

ДОРОЖНАЯ ТЕХНИКА

ТЕХНОЛОГИИ

СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕКОНСТРУКЦИИ, РЕМОНТА
И СОДЕРЖАНИЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

2016

www.slavutich-media.ru

Информация
для профессионалов

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ИМПУЛЬСНОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ TERRA-MIX В РОССИИ

На нескольких участках строящейся скоростной автодороги «Москва-Санкт-Петербург» успешно опробована ранее не использовавшаяся в российской строительной отрасли технология — импульсное уплотнение грунтов. Разработчиком инновационного метода геотехнической подготовки грунтовых массивов для оснований строительных сооружений является австрийская компания TERRA-MIX Bodenstabilisierung GmbH. Инжиниринговую поддержку проекта в России осуществляла немецкая фирма Nowitex. Работы выполнялись силами российской компании «Трансстроймеханизация».

TERRA-MIX™

STRAIGHT AHEAD

WWW.TERRA-MIX.COM

Предпостроечная и инженерная (геотехническая) подготовка сопряжены с преодолением множества трудностей проектного и технологического характера, а затраты на нее могут достигать 20 и более процентов общей стоимости возводимых зданий и сооружений. Грунт на строительных площадках часто бывает подвижным, неустойчивым, неспособным без реализации порой весьма сложных инженерных мероприятий выдерживать тяжесть возводимых на нем строений. В Европе, где с проблемными грунтами сталкиваются повсеместно, строители научились — пусть и ценой огромных усилий — с этими трудностями справляться. Например, забивая в зыбкую почву сваи. Несколько веков назад деревянные — дубовые, еловые, лиственничные, сегодня — железобетонные.

На самом западе Европы на сваях были построены дома в Амстердаме, что дало основание великому философу Эразму Роттердамскому сравнить его жителей с птицами, живущими на деревьях. На Юге «старого» континента забитые в мягкую песчаную почву сваи позволили создать еще одну архитектурную жемчужину — Венецию. На севере — благодаря использованию свай построена одна из столиц России — шедевр классицизма блистательный Санкт-Петербург.

Сегодня проблема уплотнения грунтов — эффективного приема улучшения физико-механических свойств оснований, позволяющего значительно повысить их несущую способность, — стала еще более актуальной. Как в связи с увеличением общих объемов строительства, так и в силу резкого количественного роста вовлекаемых под строительство земель. Она непосредственно касается всех его видов — гражданского, промышленного, транспортного, гидротехнического и других. Объемы требующих уплотнения грунтов неуклонно

увеличиваются и уже сегодня только в Российской Федерации составляют несколько миллиардов кубических метров ежегодно. Особенно велики масштабы работ по уплотнению грунтов в транспортном строительстве и, прежде всего, при возведении автомобильных и железных дорог. Учитывая огромные размеры территории России и стоящую необычайно остро проблему развития транспортной инфраструктуры, площади строительных площадок, грунты которых нуждаются в уплотнении, приходится измерять не квадратными метрами, а квадратными километрами.

Сегодня недостаточно найти принципиальное технологическое решение задачи уплотнения грунтов, обеспечив им требуемую несущую способность. Причем часто это решение приходится искать в условиях, осложненных влиянием различных дополнительных факторов, например, выполняя работы в стесненной городской застройке. Необходимо обеспечить его полное соответствие становящимся все более жесткими экологическим требованиям и нормам и экономическую целесообразность, ведь в условиях рыночной экономики тезис «мы за цену не постоим» не уместен.

Методы уплотнения грунтов — традиционные и инновационные

Существует множество методов и систем улучшения грунтов с недостаточной несущей способностью, реализуемых с использованием разных технических устройств. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

В промышленном и гражданском строительстве широко используются виброуплотнение, замена почв, буровые или забивные сваи, струйная цементация (т. н. Jet Crouting) и т. д.



Рис. 1. Импульсное уплотнение TERRA-MIX даёт возможность надёжного, экономичного и быстрого улучшения основания



Рис. 2. Расстояние между точками в растровой сетке, а также количество проходов выбираются индивидуально для каждого проекта.

В России в дорожном строительстве для этих целей используют главным образом дорожные катки. Но возможности катков ограничены. И вовсе не качеством самих машин (оно у многих компаний очень высокое), а конструктивными особенностями этого вида технических устройств.

