

**Саморегулируемая организация  
некоммерческое партнерство  
«Межрегиональное объединение дорожников  
«СОЮЗДОРСТРОЙ»**

---

**Стандарт организации**

**Автомобильные дороги**

**СТРОИТЕЛЬСТВО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА  
ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**Часть 3. Возведение земляного полотна на слабых грунтах**

**СТО СОЮЗДОРСТРОЙ 2.1.1.1.2.3 - 2012**

*Издание официальное*

---

**Саморегулируемая организация некоммерческое партнерство «Межрегиональное объединение дорожников «СОЮЗДОРСТРОЙ»**

**Москва 2012**

## Предисловие

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

- |   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 1 | РАЗРАБОТАН                       | Саморегулируемая организация некоммерческое партнерство «Межрегиональное объединение дорожников «СОЮЗДОРСТРОЙ»      |
| 2 | ВНЕСЕН                           |   |
| 3 | УТВЕРЖДЕН И<br>ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ | <b>Решением Общего собрания<br/>СРО НП «МОД «СОЮЗДОРСТРОЙ»<br/>От 16 февраля 2012 года, протокол №1<br/>ВПЕРВЫЕ</b> |
| 4 | ВВЕДЕН                           |   |

Информация об изменениях к настоящему стандарту и текст изменений и поправок, а также при пересмотре (замене) или отмене настоящего стандарта соответствующее уведомление размещается на официальном сайте саморегулируемой организации Некоммерческое партнерство «Межрегиональное объединение дорожников «СОЮЗДОРСТРОЙ».

© Национальное объединение строителей, 2012

© НП «МОД «СОЮЗДОРСТРОЙ», 2012

*Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных Национальным объединением строителей*

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	2
4 Конструкции и материалы.....	3
5 Общие положения .....	5
6 Методы производства и контроль качества работ.....	8
6.1 Возведение насыпей с заменой слабых грунтов в основании.....	8
6.2 Возведение насыпей с сохранением в основании слабых грунтов.....	10
Библиография .....	17

## Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с «Приоритетными направлениями деятельности и задачами Национального объединения строителей на 2010-2011 годы», утвержденными на Всероссийском съезде саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства (протокол от 15.04.2010 №2).

Целью разработки является реализация в Национальном объединении строителей Градостроительного кодекса Российской Федерации [1], Федерального закона от 27.12.2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании» [2], Федерального закона от 30.12.2009 г. №384-ФЗ «О безопасности зданий и сооружений» [3], Федерального закона от 01.12.2007 г. №315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» [4] и иных законодательных и нормативных актов, действующих в области градостроительной деятельности.

Авторский коллектив: *д.т.н., проф. В.Д. Казарновский* (ОАО «Союздорнии»), *к.т.н., доцент И.В. Лейтланд* (ОАО «Союздорнии»), *д.т.н., проф. Добров Э.М.* (Московский государственный автомобильно-дорожный университет - МАДИ), *д.т.н., проф., В.Н. Ефименко, к.т.н., доцент М.В. Бадина, к.т.н., доцент С.В. Ефименко* (Томский государственный архитектурно-строительный университет), *к.т.н. Е.С.Пишеничникова* (ОАО Союздорнии), *к.т.н., руководитель разработки Р.А. Коган* (ОАО «СоюздорНИИ»); *инженер О.Б. Гопин* (ОАО «СоюздорНИИ»); *инженер И.В. Басурманова* (ОАО «СоюздорНИИ»).

Работа выполнена под руководством *д.т.н., профессора В.В. Ушакова* (МАДИ) и *к.т.н. Л.А. Хвоинского* (СРО НП «МОД «СОЮЗДОРСТРОЙ»).

## СТАНДАРТ НП «МОД «СОЮЗДОРСТРОЙ»

---

### Автомобильные дороги СТРОИТЕЛЬСТВО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

#### Часть 3. Возведение земляного полотна на слабых грунтах

---

Дата введения 16 февраля 2012г.

