6 км/час. При образовании неисправимых дефектов (нарушение сплошности, расслоение по толщине и т.п.) вибрацию следует отключить.

Процесс уплотнения должен завершить каток BW 216 D-4 (или BW 219 ДН-4) за 4 прохода в статическом режиме на скорости 4-6 км/час.

Примечание: Для уплотнения нижнего слоя основания желательно применять тяжелые катки типа CS76, CS74, CS64 – производства фирмы Gaterpillar, или ДУ-84, ДУ-85 – производства фирмы «Раскат». Ориентировочное число проходов катка по одному следу – 10-12.

3.2. С целью исключить образование волны на конструктивном слое каждый последующий след катка в направлении уплотнения должен быть смещен относительно предыдущего на величину, равную примерно диаметру вальца или пневмоколес.

3.3. Количество проходов катков по одному следу и режимы уплотнения уточняются после пробного уплотнения слоя основания. Отряд катков и их марки по весу (отечественного или зарубежного производства) могут быть иными, чем приведенные в п. 4.1 (к примеру набором катков на пневмошинах ДУ-55 и катками комбинированного действия ДУ-52 за 10-14 проходов по одному следу). Количество и марки катков назначают исходя из табл. 3.2 СП, дневной захватки строительства основания и требований СП по времени окончания уплотнения (уплотнение смеси грунта с цементом до максимальной плотности должно быть закончено не позднее чем через 3 часа после введения в смесь воды).

3.4. Окончанием уплотнения обработанного грунта следует считать отсутствие следа вальца после прохода тяжёлого катка по уложенному конструктивному слою, отсутствие волны перед вальцом.

3.5. Вальцы и пневмоколёса катков в процессе уплотнения обработанного грунта не должны смачиваться водой.

3.6. Каток не должен останавливаться в процессе уплотнения на полосе укрепленного конструктивного слоя. Очищать вальцы и колёса катков следует за пределами полосы укатки.

3.7. Вибраторы на катке следует включать и выключать только в движении. В противном случае на поверхности уплотняемого слоя остаются следы от вальца.

3.8. В процессе уплотнения катки должны двигаться параллельно продольной оси конструктивного слоя.

3.9. Скорость самоходных катков на пневматических шинах рекомендуется принимать 2-3 км/ч на первых двух и двух последних проходах. На промежуточных проходах с целью сокращения длительности укатки скорость укатки катков можно повышать до 12-15 км/ч.

Для достаточной плотности и прочности поверхностного слоя цементогрунта целесообразно заканчивать его уплотнение тремя-четырьмя проходами самоходного катка с жесткими гладкими вальцами.

4. Уход за свежеложенным слоем основания из укрепленного грунта.

4.1. Уход за свежеложенным слоем основания из укрепленного грунта осуществляют, если вышележащий слой дорожной одежды устраивают с разрывом во времени более суток.

4.2. Уход за готовым свежеложенным слоем основания из укрепленного грунта производят с помощью плёнообразующих материалов. Например, с

помощью материала типа ВПС-Д (на основе водной дисперсии парафинов), или материала типа ВПМ (на основе водной дисперсии латексов), или битумной эмульсии класса ЭБА-1 (ЭБК-1) по ГОСТ 52128-2003. Эффективно использование защитной полимерной пропитки LAS – 320 корпорации Enviroseal, которая обеспечивает не только защиту, а также повышение прочности основания. Нормы расхода пленкообразующих материалов - из расчета 0.5-0.8 л/м².

4.3. Допускается уход за свежеложенным слоем из укрепленного грунта осуществлять с помощью увлажняемого слоя песка (толщиной не менее 5 см), или многослойной мешковины (например, пятислойной), или слоя влагоёмкого материала типа «Дорнит» и пр. Увлажненный слой из ПГС (смеси щебня и песка), завезенной для устройства верхнего слоя основания может выполнять роль материала для ухода за уложенным нижним слоем основания.

4.4. Пленкообразующий материал (например, битумную эмульсию) следует наносить на поверхность свежеложенного основания из укрепленного грунта после окончания уплотнения слоя сменной захватки.

4.5. Пленкообразующий материал распределяется равномерно, без пропусков автогудронатором или вручную с использованием средств малой механизации.

4.6. Уход за слоем основания из укрепленного грунта ведут до перекрытия вышележащим слоем дорожной одежды или до набора укрепленным грунтом проектной прочности, но не менее 28 суток.

Примечание: Устройство слоя покрытия осуществляют либо в течение первых суток после устройства основания, либо по истечении 5 суток (и более) набора прочности.

5. Контроль качества устройства конструктивных слоев основания.