Грунтовые статические катки обеспечивают уплотнение слоев связных грунтов до глубины 1–1,5 метра; несвязных — чуть глубже. Использование вибротрактов позволяет добиться несколько лучших результатов. Но и в этом случае, сколь бы совершенной ни была машина, до глубины свыше полутора метров ей «дотянуться» трудно.

Достаточно модный на сегодняшний день метод — использование микровзрывов. Действительно, его применение позволяет осадить почву, но ее верхние слои все равно остаются рыхлыми. И после серии

микровзрывов их приходится уплотнять. В т.ч. посредством импульсного уплотнения.

До сих пор широкой популярностью пользуется уплотнение с помощью гидромолотов и трамбовок различных размеров.

И все же при всем многообразии способов уплотнения грунтов вопрос создания новых технологий, обладающих не только эффективностью, но и высокими экономическими показателями, продолжает стоять на повестке дня. Специалистам австрийской компании TERRA-MIX Bodenstabilisierung GmbH удалось дать ответ на него, создав принципиально новую технологию — метод импульсного уплотнения грунта.

У технологии импульсного уплотнения грунтов много отличий от других методов. Но принципиальных — два. Во-первых, используя его, удается добиться требуемого уплотнения грунтов на гораздо больших глубинах. Во-вторых, система TERRA-MIX гарантирует получение полной и абсолютно достоверной информации не только о каждом этапе производственного процесса, но и его результатах.

Импульсное уплотнение грунта. Особенности технологии

Система TERRA-MIX обеспечивает эффективное уплотнение грунтов на глубинах до 7-9 метров. Наибольшей глубины уплотнения можно достичь на грунтах, состоящих из гравия и песка. Хуже других этим способом уплотняются суглинки и глины. В результате формируется цельный массив уплотненного, однородного по своим физико-механическим свойствам грунта. Такая плита способна служить надежным основанием для разнообразных, в т.ч. очень массивных, зданий и сооружений. Если она и просядет, то совсем ненамного, и при этом

целиком — единым блоком, а не «рассыпаясь» на отдельные фрагменты и провоцируя возникновение деформаций у покоящегося на грунтовом основании строения. Причем, сместившись один раз, будет сохранять стабильное положение еще долгие годы.

Импульсное уплотнение грунта происходит за счет достаточно частых — примерно один за одну-полторы секунды или 40–60 в минуту — ударов гидромолота по лежащей на грунте и находящейся в постоянном контакте с ним стальной плите. В результате происходит эффективное, и что особенно важно — точно просчитываемое, использование кинетической энергии падающего груза. Часть ее во время удара о стальную плиту преобразуется в механические импульсы (ударные волны), распространяющиеся вглубь грунта. Поэтому при каждом ударе падающего груза грунт локально уплотняется. Образующийся во время уплотнения кратер при необходимости заполняется специальным материалом, который в свою очередь также уплотняется.

Прилагательное «просчитываемое» (несколькими предложениями выше) использовано неслучайно. Кинематика движения гидромолота точно рассчитана. Его соприкосновение со стальной промежуточной плитой происходит ровно тогда, когда он обладает скоростью (а значит, кинетической энергией), которая необходима для формирования импульсов ударной волны с нужными параметрами, способными проникнуть на заданную глубину и привести к требуемым структурным изменениям уплотняемого грунта. Когда установка будет работать в другом месте, масса груза и высота его падения могут быть совсем другими.

Состав производственно-технологического комплекса, используемого в системе TERRA-MIX, достаточно прост. Рабочей машиной, оснащенной в качестве навесного оборудования гидромолотом, наносящим удары по стальной плите, служит экскаватор, грузоподъемностью 50 т. Масса падающего груза составляет 5,9 (чаще всего) или 12 тонн, максимальная высота падения гидромолота — 1,2 м. Стальная плита — она называется «уплотняющая нога» — весит 4 тонны и может иметь диаметр 0,8, 1,5 или 2,0 м. Другими компонентами системы TERRA-MIX являются наголовник, устанавливаемый поверх уплотняющей ноги, и бортовой компьютер, включающий систему GPS. Общий вес оборудования системы импульсного уплотнения TERRA-MIX составляет 65 т.