### 1 Область применения

Настоящий стандарт организации устанавливает требования к технологии работ и контролю качества при возведении земляного полотна на участках, сложенных слабыми грунтами.

### 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы и техническую документацию:

СНиП 2.05.02-85\* Автомобильные дороги. Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986

СНиП 3.06.03-85\* Автомобильные дороги. Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986

Примечание – При пользовании настоящим стандартом проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальных сайтах Национального органа Российской Федерации по стандартизации и НОСТРОЙ в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться новым (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без за-

мены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### **3 Термины и определения**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы и техническую документацию:

**3.1 болота:** Природные образования, толща которых сложена грунтом болотной фации. Различают типы болот:

- I-ого типа: заполненные болотными грунтами, прочность которых в природном состоянии обеспечивает возможность возведения насыпи высотой до 3 м без возникновения процесса бокового выдавливания слабого грунта;

- II-ого типа: содержащие в пределах болотной толщи хотя бы один слой, который может выдавливаться при некоторой интенсивности возведения насыпи высотой до 3 м, но не выдавливается при меньшей интенсивности возведения насыпи;

- III-его типа: содержание в пределах болотной толщи хотя бы один слой, который при возведении насыпи высотой до 3 м выдавливается независимо от интенсивности возведения насыпи.

**3.2 болотные грунты:** Грунты, образованные в условиях болотной фации.

**3.3 земляное полотно:** Геотехническая конструкция, выполняемая в виде насыпи, выемки или полунасыпи – полувыемки, служащая для обеспечения проектного пространственного расположения проезжей части дороги и в качестве грунтового основания (подстилающего грунта) конструкции дорожной одежды;

**3.4 насыпь:** Земляное сооружение из насыпного грунта, располагающееся выше естественного уровня земли;

**3.5 основание насыпи:** Природный массив грунта, располагающийся ниже тела насыпи;

**3.6 пеноматериалы:** Газонаполненные материалы, дисперсионная среда которых – плотное вещество, а диспергированная фаза – газ; обычно в пеноматериалах, как и вообще в газонаполненных материалах, объем газообразной фазы составляет более 50% общего объема вещества;

**3.7 рабочая платформа:** Нижняя часть отсыпаемой на толще слабого грунта насыпи, которая должна обеспечить проходимость в процессе строительства построечного транспорта или возможность временного расположения оборудования, необходимого для выполнения работ по возведению насыпи проектной высоты;

**3.8 слабые грунты:** Связные грунты, имеющие прочность на сдвиг в условиях природного залегания менее 0,075 МПа (при испытании прибором вращательного среза) [6] или модуль осадки более 50 мм/м при нагрузке 0,25 МПа (модуль деформации ниже 5,0 МПа) [6,10]. При отсутствии данных испытаний к слабым грунтам следует относить грунты болотной фации: торф, заторфованные грунты, сапропели, болотный мергель, а также илы, глинистые грунты различного происхождения, имеющие коэффициент консистенции свыше 0,5;

**3.9 слабые основания:** Основания, в пределах активной зоны которых имеются слои слабых грунтов мощностью не менее 0,5 м.

## 4 Конструкции и материалы

4.1 К насыпям, сооружаемых на слабых основаниях предъявляются следующие дополнительные требования: боковое выдавливание слабого грунта в основании насыпи в период эксплуатации должно быть исключено; интенсивная часть осадки основания насыпи должна завершиться до устройства покрытия (исключение допускается при применении сборных покрытий в условиях двухстадийного строительства); упругие колебания насыпей на торфяных основаниях при движении транспортных средств не должны превышать величины, допустимой для данного типа дорожной одежды [6,10].

4.2 Нижнюю часть насыпи толщиной слоя на 0,5 м больше суммарной величины расчетной осадки основания и мощности удаляемого слоя (если применяется частичное или полное удаление) следует устраивать из дренирующих (СНиП 2.05.02) или крупнообломочных грунтов. Применение иных грунтов должно быть установлено в проекте.

