



Научно-производственная компания
ООО "Геотехносистемы"

Укрепление слабых грунтов в основании дорог, зданий и сооружений



www.nw-tech.ru e-mail: office@nw-tech.ru
тел/факс (812) 318-18-16, 318-18-17
190068 г. СПб, Лермонтовский пр. 7, лит. А

Метод поверхностного укрепления грунтов

Метод поверхностного укрепления грунтов применяется при строительстве дорог, укреплении грунтов дна котлованов и для повышения несущей способности грунта на площадных объектах (например, спортивных и рекреационных объектах).

Заключается в создании плиты толщиной от 150 до 600 мм. В зависимости от требуемой несущей способности основания плита может армироваться двухосной геосеткой. Эта плита распределяет точечную нагрузку на поверхность конструкции (от человека, автотранспорта и т.п.), снижая ее величину до несущей способности подстилающих грунтов. Конструкция и технология производства плиты из укрепленного грунта определяется проектом.

Укрепление грунтов и создание плиты из них производится, в основном, путем смешивания слабого грунта естественного залегания с комплексным вяжущим с помощью грунтовых фрез с последующим уплотнением грунтовой смеси. В отдельных случаях смешивание грунтов производят на специально выделенных площадках, расположенных вблизи с местом укладки.

Последнее применяется при сооружении армированных слоистых конструкций грунтовых оснований, а также в случае использования для производства укрепленного грунта местных грунтов, не лежащих непосредственно в укрепляемом грунтовой массе.



Комплексное вяжущее может представлять собой сочетание цемента с модифицирующей комплексобразующей добавкой МКД (ТУ 5744-001-58330067-2010). МКД является отечественным материалом, представляющим собой гидрофильный порошок, состоящий из агрегированных микро и нано дисперсных глинистых частиц, модифицированных ионами переходных металлов (Ca^+ , Ca^{++} , Mg^+ , Mg^{++}). В состав МКД, в зависимости от назначения, могут дополнительно входить гидрофобизирующие, армирующие и другие специальные добавки.

Процесс генерации вяжущего с участием МКД, цемента и составляющих грунта с последующим образованием искусственной твердой породы описывается теорией синтеза неорганических вяжущих и носит название интеграционной минерально-матричной технологии (ИММ-технология).

В настоящее время в России расширяется опыт применения в практике как западных, так и российских технологий укрепления грунтов естественного залегания для создания основания дорожного полотна. Накоплен и используется для этих целей парк специализированной современной дорожной техники (грунтовые фрезы, дозаторы, виброкатки и виброплиты, гидронаторы мировых производителей типа Stehr, Wirtgen, Bomag, Caterpillar).

Применение этих технологий сокращает расходы СМР за счет резкого сокращения использования нерудных материалов, сокращения расходов на земляные работы и логистику. Технологии укрепления грунтов позволяют строительство дорог на слабых грунтах. Совмещение этих технологий с современными технологиями производства верхней дорожной одежды за счет использования битумных эмульсий позволяет в отдельных случаях до двух раз сократить СМР по отношению к строительству дорог по традиционным технологиям.

При этом благодаря контролируемости технологических операций при использовании современной компьютеризированной дорожной техники, своевременному контролю свойств материалов в основании и покрытии дороги могут достигаться прогнозируемые сроки безремонтной эксплуатации дорог, что существенно повышает эффективность внедрения этих технологий.



Примеры применения метода

Примерами применения метода поверхностного укрепления грунтов могут служить:

При строительстве 1-ой очереди Контейнерного терминала Санкт Петербургского Морского порта проектом предусматривалась выемка грунтов на глубину 1.5 м и их замена песчаным грунтом. Заменяемые грунты на площади 4.5 га подстилали увлажненные суглинки. Дополнительное поверхностное увлажнение суглинков и механическое воздействие строительной техники в процессе работ создало слой суглинков текучей консистенции на среднюю глубину 0.4 м и отдельными участками до метра и более. Работа строительной техники на дне котлована стала невозможна. Попытка засыпать слабый грунт крупными строительными отходами (ломом кирпича и бетона) или щебнем результата не дала (каменный материал тонул, увеличивая мощность разжиженного слоя суглинка). Учитывая требуемые несущие характеристики основания контейнерного терминала, было принято решение применить технологию укрепления грунтов по ИММ-технологии. Для этого с помощью фрезерной насадки на стреле экскаватора вяжущие смешивались с разжиженным суглинком на месте его залегания. Затем обработанную захватку укрывали геотканью и пригружали слоем песка 30 см. Уплотнение слоя суглинка производилось виброкатками через песчаный слой по определенной схеме для отжатия высвобождающейся из переувлажненного суглинка воды. В отдельных местах локальных заглублений разжиженного слоя производили проколы для выдавливания воды из образующихся при обезвоживании суглинка локальных водных линз. Использовалась рецептура: МКД - 5-6% от массы перерабатываемого суглинка, цемент М400 - 5-6%. Достигнутая прочность на одноосное сжатие обработанных грунтов превышала 2 мПа, что удовлетворяло требованиям к грунтам основания контейнерного терминала.