Если грунт в силу своих особенностей уплотняется плохо (а таковым являются глина или грунты, содержащие большое количество связанной воды), происходит замена части плохо уплотняемого грунта на щебень, гравий или песок, в количествах, необходимых для достижения требуемых параметров уплотнения.

Улучшение почвы происходит по заданному плану. Каждая отдельная точка уплотнения изображается на плане и затем передается в бортовой компьютер.

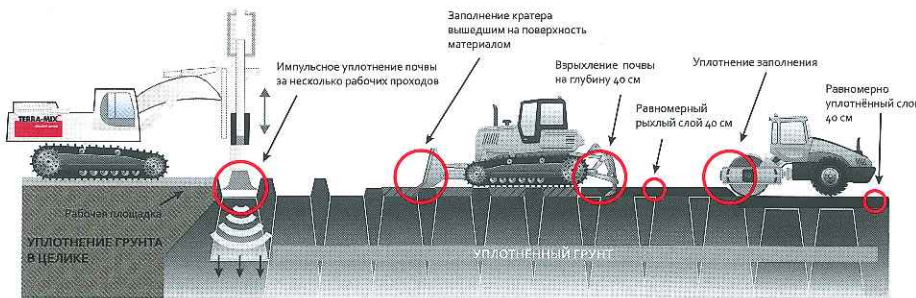


Рис. 3. Импульсное уплотнение без дополнительного материала



Рис. 4. Импульсное уплотнение с дополнительным материалом



Рис. 5. Состав производственно-технологического комплекса, используемого в системе TERRA-MIX

Расстояние между точками в растровой сетке, а также количество проходов подбираются индивидуально для каждого проекта. После проведения уплотнения на калибровочном поле и анализа взятых проб методом зондирования задаются новые параметры. Современное программное обеспечение позволяет контролировать производительность и качество выполненных работ. Контроль — это вторая, очень сильная сторона метода импульсного уплотнения.

Уникальные возможности контроля качества работ

Система импульсного уплотнения TERRA-MIX обеспечивает тотальный и полностью объективный контроль качества работ. В этом ее коренное отличие от традиционных технологий, использующих лишь выборочный, а значит, вероятностный контроль.

Невозможно получить полную информацию о качестве работ, когда его определяют, собирая образцы грунта пусть и без нарушения его структуры в точках, расположенных в нескольких метрах друг от друга.

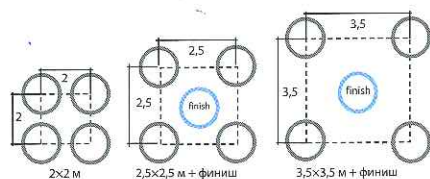


Рис. 6. Точечный растр. Каждая отдельная точка уплотнения изображается на плане и затем передается в бортовой компьютер

Или даже, когда введенный в армированную обсадную трубу скважину прибор считывает импульсы, отражающие реакцию грунтов на интенсивность рассеянного ядерного излучения. И в том, и в другом случае образцы грунта или скважины, соответственно, взятые или пробуренные на определенном расстоянии друг от друга, не могут дать исчерпывающую информацию. Она все равно получается выборочной, и нет никаких гарантий, что из показателей состояния грунта в двух соседних местах взятия проб следует соответствующий истине вывод о его параметрах в точках, расположенных между ними. Опыт показывает, что выводы, сделанные на основе достоверной, но неполной информации, часто оказываются ошибочными, приводя к значительным экономическим потерям и задержкам строительства. По воле случая взятая проба может оказаться более чем удовлетворительной, но уже в полуметре от нее грунт не будет отвечать заданным параметрам.

В системе импульсного уплотнения TERRA-MIX последствия каждого удара молота немедленно фиксируются и документируются. Прямо в процессе работы состояние грунтов в каждой точке, где происходит уплотнение, проверяется ударным или напорным зондированием с помощью CPT (Cone Penetration Text); как до, так и после уплотнения.

Фиксируются и сохраняются такие важные показатели, как дата получения информации, определенное с помощью системы GPS-навигации точное положение точки, ее оседание после воздействия каждого

импульса и общее (суммарное) оседание с начала уплотнения, количество импульсов, формируемая на основе этих данных кривая оседания, затраченная энергия.