4.3 На насыпях, в основании которых оставлены слабые грунты, капитальные дорожные одежды можно устраивать после завершения не менее 80% конечной осадки или при условии, что средняя интенсивность осадки за месяц, предшествующий устройству покрытия, не превышает от 1,5 до 2 см/год.

4.4 При устройстве насыпей на всех видах свайных основаниях толщина рабочей платформы, в зависимости от несущей способности грунта основания и веса применяемых механизмов, должна составлять не менее 0,75 м. Ширина рабочей платформы должна превышать ширину свайного поля не менее чем на 2,5 м.

4.5 Для заполнения вертикальных дрен следует применять песок с коэффициентом фильтрации не менее 6 м/сут или гравийно-песчаную смесь с диаметром частиц до 60 мм. Нижнюю часть насыпи (рабочую платформу) отсыпают из дренирующего грунта с коэффициентом фильтрации более 3 м/сут.

4.6 Не допускается использовать для устройства грунтоцементных свай грунты, содержащие более 6% органических примесей.

## **5 Общие положения**

5.1 Проект на переходе дороги через болото и других участках слабых грунтов должен наряду с конструктивными решениями земляного полотна содержать решения технологические, обеспечивающие в своём комплексе устойчивость (исключение бокового выдавливания слабого слоя), стабиль-



ность (отсутствие ненормативных осадок в период эксплуатации), жёсткость (ограничение упругих колебаний).

5.2 Мощность активной зоны основания следует принимать ориентировочно равной ширине насыпи понизу. В случае, если слои слабых грунтов располагаются на глубинах, больших ширины насыпи понизу, а также при насыпях более 12 м высотой, мощность активной зоны устанавливается в соответствии с проектом.

5.3 При сооружении насыпей с оставлением в их основании слабых грунтов в целях повышения устойчивости, ускорения осадки и снижения влияния динамической нагрузки предусматривают следующие конструктивно-технологические решения:

- сооружение насыпи на слабом основании с расчётным режимом отсыпки, обеспечивающим устойчивость конструкции в процессе строительства и эксплуатации;

- применение разделительных прослоек из геополотен для исключения перемешивания отсыпаемых грунтов и грунтов слабого основания;

- применение армоэлементов из тканых геополотен или геосеток совместно с неткаными геополотнами для обеспечения устойчивости (армирование основания);

- устройство временной пригрузки для ускорения процесса консолидации грунтов слабого основания;

- сооружение «легких» насыпей из пеноматериалов для создания устойчивых и безосадочных насыпей;

- вертикальные дрены из песка, дискретных материалов, специальных (объёмных) геосотовых материалов с целью ускорения осадки слабого основания;

- устройство свай из песка, щебня, цементогрунта, железобетона (забивные сваи), цементогрунта, укрепляемого по струйной технологии, инъекционные сваи с ростверком из геосотовых материалов или тканых геополотен с целью создания устойчивых или безосадочных конструкций.

Мероприятия выполняются в соответствии с проектом и проектом производства работ.

5.4 Замена слабого грунта в основании насыпи выполняется на болотах I и II типа путем механического или взрывного выторфовывания, а на болотах III типа – путем отжатия болотных грунтов весом насыпи.

5.5 Проход машин по болоту, с заменой болотных грунтов, устройство траншей, прорезей, водоотводных канав допускается в зимнее время после образования мёрзлой коры с достаточной несущей способностью для соответствующего типа болот и массы строительной техники. Толщина промёрзшего слоя торфа должна быть не менее, указанной в таблице 1.