5.1. Качество укрепленных грунтов должно контролироваться лабораторией изготовителя в соответствии с требованиями настоящих ТУ.

5.2. Входной контроль грунта, цемента, извести, битумной эмульсии, добавок, стабилизаторов и воды осуществляется лабораторией перед началом строительства, а также при изменении качества используемых материалов, но не реже одного раза в квартал.

Для грунта определяют зерновой и агрегатный составы (по ГОСТ 12536...), число пластичности и естественную влажность (по ГОСТ 5180...), оптимальную влажность и максимальную плотность (по ГОСТ 22733...).

При изменениях зернового состава, числа пластичности и оптимальной влажности (отклонение от проектных показателей утвержденного состава более 10%) производят корректировку состава укрепленного грунта.

Для цемента определяют сроки схватывания (по ГОСТ 310.3-76) и марку (активность) по ГОСТ 310.4-81. Цемент должен отвечать требованиям ГОСТ 10178-85.

Для приготовления укрепленного грунта следует использовать цемент одной марки (не менее М300) с одного завода.

Для битумной эмульсии определяют содержание вяжущего с эмульгатором и класс по ГОСТ Р 52128-2003. Для укрепления грунтов применяют анионные (ЭБА-3, ЭБПА-3) и катионные (ЭБК-3, ЭБПК-3) эмульсии.

Для негашеной молотой извести определяют содержание активных СаО+МgО, тонкость помола и время гашения по ГОСТ 9179.

Качество добавок и стабилизаторов контролируют в соответствии с утвержденными Техническими условиями.

Вода для увлажнения смеси и приготовления раствора стабилизатора должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732-79.

5.3. Контроль качества на месте устройства слоя основания из укрепленного грунта производят в соответствии с действующими нормами настоящих ТУ.

5.4. При устройстве основания следует контролировать:

- не реже одного раза в смену качество смеси путём определения прочности образцов на сжатие (по настоящим ТУ);
- не реже, чем через 200 м влажность обработанного грунта перед уплотнением и плотность (коэффициент уплотнения) материала в уплотнённом слое в трёх точках на поперечнике (по оси и на расстоянии 0,5 м от кромки слоя) по ГОСТ 5180-84.

Коэффициент уплотнения укрепленного грунта в слое основания определяют как отношение плотности высушенного образца укрепленного грунта, взятого из уплотнённого слоя, к плотности скелета смеси грунта с вяжущим, уплотнённой по настоящим ТУ при оптимальной влажности.

- постоянное соблюдение требований по уходу.

5.5. При операционном контроле качества по устройству основания из укрепленного грунта (дополнительно к п. 3.33) следует контролировать не реже чем через каждые 100 м:

- точность дозирования воды, вяжущих и добавок;
- высотные отметки;
- ширину;
- толщину слоя неуплотнённого материала по его оси;
- поперечный уклон;
- ровность (просвет под 3-х метровой рейкой на расстоянии 0,75-1 м от каждой кромки основания в пяти контрольных точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от концов рейки и друг от друга).

5.6. Оценку качества основания из укрепленного грунта (приёмочный контроль) следует осуществлять по СНиП 3.06.03-85 по следующим параметрам:

- высотные отметки по оси;
- ширина и толщина слоя. Толщина слоя оценивается по толщине кромки основания и отобранных кернов;
- поперечные уклоны;

- ровность (просвет под рейкой длиной 3 м).

К акту приёмки (приёмочного контроля) прикладывают паспорт качества выпущенной смеси (в зависимости от используемого вяжущего), включающий в себя следующие показатели:

- состав смеси;
- марку по прочности на сжатие;
- марку по прочности на растяжение при изгибе;
- морозостойкость;
- набухание;
- содержание естественных радионуклидов.

Технологический регламент на устройство основания по методу холодной регенерации асфальтобетонных оснований и покрытий.

В результате фрезерования существующего слоя асфальтобетонного покрытия ресайклером (типа RM-300) или дорожной фрезой (типа WIRTGEN-2000) получают асфальтобетонный гранулят (АГ). Из сфрезерованного асфальтобетонного гранулята с добавлением минерального вяжущего, битумной эмульсии или битумной эмульсии совместно с цементом, а при необходимости нового скелетного материала (в основном щебня) и добавки получают асфальтогранулобетонную смесь (АГБ - смесь). После распределения и уплотнения конструктивного слоя дорожной одежды из асфальтогранулобетонной смеси, она превращается в конгломерат, называемый асфальтогранулобетон (АГБ).

АБГ-смесь можно готовить в установке или по методу смешения «на дороге». Ниже приведены технологии приготовления АБГ-смеси и устройства нижнего слоя асфальтобетонного покрытия из АГБ.