Вся эта информация в табличной или графической форме на плане CAD доступна как производителю, так и специалистам центрального офиса компании TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH. Это позволяет контролировать качество работ и при необходимости оперативно принимать решения по коррекции технологии их ведения, выявляя слабые и «проблемные» места. Скажем, немедленно отреагировать на быстрое оседание грунта (такое может случиться, если работы ведутся над бывшей присыпанной грунтом свалкой, о существовании которой все давно забыли). Сократить или увеличить число циклов. Например, в одной точке нужно произвести 32 удара гидромолотом, а в другой вполне достаточно двадцати пяти. А это при полном соблюдении качества обеспечивает экономию времени и средств.

Во время работ по импульсному уплотнению илистых грунтов, выполнявшихся компанией «Трансстроймеханизация» на участке строящейся скоростной автомагистрали «Москва-Санкт-Петербург» рядом с городом Вышний Волочок, получалось, что в одном случае оказывалось достаточно сделать два прохода, а в другом требовалось три. Решения о числе проходов принимались оперативно, после консультации со специалистами TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH.

Очень полезно, что за ходом работ можно наблюдать в режиме текущего времени (он-лайн) за тысячи километров от места его проведения и при необходимости вмешиваться в него, но не менее важно, что спустя дни, месяцы и даже годы существует возможность воссоздать его в деталях, увидев, была совершена ошибка или нет. Если да, то какая, и к чему она привела. Или, напротив, подтвердить безупречность качества проведенных работ. Это тем более актуально, что сегодня строители, обязанные отвечать за качество своей работы на протяжении всего гарантийного срока, при необходимости смогут предоставить документальные доказательства своей правоты.

Знание достоверной и при этом исчерпывающе полной информации — гарантия полного соблюдения технологии строительства, сроков реализации проекта и возможность полностью обезопасить производителя работ и инвестора от необязательных материальных и финансовых потерь.

TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH — единственная в мире фирма, обладающая полностью автоматизированной системой сбора информации для технологии импульсного уплотнения, что позволяет добиваться высокого качества при сокращении финансовых и материальных затрат, а также сокращении сроков строительства.

Это также дает возможность компании, собравшей огромный банк информации



Рис. 7. TERRA-MIX — разработчик широко используемой в Западной Европе технологии санации дорожных покрытий

по уже реализованным проектам, на основании предоставленной заказчиком информации подобрать оптимальные параметры технологии. Тем более, что, несмотря на общее название — «импульсное уплотнение», в арсенале TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH немало разновидностей и вариаций этой технологии.

Области применения и преимущества

«Заочно» выбрать технологию возможно в том случае, если с аналогичными грунтами уже приходилось сталкиваться при выполнении предыдущих заказов. Если нет, прямо на площадке заказчика проводится экспериментальное уплотнение.

На экспериментальном участке — обычно его размер составляет 20х50 метров, растр от 1,5 до 3 м — в процессе опытных работ подбираются оптимальные параметры технологии импульсного уплотнения грунтов, — сколько проходов нужно сделать, с какой высоты и с какой частотой наносить удары по уплотняющей ноге, гидромолот какой массы при этом использовать. Именно так поступили при реализации проекта по уплотнению грунтов на участке скоростной дороги «Москва-Санкт-Петербург» специалисты компаний «Трансстроймеханизация» и представлявшей в данном проекте интересы TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH немецкой компании Nowitex.

Использовать технологию импульсного уплотнения грунтов российского подрядчика строительства самой главной дороги страны заставила необходимость — крайне сложные для ведения работ илистые грунты. То, что в русском языке принято называть «хлябь». Предлагавшиеся технологические решения были очень затратными и приводили к задержке строительства. Сотрудничество с компаниями TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH и Nowitex позволило найти наилучшее решение. И хотя опираться на отечественный опыт применения подобных технологий возможности не было — их в России раньше никогда не использовали, руководство ООО «Трансстроймеханизация» смело пошло на эксперимент, и он полностью оправдал ожидания.

Да по-другому, пожалуй, и быть не могло. Ведь технология импульсного уплотнения от компании TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH реализована на сотнях объектов по всей Европе. В т.ч. в Европе Восточной — Венгрии, Болгарии и Румынии, где успешно функционируют ее филиалы.