Таблица 1 – Минимальные толщины промерзания торфяной толщи при строительных работах

Тип болотного грунта	Масса машины, т			
	10	15	25	40
	Толщина слоя, см			
Торф I типа, см	20	24	30	45
Торф II типа, см	24	35	48	60
Болотные грунты III типа, лёд, см	31	40	50	65
<p>Примечания</p> <p>1 Приведённые толщины даны для температуры <math>\leq 10^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>2 При температуре близкой к <math>0^{\circ}\text{C}</math> требуемую толщину следует увеличить в 1,3 раза.</p> <p>3 Строительный тип болотного грунта определяют в соответствии с [6,10].</p>				

Промерзание болотной толщи ускоряется примерно в 2 раза при систематической очистке поверхности грунта от снега. Для обеспечения безопасности при пионерной проходке машин по болоту в зимнее время, следует проводить измерение толщины мёрзлого слоя не менее чем в 3-х местах по оси каждой сменной захватки работы бульдозера на расчистке или иных ви-

дов работ, а также в местах понижения рельефа или изменения растительности.

5.6 Для работы на болотах следует использовать землеройные машины повышенной проходимости. При работе экскаваторов на болотах с недостаточной несущей способностью грунта возможно использование инвентарных деревянных щитов. Проект производства работ должен содержать конкретные решения по размещению и конструкции землевозных дорог.

5.7 При замене слабых грунтов требования к расчистке полосы отвода устанавливаются с учётом метода их замены и типов машин. Проектом должно быть предусмотрено место отвала вынутого грунта и способ его вывозки с учётом экологических требований (при невозможности устройства боковых кавальеров).

При использовании слабых грунтов в качестве основания дерновый слой на торфяном болоте и других типах слабого основания целесообразно не удалять. Допускается при толщине насыпного слоя 1,5 м и более оставлять пни, срезанные на уровне поверхности земли, а также срезанное мелколесье и порубочные остатки с укладкой стволов преимущественно поперёк оси дороги.

5.8 При использовании в основании насыпи слабых грунтов, а также при наличии уклонов дна болота в процессе строительства должны быть установлены постоянные наблюдения [6,10] за смещениями насыпи по высоте и в плане, которые могут быть вызваны дополнительными нагрузками, динамическими воздействиями транспорта, многолетним оттаиванием мерзлых образований и другими трудно прогнозируемыми причинами и условиями.

В случае нарушения устойчивости основания или недопустимых отклонений от расчётной осадки следует вносить соответствующие изменения в предусмотренные проектом конструктивные параметры и технологические схемы, а также осуществлять мониторинг в процессе строительства и эксплуатации.

## **6 Методы производства и контроль качества работ**

### **6.1 Возведение насыпей с заменой слабых грунтов в основании**

6.1.1 Замена слабого грунта в основании насыпи может осуществляться механическим способом, т.е. экскавацией и транспортировкой слабого грунта, либо взрывным. В случае удаления слабого грунта методом экскавации работы осуществляют двумя отрядами: один удаляет слабый грунт, второй – выполняет замену и последующее сооружение насыпи до проектной отметки.

6.1.2 В зависимости от ширины, глубины замены слабых грунтов и от рабочих параметров экскаватора слабый грунт удаляют по одной из следующих схем: «на себя» одной или двумя продольными захватками; поперечными траншеями; «от себя» с работой экскаватора с насыпи.

При организации работ по первой схеме экскаватор, двигаясь вдоль оси траншеи, разрабатывает её профиль «на себя» и укладывает грунт в два отвала по обе стороны траншеи либо наполовину сечения с укладкой торфа в один отвал. Схема обеспечивает наибольшую производительность разработки благодаря небольшим углам поворота стрелы экскаватора. Эту схему применяют в случаях отсутствия вдоль насыпи водоотводных канав. При наличии водоотводных канав экскаватор движется вдоль бровки, разрабатывая траншею на полный профиль или до оси с поворотом стрелы на 180° и укладкой грунта в один отвал. По этой схеме одновременно с разработкой траншеи возможно устройство водоотводной канавы.

Обе схемы позволяют вести разработку траншеи шириной до 12 м (поверху).