- Временные дороги на влагонасыщенных массивах золы уноса угольных ТЭЦ и на водонасыщенных пылеватых песках выполнялись путем создания в основании дорожной конструкции плиты толщиной 15 см из укрепленного грунта М20-М40 с низким коэффициентом фильтрации (10-4 м/сут). Укрепленный грунт приготавливался из местных глинистых грунтов (суглинков) путем их смешивания с вяжущими. Готовая смесь погрузчиком перевозилась к месту укладки и распределялась ровным слоем по заранее подстеленному слою геотекстильного полотна. Поверх слоя укрепленного грунта укладывался слой геотекстильного полотна, который пригружался слоем песка толщиной 30-50 см. Полученную конструкцию уплотняли. Поверх песчаного слоя укладывался либо слой ПГС либо дорожные плиты. Ориентировочный расход вяжущих на кв.метр составил 30 кг МКД и 30 кг цемента М400. Временные дороги такой конструкции были предусмотрены проектами рекультивации бывших золоотвалов под жилое строительство на кварталах 9А СУН (19.5 га), 16 СУН (37 га) и 19А СУН (23 га) Санкт-Петербург.
- Проектом рекультивации заболоченной территории в окрестностях Санкт-Петербурга площадью более 200 га для ее использования в рекреационных целях и устройства плоскостных спортивных сооружений принят отказ от выторфовки территории и осушения торфяников. Для обеспечения возможности передвижения по территории людей и техники, а также устройства плоскостных спортивных сооружений поверхность болота укрывается плитами из укрепленного торфоминерального грунта размером 25х25х0.4 куб. м. Разрыв между плитами заполнен песчаным грунтом и служит для сбора поверхностных стоков и дренажных вод. Кроме того, разрывы служат для газового обмена органических грунтов с атмосферой. Поверх плит из укрепленного грунта устраивают слой растительного грунта. В местах устройства подъездных дорог конструкцию усиливают армированием двухосными геосетками и дополнительными слоями минерального укрепленного грунта. Укрепленный торфоминеральный грунт изготавливается на месте из торфа залежи -70%, местного суглинка – 25%, и 5% вяжущих (МКД и цемента). Прочность на одноосное сжатие такого торфоминерального материала составляет от 0.5 до 1.0 МПа. При этом теплопроводность материала низкая, что защищает от замораживания подстилающие водонасыщенные торфа. Растительный грунт изготавливают также на основе торфа. Для разделения слоев используется геоткань. Для регулирования УГВ территории создают специальные водоемы с регулируемым уровнем воды в них. Технология производства работ позволяет выполнить весь комплекс рекультивации заболоченной территории в течение одного года.
- При строительстве терминала для накатных грузов "Новая Гавань" (Ленинградская область, Кингисеппский район, деревня Вистино (группа компаний "РТЛ", ООО "СтройТраст")) на территории 15 га было применено устройство плиты из укрепленного грунта и верхнего слоя износа по технологии Micro-Surfacing из ПГС с битумной эмульсией. Подстилали плиту насыпные пылеватые пески переменной мощности, ниже увлажненные суглинки естественного сложения. Укрепленная плита была выполнена двухслойной: нижняя часть плиты 250 мм. выполнена с расходом вяжущего 3%, верхняя часть плиты (опорный слой) 250 мм. с расходом вяжущего 9%. Прочность основания по данным штамповых испытаний не ниже 200 МПа. Двухслойная плита выполнялась двукратной обработкой грунта, сначала вяжущее вносилось из расчета 3% от массы смешиваемого грунта на глубину 500 мм, затем обработка велась только верхнего 250 мм слоя с доведением дозировки вяжущего в нем до 9%. Обработанный грунт уплотняли виброкатками. Затем производили устройство верхнего слоя износа по технологии Micro-Surfacing из ПГС с битумной эмульсией толщиной 35 мм. Работы выполнял ООО «Рокстон».