Примечание: Работы по данным технологиям разрешается выполнять при температуре воздуха не ниже +5⁰С. Не допускается при выпадении обильных

осадков выполнять работы по приготовлению и укладке АГБ-смеси, кратковременный морозящий дождь не является помехой.

Раздел 1. Технология приготовления АГБ-смеси в стационарной установке и устройства из нее нижнего слоя асфальтобетонного покрытия.

До начала работ по технологии холодного ресайклинга выполняются следующие операции:

- перенос движения на противоположную проезжую часть, либо полное его закрытие;
- уборка всех посторонних предметов и строительных материалов (при необходимости очистка существующего покрытия механической щеткой);
- сканирование существующей дорожной одежды на предмет наличия металлических предметов;
- осуществление мероприятий по уширению проезжей части, предусмотренных проектом на капитальный ремонт участка автомобильной дороги;
- устройство съездов, попадающих в зону ремонтных работ;
- установка, при необходимости, копирной струны для работы фрезы.

Примечание: Организация движения, установка дорожных знаков и ограждений в зоне ремонтных работ должна выполняться в соответствии с ВСН 37-84 «Инструкция по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ», ГОСТ Р 52289 и согласованной в органах ГИБДД схемой перекрытия движения и организацией объезда с выставлением направляющих знаков.

1.1. Асфальтобетонный гранулят (агрегатный состав – фракции менее 40 мм), полученный при фрезеровании существующего слоя асфальтобетонного покрытия с помощью ресайклера или дорожной фрезы,

автомобилями доставляют на площадку для складирования инертных материалов смесительной установки. АГ должен находиться на площадке в виде конусов или призм высотой до 2 метров, исключающих слеживание материала.

1.2. Приготовление АГБ-смеси в карьерных передвижных и стационарных смесителях (типа ДС-50Б, ДС-174) или бетоносмесительных установках непрерывного и периодического действия.

1.3. Транспортирование готовой АГБ-смеси автомобилями к месту производства работ. При использовании в смеси добавки цемента время ее доставки к месту производства работ рассчитывают исходя из того, что уплотнение АГБ- смеси должно быть закончено не позднее чем через 3 часа после введения в нее воды.

1.4. Укладка АГБ-смеси с помощью асфальтоукладчика по струне. С целью исключения продольных стыков укладку смеси желательно вести на всю ширину проезжей части (в случае устройства объезда) или на ширину половины проезжей части. На дорогах 4 категории для разравнивания АГБ-смеси допускается применение автогрейдера. Припуск на уплотнение смеси асфальтоукладчиком составляет 1.24, для автогрейдера – 1.3.

Примечания: к моменту укладки АГБ-смеси необходимо: 1. Подготовить основание под уширение проезжей части с уплотнением его до $K_{упл.}$ выше 0.98. 2. Подготовить основание под нижний слой покрытия (обеспечить требуемый коэффициент уплотнения – для щебеночного основания и проектные поперечные уклоны).

1.5. Уплотнение уложенного нижнего слоя покрытия. Время уплотнения АГБ-смеси, с использованием эмульсии (и при необходимости каменного материала) не ограничено, время от приготовления АГБ-смеси, содержащей цемент, до окончания ее уплотнения не должно превышать 3

часов. Уплотнение нижнего слоя покрытия из АГБ-смеси осуществляют в следующем порядке (на примере А - импортных и Б - отечественных катков):

А. Каток комбинированного действия (BW151AC-4) должен выполнить 6-7 проходов по одному следу в статическом режиме (без включения вибрации) вальцом вперёд. Скорость катка –2-3 км/час. Уплотнение слоя следует производить от краёв к середине с перекрытием каждого следа при последующем проходе катка на 30-40см.

На данной захватке следующие 2-3 прохода должен совершить гладковальцовый тандемный каток BW 203 AD-4 в статическом режиме на скорости 2-3 км/час.

Последующие 2 прохода каток BW151AC-4 комбинированного действия производит в вибрационном режиме с частотой 45 гц и минимальной амплитудой, на скорости 4-6 км/час. При образовании неисправимых дефектов (нарушение сплошности, расслоение по толщине и т.п.) вибрацию следует отключить.

Процесс уплотнения должен завершить гладковальцовый тандемный каток BW 203 AD-4 за 4 прохода в статическом режиме на скорости 4-6 км/час.

Б. Прикатка катком ДУ-100 за 3-4 прохода по одному следу. Основное уплотнение осуществляется катком ДУ-84 за 8-10 проходов по следу, из них 4-6 проходов с включенным вибратором; а далее катком ДУ-100 за 8-10 проходов по следу. Окончательное уплотнение производится катком ДУ-84 за 3-4 прохода по одному следу.