Широкие траншеи глубиной более 4 м разрабатывают поперечными проходами. Размер захватки в этом случае равен половине ширины траншеи.

Данная схема более целесообразна при вывозке слабого грунта автотранспортом.

6.1.3 На слабых грунтах с низкой несущей способностью, а также при устройстве широких и глубоких траншей с большим объёмом замены сооружения земляного полотна ведётся по схеме «от себя». Экскаватор перемещается по отсыпаемой насыпи. Слабый грунт транспортируют в специальные отвалы автомобилями-самосвалами, занятыми на возведении насыпи. Сооружение насыпи осуществляют путём надвигки грунта бульдозером в открытую поперечную траншею.

Траншеи глубиной до 1 м на осушенных болотах I типа с подстилающим слоем из грунтов нормальной влажности и плотности при ширине основания насыпи 12 м и более целесообразно разрабатывать бульдозером. Уклон откосов траншей не должен превышать 1:3,5.

Технологический процесс включает разработку траншеи, перемещение торфа или другого слабого грунта в кавальер и разравнивание его слоем толщиной до 0,5 м. Для производства работ следует применять бульдозеры на уширенных гусеницах, оборудованные отвалами с открьлками.

6.1.4 Удаление слабого грунта. Выторфовывание ведётся поперечными проходками от одной бровки до другой: слабый грунт (торф) перемещается за пределы водоотводных канав, которые устраивают сразу после выторфовывания.

Устройство траншеи «в задел», как правило, не допускается. Выторфовывание не должно опережать отсыпку нижней части насыпи более, чем на 1-2 сменные захватки.

6.1.5 Замену слабого грунта в основании взрывным способом осуществляют по специальным нормам [12] и применяют для отсыпки насыпей на болотах всех типов в следующих случаях:

- разработка «на выброс» траншей на болотах I типа при выторфовывании до минерального дна;
- удаление торфа из-под отсыпанной ранее насыпи;

- рыхление дерново-корневого покрова;
- устройство канав – торфоприёмников на болотах I и II типов при посадке насыпи на дно болота;
- разрыхление сплавины на болотах III типа.

В любом случае необходимо, чтобы указанные виды работ, связанные со взрывным способом, были отражены в проекте производства работ и соответствующих технологических схемах и регламентах.

Рационально применение взрывного способа при работах в зимнее время на пнистых и обводнённых болотах, на болотах с мощным и прочным дерново-корневым покровом.

## **6.2 Возведение насыпей с сохранением в основании слабых грунтов**

6.2.1 Насыпь следует возводить послойно, по возможности сразу на полную проектную толщину (сумма рабочей отметки и расчётной величины осадки). В случае, если слабое основание не обладает необходимой устойчивостью, в проекте производства работ необходимо предусмотреть метод постепенного нагружения с расчетным режимом [10].

6.2.2 Для улучшения условий производства работ при устройстве нижних слоев насыпей, в основании насыпи рекомендуется укладывать прослойки из геосинтетического материала.

Прослойки из геосинтетических материалов (разделительные или армирующие) в основании или в нижней части земляного полотна укладывают на всю ширину насыпи, с выводом краёв полотнищ от 0,5 до 1,0 м за её границы, или анкерированием краёв в откосных частях путём заворачивания концов полотнищ длиной от 1,5 до 2,0 м на заранее сформированные валики высотой от 0,5 до 0,6 м из отсыпанного поверх геотекстиля слоя грунта или на края грунтового слоя. Полотнища материала следует стыковать внахлест с перекрытием смежных полос на 0,5 м. Для пропуска строительных машин

геотекстиль должен быть перекрыт слоем грунта насыпи толщиной не менее 0,6 м.

При наличии пней, кочек, углублений и других неровностей на поверхности основания перед укладкой геотекстиля отсыпают песчаный выравнивающий слой, толщина которого должна быть не менее возвышения неровностей.