Технология импульсного уплотнения грунта позволяет решать самые разнообразные задачи как при новом строительстве (от подготовки строительной площадки под высотное здание до устройства обычной автостоянки), так и в процессе реконструкции различных объектов: автомобильных и железных дорог, мостов, дамб, гидротехнических сооружений. Частая ситуация — проседание железнодорожных путей из-за снижения плотности грунтов, образующих насыпь, в результате проникновения в нее подземных вод. С помощью импульсного уплотнения грунтов вернуть такую дорогу к жизни можно буквально за один-два дня работы и с минимумом затрат.

У импульсного уплотнения грунтов много преимуществ. В первую очередь — это эффективная технология, позволяющая обеспечить очень высокое качество работ. Если она пригодна для данных условий, то является самым быстрым способом, существенно сокращающим сроки реализации проекта. Это — следствие высокой производительности, составляющей 40–50 тыс. м² в месяц для одной установки. Не менее важно, что импульсное уплотнение — экономичный способ, позволяющий примерно на 30–50% снизить стоимость работ по подготовке основания, поскольку отпадает необходимость в изготовлении специальных свай или колонн.

Преимуществом импульсного уплотнения грунтов является фактически полное отсутствие влияния на него фактора сезонности. Работы можно выполнять в т.ч. при отрицательных температурах воздуха. Единственное, что может остановить их — это сильные атмосферные осадки, но они, как правило, быстро прекращаются.

Технологию импульсного уплотнения грунтов можно использовать при подготовке строительных площадок в стесненных условиях в черте города, в т.ч. с очень плотной застройкой.

Для заказчиков услуг TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH важно, что компания и привлеченные ею для реализации проектов партнеры выполняют свою работу со 100-процентной гарантией положительного результата. И пока за всю ее историю исключений из этого правила не было. Хотя стаж деятельности на рынке составляет 15 лет.

Компания TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH

TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH была основана в 2001 году. За полтора десятилетия она превратилась в крупную компанию, в которой сегодня работает свыше шестидесяти высококлассных специалистов.

Импульсное уплотнение грунтов не является единственным направлением ее деятельности. TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH — разработчик широко используемой в Западной Европе технологии санации дорожных покрытий, запатентованной в Европейском бюро по выдаче патентов под номером A926/2008 — т.н. System TERRA-MIX. «Система TERRA-MIX» — эффективный вариант быстрого, экономичного, но при этом качественного ремонта разрушенных дорог. Поврежденный несущий слой пропитывается мелкими частичками асфальта с добавлением связующего Road-Recyclingbinder и воды. Точное содержание компонентов рецептуры подбирается с помощью соответствующих компьютерных программ на основе предварительных лабораторных исследований. При необходимости в смесь добавляется щебень нужной фракции (например, 50–70 мм). В результате получается новый, устойчивый к колебаниям температуры и влажности, не трескающийся, высококачественный несущий слой, который укатывается катком.

Компания, работающая в инновационных направлениях технологий, тесно сотрудничает с научно-исследовательскими центрами и ведущими учеными и разработчиками как в Австрии, так и за ее пределами.

В технологии импульсного уплотнения грунтов такое тесное сотрудничество теоретиков и практиков приносит особенно ощутимые результаты.

Возможно, одной из причин появления компании — инициатора развития импульсного уплотнения грунтов — именно в Австрии послужило то, что здесь для нее огромное поле деятельности. Несмотря на сравнительно небольшую территорию, Австрия — страна с впечатляющим разнообразием ландшафтов, а значит, с разнообразными грунтами. Это — горная страна, поэтому здесь приходится строить большое количество мостов и гидротехнических сооружений.

Россию тоже отличает огромное разнообразие природно-климатических условий, и возможностей для приложения технологии импульсного уплотнения грунтов в ней несколько не меньше. Нет сомнения, что и здесь она получит соответствующее ее потенциалу развитие. Тем более, что строительство идет по пути увеличения нагрузок на грунты основания, и геотехника сталкивается со все более сложными проблемами. В этих условиях такой эффективный способ их разрешения, как импульсное уплотнение грунтов, не может быть не востребован.

Фирма TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH

Schönaich 96 A-8521 Wettmannstätten
Tel. +43 3185 30722. Fax +43 3185 30722 30
mail@terra-mix.com

Nowitex Osthandels GmbH

Gelbe Heide 10 D-64711 Erbach
Tel. +49 6062 2065. Fax +49 6062 5524
nowitex@gmx.de