С целью исключить образование волны на основании каждый последующий след катка в направлении уплотнения должен быть смещен относительно предыдущего на величину, равную примерно диаметру вальца или пневмоколес.

Количество проходов катков по одному следу и режимы уплотнения уточняются после пробного уплотнения нижнего слоя покрытия.

Окончанием уплотнения обработанного грунта следует считать отсутствие следа вальца после прохода тяжёлого катка по уложенному слою основания, отсутствие волны перед вальцом.

1.6. Уход за регенерируемым слоем. При использовании АГБ-смеси с добавлением эмульсии или комплексного вяжущего (добавка + цемент + эмульсия) движение по регенерированному слою может быть открыто сразу после окончания уплотнения. При возникновении пылимости следует периодически слегка увлажнять поверхность регенерированного слоя.

1.7. Устройство верхнего слоя покрытия. Верхний слой покрытия может быть уложен сразу после уплотнения нижнего слоя из АГБ-смеси. Целесообразно устройство верхнего слоя покрытия отложить на 2-3 недели, что позволит последнему лучше сформироваться под действием движущегося транспорта. Скорость движения следует ограничить до 40 км/час, для устранения образования полосы наката движения необходимо регулировать. Возникшие от движения дефекты в виде шелушения и выбоин к моменту укладки верхнего слоя покрытия должны быть устранены с помощью АГБ-смеси.

Контроль качества работ

А. При приготовлении АГБ-смеси.

Входной контроль.

1.8. При входном контроле устанавливают соответствие стандартам качества каждой поступающей партии исходных материалов: АГ (агрегатный и зерновой составы), минеральных материалов (добавок), цемента, эмульсии, стабилизатора, воды. Этот вид контроля осуществляет подрядчик и представляет соответствующие данные Заказчику. Партией АГ считается материал, сфрезерованный с 10 тыс.м² регенерируемого покрытия.

1.9. При существенном расхождении показателей АГ (свыше 10%), поступающего в виде партии и используемого при подборе состава смеси, необходима корректировка состава.

Операционный контроль.

1.10. При операционном контроле проверяют:

- точность дозирования компонентов с учетом естественной влажности АГ и технологический режим приготовления АГБ-смеси (ежедневно). Точность дозирования материалов должна составлять: битумной эмульсии и воды - +(-) 1%, каменных материалов – + (-) 3%;
- марку цемента (в каждой партии, но не реже одного раза в три месяца по ГОСТ 310.4);
- однородность эмульсии (в каждой партии поставки, но не реже двух раз в месяц по ГОСТ 52128-2003);
- влажность АГ, при ее изменении из-за прошедшего ранее дождя.

1.11. Для контроля качества АГБ-смеси ее пробу отбирают на выходе из смесителя ежедневно. На 200 тонн выпускаемой смеси должно быть отобрано не менее одной пробы массой в соответствии с СТО. Смесь доставляют в лабораторию в емкости или пакете, исключающих испарение влаги, и формируют образцы в соответствии с настоящими ТУ. В лаборатории проверяют (по настоящим ТУ в зависимости от используемого вяжущего):

- содержание воды в АГБ-смеси;
- гранулометрический состав АГБ-смеси;
- предел прочности на сжатие АГБ при 20 и 50⁰С;
- предел прочности на сжатие АГБ в водонасыщенном состоянии;
- морозостойкость (марку по морозостойкости);
- набухание АГБ.

1.12. Если в результате операционного контроля выявлено несоответствие показателей свойств АГБ-смеси и АГБ, то проверяют

свойства всех исходных материалов, состав смеси, технологический процесс ее приготовления и производят корректировку состава АГБ-смеси.

Б. При устройстве нижнего слоя покрытия из АГБ-смеси.

Операционный контроль.

1.13. При операционном контроле проверяют:

- толщину рыхлого слоя – металлическим щупом с учетом припуска на уплотнение смеси (см. п. 1.4);
- качество продольных и поперечных сопряжений;
- плотность уплотненного слоя;
- поперечные уклоны.

Приемочный контроль.

1.14. При приемочном контроле проверяют:

- высотные отметки продольного профиля слоя (по СНиП 3.06.03-85);
- толщину уплотненного слоя по кернам (вырубкам);
- ширину слоя и поперечные уклоны слоя из АГБ (по СНиП 3.06.03-85);
- среднюю плотность и коэффициент уплотнения нижнего слоя покрытия из АГБ по настоящим ТУ. Коэффициент уплотнения должен быть не ниже 0.98.