- Методом поверхностного закрепления грунтов были выполнены сельские дороги на увлажненных суглинках общей площадью 7400 м² (Ленинградская обл., Всеволожский р-н, пос. Новое Токсово, СНТ "Защита" - 24 км. Ленинградского шоссе, СНТ "Пирит-1" - 21 км Ленинградского шоссе). Устройство дороги включало двухслойную плиту из укрепленного грунта, полученного смешиванием грунта основания дороги с вяжущим и верхний слой износа по технологии Micro-Surfacing из ПГС с битумной эмульсией. Нижняя часть плиты 250 мм. выполнена с расходом вяжущего 3%, верхняя часть плиты (опорный слой) 200 мм. с расходом вяжущего 7-9%. Двухслойная плита выполнялась двукратной обработкой грунта, сначала вяжущее вносилось из расчета 3% от массы смешиваемого грунта на глубину 450 - 500 мм, затем обработка велась только верхнего 200 мм слоя с доведением дозировки вяжущего в нем до 7-9%. Обработанный грунт уплотняли виброкатками. Затем производили устройство верхнего слоя износа по технологии Micro-Surfacing из ПГС с битумной эмульсией толщиной 35 мм. Прочность основания дороги по данным штамповых испытаний до 200 МПа. Работы выполнял ООО «Рокстон».

Укрепление слабых грунтов созданием в них конструкций из укрепленного грунта

В случае, если слабый грунт имеет значительную глубину (более 0.6м) или расположен под слоем грунтов (линзы слабых грунтов), то его укрепление можно производить **с созданием в слабых грунтах несущих пространственных конструкций из укрепленного грунта**, опирающихся на нижележащие более стабильные грунты.

В этом случае верхние строения (полотно дороги, верхние конструкции оснований терминалов и промышленных площадок, а также фундаменты зданий и сооружений) опираются на пространственную конструкцию, которая совместно со слабым грунтом передает нагрузку на нижележащие грунты. При этом основная часть слабых грунтов не замещается и не укрепляется. Применение такого метода позволяет в разы сократить объем земляных работ и сократить стоимость СМР по отношению к методам замены грунтов и объемного укрепления грунтов.

Наиболее известная из таких пространственных конструкций и часто применяемая – «сотовая структура». Сотовая структура заключается в создании в теле массива слабых грунтов пересекающихся жестких ребер (стен из укрепленного грунта). Эти стены производятся от поверхности массива слабых грунтов до его подошвы с заходом в стабильные грунты. Поверху стены в грунте объединяются армированной плитой из укрепленного грунта, поверх которой устраивается верхнее строение. Слабый водонасыщенный грунт, находящийся внутри ячейки сотовой структуры, за счет слабой сжимаемости при ограниченной дренируемости грунта компенсирует динамические и кратковременные нагрузки на конструкцию. Постоянные нагрузки (например, давление от верхнего строения) воспринимаются пространственной конструкцией из укрепленного грунта.



Пространственные конструкции из укрепленного грунта работают не только при вертикальных, но и при боковых нагрузках, что позволяет их использовать для закрепления бортов котлованов, в берегоукрепительных сооружениях, в противооползневых конструкциях и при строительстве на откосах.

Конструкция «сотовой структуры» определяется проектом. Возможны различные ее модификации, например, «сотовой структуры» может включать непересекающиеся грунтовые стены или участки стен, расположенных в определенном порядке. Возможны пространственные грунтовые конструкции образованные отдельными элементами сотовой структуры. Например, конструкция, образованная стеной в грунте связанной с горизонтальными или вертикальными армированными плитами из укрепленного грунта (грунтовые анкеры), а также стеной в грунте с контрфорсами, выполненными из укрепленного грунта. Возможно устройство совместных конструкций состоящих из металлоконструкций и пространственных грунтовых конструкций, например, опирание контрфорсов щитовых или шпунтовых стен на объемные грунтовые конструкции при ограждении котлованов.

Пространственные конструкции из укрепленных грунтов создаются с помощью буро-смесительной техники, методом jet-grouting, траншейным способом. Траншейный способ является предпочтительным, как наиболее дешевый и технологичный. Траншейный способ, в отличие от других, позволяет контролируемо смешивать грунт с комплексным вяжущим, послойно укладывать и уплотнять грунтовые смеси в конструкции, что обеспечивает качество и высокие физико-механические показатели укрепленного грунта. Кроме того, траншейный способ позволяет укладывать в тело стены в грунте каналы для инженерных сетей, устраивать колодцы и т.п.