6.2.3 Способ постепенного нагружения (предварительной консолидации) применяется при сооружении насыпей на болотах I-го и II-го типа в том случае, когда основание не может воспринимать сразу без нарушения устойчивости нагрузку от всей проектной насыпи. Отсыпку насыпи ведут в режиме, при котором каждая последующая ступень нагрузки прикладывается после соответствующего упрочнения грунта (консолидации) за счёт его уплотнения под предыдущей ступенью. Технологический режим нагружения устанавливают в проекте производства работ на основе соответствующих расчётов и в технологическом регламенте.

6.2.4 При отсыпке насыпи регистрируют фактическую осадку основания во времени. Осадку замеряют путём нивелирования наблюдательных марок, установленных по подошве насыпи. Марки представляют собой металлические штыри диаметром 5-10 мм, приваренные к опорной плите размером 30x30 см из листовой стали толщиной 3-5 мм. Отсыпку второго и последующих слоёв начинают после достижения расчётной осадки основания от предыдущего слоя насыпи [10].

6.2.5 Для ускорения осадки насыпей на болотах I-го и II-го типа может быть применена временная пригрузка насыпи дополнительным слоем грунта. Толщину слоя временной пригрузки и время её выдерживания устанавливают в проекте производства работ. Как правило, временную пригрузку назначают в виде слоя грунта, из которого отсыпана насыпь, толщиной до 2 м, время выдерживания в соответствии с проектом – от одного месяца до одного года [8].

После достижения расчётной осадки пригрузочный слой должен быть быстро снят. Грунт из пригрузочного слоя используют для насыпей, не требующих длительного выдерживания на других участках.

На протяжённых переходах через болота с однотипными условиями следует вести работы по схеме укрупнённого потока, при которой производительность отсыпки насыпи подбирают таким образом, чтобы пригрузочный слой находился на определённом участке насыпи расчётное время и постепенно перемещался вслед за фронтом отсыпки.

6.2.6 Осадку насыпи с временной пригрузкой контролируют по маркам (оценка вертикальных отметок). Если в процессе отсыпки временной пригрузки будут обнаружены признаки выпора или выдавливания слабых грунтов из-под насыпи, работы необходимо прекратить и возобновить их только после проверки устойчивости основания.

6.2.7 Нижнюю часть насыпи на промороженном основании отсыпают толщиной, определяемой проектом, из малоразложившегося подсушенного в валах торфа. Торф для этой цели получают из боковых резервов или из специальных карьеров (в зависимости от экологической ситуации).

Работы по сооружению насыпи ведут в зимний период после промерзания основания на величину, близкую к максимальной. В целях ускорения промерзания с полосы отвода заблаговременно удаляют мохо-растительный покров и очищают поверхность от снега.

6.2.8 Вертикальные дрены устраивают с целью ускорения осадки основания. Вертикальные дрены сооружают в виде плоских дрен из геотекстильных и других ленточных дренирующих материалов или в виде скважин, заполненных песком или иным дренирующим материалом. Разновидностью вертикальных дрен являются продольные прорези, заполненные песком. Вертикальное дренирование целесообразно сочетать с методом временной пригрузки.

6.2.9 Дренажные прорези устраивают на слабых основаниях, в том числе и на болотах I-го типа, глубиной до 4 м для ускорения осадки насыпей,



повышения устойчивости основания и снижения упругих колебаний от временной нагрузки [7,9].

Дренажные прорезы в летнее время рекомендуется устраивать баровыми рабочими органами на базе экскаватора, а в зимнее время при глубине промерзания до 0,3 м – экскаватором, оборудованным обратной лопатой, или многоковшовым экскаватором. Экскаватор, работая на первой захватке, отрывает прорезы на проектную глубину. В это время на второй захватке бульдозер заполняет отрытые траншеи песком из заранее подготовленного вала, а на первую захватку подвозят песок. Разработку прорезей одноковшовым экскаватором ведут захватками от 8 до 10 м летом и от 5 до 6 м зимой с одной стоянки. На другую стоянку экскаватор переходит под углом 45-60° к оси дороги. Торф или другие слабые грунты размещают и разравнивают бульдозером с уширенным отвалом с открылками.