Раздел 2. Технология приготовления АГБ-смеси и устройства из нее нижнего слоя асфальтобетонного покрытия методом смешения на дороге.

Перед началом производства работ необходимо выполнить подготовительные работы (в том числе подготовить основание под уширение) как и в случае технологии приготовления АГБ-смеси в установке.

2.1. Если по проекту предусмотрена корректировка гранулометрического состава АГ, добавку минерального материала распределяют по регенерируемому покрытию до его фрезерования (ресайклирования). Добавление минерального материала после фрезерования

нежелательно. Оно связано с проездом построечного транспорта по слою АГ, что приводит к его слипанию.

2.2. Фрезерование (фрезой или ресайклером) регенерируемого слоя покрытия на расчетную глубину с учетом необходимости распределения АГ на уширение и получения проектной толщины слоя по ширине проезжей части. Ширина фрезерования (половина или все покрытие) регенерируемого слоя зависит от наличия или отсутствия объезда.

2.3. Профилирование АГ автогрейдером с приданием конструктивному слою покрытия требуемых поперечных уклонов.

2.4. Приготовление АГБ-смеси ресайклером. Введение сыпучих добавок и цемента осуществляют с помощью предварительного распределителя цемента перед ресайклером (при наличии дозирующего устройства на ресайклере - через дозатор в процессе перемешивания смеси). Введение эмульсии (при необходимости - добавки воды) осуществляют с помощью дозаторов ресайклера в процессе перемешивания смеси. Допускается распределение битумной эмульсии из битумовоза по поверхности АГ (или АГБ-смеси после перемешивания АГ с добавкой и цементом), при этом перемешивание смеси необходимо выполнить сразу после распределения эмульсии.

2.5. Профилирование смеси автогрейдером.

2.6. Уплотнение конструктивного слоя покрытия в соответствии с п.1.5 настоящего Регламента.

2.7. Уход за слоем покрытия и устройство вышележащего слоя в соответствии с п. 1.6-1.7 настоящего Регламента.

Контроль качества работ

А. При приготовлении АГБ-смеси.

Входной контроль.

2.8. Входной контроль материалов осуществляют в соответствии с п. 1.7-1.8 настоящего Регламента с отбором проб АГ из сфрезерованного слоя покрытия.

Операционный контроль.

2.9. При операционном контроле проверяют:

- толщину рыхлого слоя – металлическим щупом с учетом припуска на уплотнение смеси (см .п. 1.4);

- не реже одного раза в смену качество АГБ-смеси, отобранной после прохода ресайклера. Из отобранной смеси формируют образцы в соответствии с настоящими ТУ для определения (в зависимости от используемого вяжущего) набухания, морозостойкости, предела прочности на сжатие при 20 и 50⁰С и в водонасыщенном состоянии.

- качество продольных и поперечных сопряжений;

- количество проходов катка по одному следу, обеспечивающих требуемую плотность (определяют при пробном уплотнении);

- поперечные уклоны.

Приемочный контроль.

2.10. Приемочный контроль выполняют в соответствии с п.1.14 настоящего Регламента.

Раздел 3. Организация труда и техника безопасности.

3.1. К работе по фрезерованию асфальтобетонного покрытия допускаются лица, прошедшие медицинское освидетельствование и признанные годными к выполнению данной работы.

3.2. Рабочие и инженерно-технические работники допускаются к работе после прохождения инструктажа и проверки знаний по технике безопасности, пожарной безопасности и правил личной гигиены. Инструктаж проводят в соответствии со СНиП 111-4-80 «Техника безопасности в строительстве» и СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги».

3.3. До начала работ по фрезерованию покрытия, рабочий участок необходимо оградить в соответствии с утвержденной в ГИБДД схемой и разработать безопасную схему захода и выхода в рабочую зону строительной техники и людей, руководствуясь ВСН 37-84 «Инструкция по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ».

3.4. Машинист фрезы (ресайклера) должен знать устройство данной дорожной машины, правила обращения, управления, ухода и эксплуатации.

3.5. Рабочие должны быть обеспечены спецодеждой установленного образца, обувью и перчатками.

3.6. Запрещается во время работы фрезы (ресайклера) регулировать толщину фрезеруемого слоя.

ОКС

Ключевые слова: укрепление грунтов, долговечность, технологический регламент.

Руководитель разработки:
Главный инженер ГКУ
«Мосавтодор»

Н.А.Воронков

Генеральный директор ОАО
фирма «Проектная контора»

В.И. Довгий

Директор ГУП МО
«Лабораторно-исследовательский центр»

М.А. Славуцкий

Кандидат технических наук

С.Г. Фурсов