С учетом грунтовых условий траншейный способ реализуется как производством открытых траншей, так и с использованием многоразовой опускной опалубки, позволяющей создавать траншеи до 10 м глубиной в слабых грунтах. Извлеченный из траншеи грунт перерабатывается на отдельном участке с помощью грунтовых фрез по ИММ-технологии, а затем послойно укладывается в траншею и уплотняется.



Примеры применения метода

Примерами применения укрепления слабых грунтов созданием в них пространственных конструкций из укрепленных грунтов могут служить:

- 2-ая очередь Контейнерного терминала Санкт Петербургского Морского порта в значительной части должна быть расположена на территории бывшего золоотвала (30 га). Толщина зольного слоя составляет от 2-х до 6 м. Зольные отложения представляют собой водонасыщенные слабые тиксотропные грунты. Подстилают золу, в основном, слабые водонасыщенные суглинистые отложения и морские илы до глубин 18 – 25 м. Проектом ООО «НТЦ «Технологии XXI века» предусмотрено укрепление слабых грунтов в основании строящегося терминала созданием «сотовой структуры» в слое зольных отложений. Сотовая структура реализуется созданием в зольном массиве траншей глубиной до минеральных грунтов естественного залегания (в среднем 4-6 м) с бортами с заложением 1:1, и укладкой в траншеи укрепленного грунта с маркой М20 по ГОСТ 23558-94. Траншеи создаются открытым способом с помощью экскаватора. Производится локальное водопонижение. Извлеченный из траншей грунт перерабатывается на расположенной в непосредственной близости от места проведения работ площадке с помощью грунтовых фрез по ИММ-технологии. Расход вяжущих составляет: 8-10% цемента М400 и 8-10% МКД от веса перерабатываемого зольного грунта. Грунт, перемешанный с комплексным вяжущим, укладывался в траншею послойно с уплотнением слоями по 500 мм. Образованные таким образом стены в грунте объединяются поверху двухслойной плитой из укрепленного грунта армированной 2-осной геосеткой. Продольные конструкции из ГУТ соединяются поперечными конструкциями из ГУТ, выполняемыми с определенным шагом, т.е. формируется «сотовая структура». В процессе производства работ происходит основная осадка сотовой структуры в подстилающих грунтах. В соответствии с проектом в октябре-ноябре 2011 г. выполнена опытная площадка по этой технологии. Верхнее строение терминала включало 200 мм щебня с расклинцовкой и двухслойное асфальтовое покрытие. Геодезические наблюдения за опытной площадкой с января 2012 г. по настоящее время не показали каких либо существенных осадок и дефектов покрытия.



- Проектом инженерной подготовки территории кварталов 16 СУН, 19А СУН, включая межквартальные проезды (Союзный проспект, ул. Еремеева, Складскую ул. Коллонтай) в Санкт-Петербурге предусмотрено разделение массива слабых грунтов стеной в грунте. Стена в грунте должна была позволить выполнить выемку с одной стороны зольных обводненных грунтов на глубину от 4 до 7м, произвести обратную засыпку песчаного грунта и исключить возможность фильтрации грунтовых вод окружающей территории в образуемый грунтовый массив. С этой целью проектом предусмотрена стена в грунте из укрепленного грунта шириной 2 м и глубиной до подстилающего суглинистого грунта с заходом в него на 1 0,5 метра (высота стены от подошвы до верха составляет от 5 до 8 м). Стена в грунте выполняется с помощью многоразовой опускной опалубки. Укрепленный грунт с маркой М20 – М40 по ГОСТ 23558-94 получают по ИММ-технологии из местных грунтов с добавлением комплексного вяжущего: цемент М400 10-15%, МКД 10-15%, в зависимости от свойств грунта. Смешивание грунтов с комплексным вяжущим осуществляют с помощью грунтовых фрез на вспомогательной площадке.
- Проектом инженерной подготовки (рекультивации) 2-ой очереди квартала 9А СУН Санкт-Петербург предусмотрено разделение массивов слабых грунтов с отообразной подпорной грунтовой конструкцией (ПГК), выполненной из укрепленных грунтов. В конструктивном отношении ПГК представляет собой сотообразную структуру с продольными стенами и поперечными ребрами толщиной 2 м, которые устраиваются с шагом в плане по осям 8 м (расстояние между ребрами в чистоте - 6 м). Высота стен от 8 м (вдоль удерживаемого грунтового массива) до 4 м. Стена в грунте выполняется с помощью многоразовой опускной опалубки. Укрепленный грунт с маркой М20 – М40 по ГОСТ 23558-94 получают по ИММ-технологии из местных грунтов с добавлением комплексного вяжущего: цемент М400 10-15%, МКД 10-15%, в зависимости от свойств грунта. Смешивание грунтов с комплексным вяжущим осуществляют с помощью грунтовых фрез на вспомогательной площадке.
- Берегоукрепительные сооружения реки Большая Охта на участке примыкающему к месту предполагаемого строительства ОДЦ «Охта центр» (450 п.м.) выполнены в виде комбинации двойного шпунтового ряда и массива укрепленного грунта шириной 4,0 м. Укрепленный грунт заполняет межшпунтовое пространство, образуя грунтовую стену высотой 5,3 м. Проектом также предусмотрен плитный массив укрепленного грунта вдоль шпунтового ряда и соединенный с ним, выполняющий роль анкера. Использованный укрепленный грунт был изготовлен на стандартном РБУ из смеси песка и глины с добавлением комплексного вяжущего в составе: 8-9% цемента и 10% МКД от веса грунтовой смеси.