Для разработки дренажных прорезей целесообразны многоковшовые экскаваторы болотной модификации с удлинённым транспортёром. В этом случае величину рабочей захватки назначают в зависимости от консистенции торфа и погодных условий и в увязке с темпом отсыпки насыпи.

Вертикальные дрены и песчаные сваи располагают по определяемой проектом треугольной, шахматной или квадратной сетке с шагом ленточных дрен от 1 до 2 м, песчаных дрен – от 2 до 4 м и свай – от 1 до 2 м.

Для заполнения вертикальных песчаных дрен применяют песок с коэффициентом фильтрации согласно проекту или гравийно-песчаную смесь с диаметром частиц до 60 мм. Нижнюю часть насыпи (рабочую платформу) отсыпают из дренирующего грунта с коэффициентом фильтрации более 3 м/сут.

6.2.10 Песчаные сваи устраивают из песков, пригодных для отсыпки насыпи без дополнительных ограничений. В случае, если песчаные сваи предполагается использовать и как дрены, требования к материалу для их заполнения такие же, как и при устройстве вертикальных дрен.

Осушающий и уплотняющий эффект дрен и свай повышается при введении в состав заполнения негашёной извести.

Диаметр вертикальных песчаных дрен и песчаных свай в зависимости от оборудования и длины может быть в пределах 300-800 мм, минимальное поперечное сечение ленточных дрен – 4x100 мм.

6.2.11 Перед устройством вертикальных дрен и песчаных свай на поверхности болота производят отсыпку рабочей платформы из песка. Толщина её в зависимости от несущей способности грунта основания и веса применяемых механизмов составляет не менее 0,75 м. Толщина рабочей платформы может быть снижена в 1,5 раза при укладке под неё геотекстильной прослойки на всю ширину рабочей платформы. Для прокола прослойки нижний конец обсадной трубы снабжают штыковым устройством. Ширина рабочей платформы должна превышать ширину свайного поля не менее, чем на 2,5 м.

Поверхность рабочей платформы планируют, после чего намечают центры скважин с закреплением осей поперечных рядов. На спланированную рабочую платформу автомобилями-самосвалами завозят песок для заполнения скважин.

При сооружении песчаных свай следует отдавать предпочтение методам, предусматривающим вдавливание обсадной трубы с уплотнением массива слабого грунта, а при устройстве вертикальных дрен более предпочтительны методы, позволяющие создать вертикальный песчаный столб без уплотнения грунта вокруг дрен, т.е. путём выбуривания.

Для вертикальных дрен и песчаных свай применяют специализированную машину для вибропогружения или кран с вибропогружателем, дополнительно укомплектованным рабочим органом в виде полой обсадной трубы с самораскрывающимся наконечником.

6.2.12 Технологический процесс устройства свай и дрен состоит из следующих операций: погружение обсадной трубы, заполнение её песком, виброизвлечение трубы и уплотнение песка в свае. Сваи устраивают при движении агрегата по челночной схеме продольными рядами от 20 до 30

штук, после чего агрегат разворачивается и делает следующий ряд, двигаясь в обратном направлении.

Обсадную трубу погружают в слабый грунт с помощью вибрации, без-вибрационным задавливанием (в грунтах, размораживающихся под действием вибрации) или комбинированным способом. Для прохождения рабочей платформы и прослоек плотного грунта целесообразно использовать отдельную машину типа ямобура. Достигшую заданной глубины обсадную трубу заполняют песком с помощью погрузчика, оборудованного двухчелюстным ковшом.