Модифицирующая комплексобразующая добавка МКД ТУ 5744-001-58330067-2010

Предприятия НТЦ «Технологии XXI века» предлагают к поставке модифицирующую комплексобразующую добавку МКД (ТУ 5744-001-58330067-2010). МКД является отечественным материалом, представляющим собой гидрофильный порошок, состоящий из агрегированных микро и нано дисперсных глинистых частиц, модифицированных ионами переходных металлов (Ca+, Ca++, Mg+, Mg++). В состав МКД, в зависимости от назначения, могут дополнительно входить гидрофобизирующие, армирующие и другие специальные добавки.

МКД применяется при производстве грунтов укрепленных техногенных - ГУТ на основе природных и техногенных грунтов различного состава путем его дозированного внесения в грунт совместно с цементом. Укрепленные грунты в соответствии с ГОСТ 23558-94, СНиП 2.05.02-85, СНиП 3.06.03-85, СНиП 3.02.01-87 применяются в дорожном строительстве для сооружения оснований дорог и автостоянок, в гражданском и промышленном строительстве для сооружения оснований промышленных площадок, грузовых терминалов, в основании зданий и сооружений, для сооружения стен в грунте, для берегоукрепления и ограждения котлованов, для организации противифльтрационных завес.

Изготовление грунта укрепленного техногенного основано на ГОСТ 23558-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства». В соответствии с ГОСТ 23558-94 укрепленный грунт - искусственный материал, получаемый преимущественно смешением непосредственно на месте проведения работ грунта с неорганическими вяжущими и водой. Смешивание грунтовой смеси осуществляется с помощью высокопроизводительной строительной техники, например, с помощью дорожных грунтовых фрез типа Stehr, Wirtgen, Bomag, Caterpillar и т.п.



Затем осуществляют уплотнение материала. ГУТ отвечает в проектные и промежуточные сроки нормируемым показателям качества по прочности и морозостойкости и характеризуется маркой, кроме того, в зависимости от решаемых задач, к укрепленному грунту могут предъявляться дополнительные требования, такие как теплопроводность, водоупорные свойства, химическая стойкость и т.п.. Укрепленный грунт должен изготавливаться в соответствии с предъявляемыми к нему требованиями по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке строительной организацией (в составе ППР).

При внесении в грунт МКД стимулирует генерацию вяжущего с участием цемента и составляющих грунта, компенсирует дестабилизирующее цементацию действие органических примесей и кислой среды грунта, снижает водоудерживающую способность грунта, снижает водопроницаемые свойства и обеспечивает пластические свойства конечного продукта, позволяет достигать оптимальных физико-механических характеристик ГУТ. МКД стимулирует коагуляцию обводненного глинистого грунта с высвобождением излишков воды, структурообразование минеральной среды и сшивку глинистых минералов, что позволяет эффективно укреплять обводненные глинистые грунты. Комплексобразующее действие МКД обеспечивает его широкое применение для переработки отходов и загрязненных грунтов в строительный материал.

Процесс генерации вяжущего с участием МКД, цемента и составляющих грунта с последующим образованием искусственной твердой породы описывается теорией синтеза неорганических вяжущих и носит название интеграционной минерально-матричной технологии (ИММ-технология).

Применение МКД позволяет существенно расширить спектр грунтов, пригодных для изготовления ГУТ по ГОСТ 23558-94, за счет компенсации дестабилизирующего действия органических примесей и кислой среды грунта, тем самым позволяя получать укрепленные грунты с использованием грунтов, содержащих растительные остатки, илов, сопрапелей, заторфованных грунтов и торфов.

Комбинации составов грунтовой смеси, МКД и цемента позволяют значительно расширить область применения ГУТ и достижимый спектр его физико-механических свойства.



МКД в зависимости от типа грунта, его влажности и требуемых прочностных показателей ГУТ вносят в количестве от 2% до 15% от веса грунта, предназначенного к переработке. Так при переработке в ГУТ песчаных и супесчаных грунтов, для приготовления ГУТ с маркой М40 для образования плиты в основании дорог и промышленных площадок из расчета на 1 м³ уплотненного укрепленного грунта расход МКД составит от 40 до 60 кг или, в среднем, на квадратный метр 10 – 20 кг (при толщине плиты 250-400 мм). Для стабилизации и упрочнения до марки ГУТ М10 - М20 обводненных глинистых грунтов из расчета на 1 м³ готовой продукции расход МКД составит от 100 до 120 кг или, в среднем, на квадратный метр 30 – 50 кг. Оптимальные рецептуры грунтовых смесей предварительно определяются по испытаниям в модельных системах.

Уплотнение обработанного грунта при избытке влагосодержания приводит к интенсивному водоотделению, установлению оптимальной влажности грунта, формированию плотного водоустойчивого твердеющего материала. В результате обработки обводненных глинистых грунтов МКД и их уплотнения грунтовая смесь твердеет и переходит в твердо-пластичное состояние. В отличие от водоотвлекающих или водосвязывающих добавок, МКД существенно снижает водоудерживающую способность грунта, стимулирует высвобождение из него лишней воды. Технологический регламент в составе ППР определяет технологию уплотнения обработанного вяжущими переувлажненного грунта, зависящую от типа обрабатываемого грунта и гидрогеологических условий. Также технологический регламент задает технологию уплотнения грунта в случае недостатка в нем воды.

Наиболее быстрый набор прочности стабилизированного грунта происходит в течение первых трех дней (50 – 60% конечных механических показателей). В последующее время наблюдается постепенный рост прочности, зависящий от температурных условий и условий работы слоя. Стабилизированный грунт водоустойчив, не разрушается и практически не теряет прочность при избытке воды (в пределах 30%) в окружающих грунтах и материалах.

Укрепленный грунт не претерпевает морозного пучения. Морозостойкость может составлять от F10 и более.



В зависимости от состава грунта и рецептуры, переработанные грунты могут иметь низкий коэффициент фильтрации в пределах от 10^{-3} до 10^{-7} м/сут. Это дает возможность при конструировании оснований дорог ограничивать обмен водой слоев конструкции основания, организовывать системы сбора и канализования воды.

Процесс внесения в грунт вяжущих сопровождается экзотермическими реакциями, что обеспечивает возможность проведения работ по укреплению немерзлых грунтов при отрицательных температурах воздуха, т.е. дает возможность проведения работ даже в зимнее время.

Наряду с положительными свойствами укрепленного грунта при планировании конструкций с его использованием всегда необходимо учитывать, что поверхность стабилизированного грунта должна защищаться от высыхания или чередующихся циклов обезвоживание/механическое воздействие/увлажнение, т.е. укрепленный грунт должен быть укрыт. Обычно укрепленные грунты укрыты верхними слоями дорожной одежды или слоем (10 – 15 см) грунта (песка, ПГС, почвогрунта).

По требованию Заказчика осуществляется разработка технологических регламентов и рецептур производства ГУТ для включения их в состав ППР. Работы осуществляется специалистами наших лабораторий и проектного отдела НТЦ «Технологии XXI века».

МКД выпускается на основании патентов РФ №2409417, №2143316, №2162068, №2209113, №2212287, №2226130, №2226131, №2247082, №2279305, №2293070, №2329201, №2340727.

Изначальное состояние территории Усть-Лугского порта



Состояние территории после проведения мероприятий ООО "НТЦ "Технологии XXI века"



Изначальное состояние трассы газопровода



Состояние территории после проведения мероприятий ООО "НТЦ "Технологии XXI века"