Извлекают обсадную трубу при выключенном вибраторе. В продолжение первых 10 сек. скорость извлечения не должна превышать 0,1 м/сек при максимальной интенсивности вибрации. Если песок свободно истекает из трубы, дальнейшее извлечение ведут со скоростью до 0,2 м/сек, снижая интенсивность вибрации. По окончании извлечения трубы агрегат переезжает на новую точку.

Комплект машин по устройству песчаных свай и дрен состоит из вибропогружателя, электростанции, буровой машины, погрузчика или экскаватора.

6.2.13 Технологический процесс устройства ленточных дрен из геотекстильных материалов включает заправку дрены в обсадную трубу, погружение обсадной трубы в грунт, извлечение её, обрезку дрены на высоте от 20 до 25 см от поверхности грунта и переезд установки на новое место погружения дрен. Для погружения плоских дрен используют то же оборудование, что и для песчаных дрен, дополнительно снабжённое катушкой с рулоном ленты геотекстиля.

6.2.14 Устройство свай из цементогрунта, щебня, монолитного бетона включает следующие технологические операции: подготовку поверхности основания (без удаления растительного грунта), разбивочные работы, отсыпку рабочей платформы из песка (в случае необходимости), бурение скважин заданного диаметра и глубины, заполнение скважин строительными смесями,

их уплотнение. Сваи устраивают заподлицо с поверхностью рабочей платформы или с небольшим превышением над ней. Забивные железобетонные сваи забивают при помощи стандартного оборудования до отказа. Над забивными сваями устраивают наголовники проектной конфигурации из бетона. Поверх голов свай (или наголовников) отсыпают выравнивающий слой песка не более 0,2 м с последующим устройством гибкого ростверка из геосинтетических сеток. Поверх ростверка осуществляют послойную отсыпку земляного полотна с послойным уплотнением.

Грунтоцементные сваи могут быть устроены с применением струйной технологии, осуществляемой с помощью специальной механизации и по специальному технологическому регламенту [11].

## Библиография

- [1] Градостроительный кодекс Российской Федерации
- [2] Федеральный закон от 27.12.2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании»
- [3] Федеральный закон от 30.12.2009 г. №384-ФЗ «О безопасности зданий и сооружений»
- [4] Федеральный закон от 01.12.2007 г. №315-ФЗ «О саморегулируемых организациях»
- [5] Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог. Минтрансстрой. – М., Транспорт, 1982
- [6] Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах (к СНиП 2.05.02-85). Союздорнии Минтрансстроя СССР. – М.: Стройиздат. 1989. – 192 с
- [7] Методические рекомендации по конструкциям и технологии сооружения земляного полотна автомобильных дорог на участках залегания иольдиевых глин. Союздорнии. М., 1975
- [8] Методические рекомендации по применению временной пригрузки взамен выторфовывания при сооружении земляного полотна на торфяных болотах. М., 1974, 39 с (Гос. всесоюзн. дор. научно-исслед. ин-т)
- [9] Методические рекомендации по расчету и технологии сооружения вертикальных песчаных дрен и песчаных свай при строительстве земляного полотна на слабых грунтах. М., 1974, 57 с (Гос. всесоюзн. дор. научно-исслед. ин-т)
- [10] Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах. Издание официальное. Минтранс России, ФДА, Москва. 2004
- [11] EN 12716:2001 E Европейский стандарт «Выполнение специальных геотехнических работ. Струйная цементация». (Execution of special geotechnical works — Jet grouting).

[12] ВСН 178-91 Нормы проектирования и производства буровзрывных работ при сооружении земляного полотна, Корпорация Трансстрой, М., 2000

**ОКС 93.080.10**

**Ключевые слова:** земляное полотно на слабых грунтах, слабые основания, песчаные сваи, вертикальные песчаные дрены, грунтоцементные сваи, струйная технология

Руководитель организации-разработчика

Московский государственный автомобильно-дорожный университет – (МАДИ)  
наименование организации

<u>д.т.н., проф.</u>	_____	<u>Добров Э.М.</u>
должность	личная подпись	инициалы, фамилия