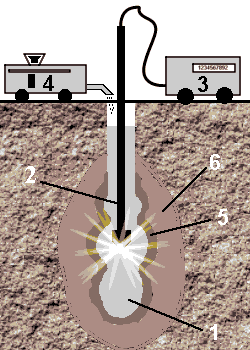
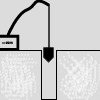


Сущность разрядно-импульсной технологии заключается в том, что скважина, заполненная мелкозернистым бетоном или цементным раствором обрабатывается серией высоковольтных электрических разрядов. При этом возникает электрогидравлический эффект, в результате которого формуется тело сваи или корня анкера, цементируется, уплотняется окружающий грунт. Первоначальный диаметр скважины 130...300 мм в результате обработки расчетной серией разрядов может быть увеличен, в зависимости от энергии, подаваемой в скважину и гидрогеологических условий площадки, более чем в 2 раза. Окружающие грунты уплотняются, снижается пористость в зоне воздействия ударного импульса.

# Схема обработки скважины по разрядно-импульсной технологии



1. ствол сваи после обработки;
2. излучатель энергии;
3. разрядная станция;
4. растворонасос;
5. зона цементного грунта;
6. зона уплотнения грунта;

Динамическое воздействие, возникающее в процессе формования, за пределами зоны обработки незначительно и не оказывает вредного воздействия на усиливаемые конструкции и рядом стоящие здания. Разрядно-импульсная технология экологически безвредна. Данная технология позволяет формовать сваи и анкера различной конфигурации, с уширением в одном или нескольких уровнях.

Изготовленные по этой технологии сваи получили сокращенное наименование - сваи РИТ. Инструкция по использованию разрядно-импульсной технологии при изготовлении свай разработана НИИОСП им. Герсеванова в 1993 году. В 1997 году выпущены "Рекомендации по применению буроинъекционных свай", в которых регламентированы технология устройства и методика расчета свай, изготавливаемых по разрядно-импульсной технологии.

Схема изготовления постоянных и временных грунтовых анкеров с обработкой корня анкера по разрядно-импульсной технологии отрабатывалась при научном сопровождении НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. Анкера подобного типа получили наименование "Анкер НИИОСП-97".

Разрядно-импульсная технология "обладает значительным преимуществом по сравнению с традиционными методами в комплексной механизации и автоматизации технологических операций строительных работ" (из заключения НИИМосстроя).

***Технология позволяет:***

* свести к минимуму земляные работы и водопонижение при строительстве нулевого цикла;
* производить работы из подвала (высотой не менее 2,4 м), цокольного или первого этажа, не создавая неудобства жителям вышележащих этажей и окружающих зданий;
* применять легкие малогабаритные станки.
* осуществлять проходку в неустойчивых грунтах при оплывании стенок скважины без обсадных труб.
* получить наибольшую несущую способность свай и анкеров при минимальных количестве выбуренного грунта и длине сваи или корня анкера.

# Область применения

Широко применяется рязрядно-импульсная технология в следующих областях геотехнического строительства: буронабивные сваи, постоянные и временные грунтовые анкера, нагельное крепление откосов, цементация стен и фундаментов зданий и сооружений, цементация грунтов, глубинное уплотнение песчаных грунтов.



***Сваи РИТ успешно применяются:***

* при изменении архитектурно-планировочных и конструктивных решений существующих зданий (надстройка, увеличение пролетов и нагрузок, увеличение высоты подвального этажа и пр.);
* при строительстве подземных гаражей под зданием и в условиях стесненного пространства;
* для устройства подпорных стен и приямков, ограждений и укреплений подземных переходов и коллекторов, строительства набережных, и других инженерных сооружений.

Сваи РИТ имеют несущую способность в 2-3 раза выше, а стоимость одной тонны несущей способности в 1,5-2,0 раза меньше, чем у буроинъекционных и буронабивных свай, изготовленных с использованием традиционных технологий.

Высокая несущая способность свай, изготовленных по разрядно-импульсной технологии (сваи РИТ) обусловлена следующими факторами:

* расширением ствола сваи;
* уплотнением грунта вокруг ствола и под пятой сваи;
* частичной цементацией грунта вокруг ствола;

Сопротивление грунта под пятой сваи увеличивается в 1,3...2,0 раза, а на боковой поверхности- в 1,2...1,5 раза.

Один из компонентов электроразрядной технологии -магнитно-импульсная обработка твердеющей смеси существенно повышает прочность и однородность мелкозернистого бетона, качество и надежность сваи.

Наиболее яркими характерными примерами применения свай РИТ при реконструкции являются усиление фундаментов при реконструкции Центральной музыкальной школы при Московской консерватории, комплекса зданий Большого театра, Старого Гостиного двора.



***Расчет несущей способности сваи РИТ выполняется по***

"Рекомендациям по применению буроинъекционных свай" (НИИОСП,1997 г.), разработанным в соответствии с требованиями главы СНиП.2.02.03-85 "Свайные фундаменты. Нормы проектирования", главы СНиП.2.03.01-04 "Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования", и "Рекомендациями по проектированию конструкций из мелкозернистого бетона".

***Несущая способность свай РИТ определяется:***

* расчетом прочности ствола сваи по материалу;
* расчетом на основе физико-механических характеристик грунтов конкретной площадки;
* по результатам полевых испытаний.

Расчет несущей способности свай по грунту является приближенным и может использоваться только как предварительный. Окончательное значение несущей способности сваи принимается с учетом результатов статических испытаний на строительной площадке. Испытание свай статической нагрузкой является обязательным и проводится в соответствии с ГОСТ 5686-94.

Расчет свай по деформациям выполняется в соответствии с разделом 6 и приложениями 3 и 4 СНиП.2.02.03-85.

Расчет усиления фундаментов существующих зданий с применением свай РИТ производится по "Рекомендациям по применению буроинъекционных свай".

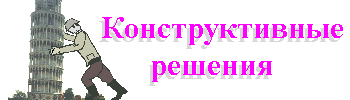
В качестве материала свай РИТ используются различные типы мелкозернистых бетонов, применяемых в зависимости от условий строительства и характера работы свай в конструкции.

Для приготовления мелкозернистых бетонов применяется цемент марки не ниже 400 со сроком схватывания не менее 3 часов, а в качестве инертного заполнителя - песок мелко- и среднезернистый с модулем крупности не более 2,0. Морозостойкость и водонепроницаемость бетона должны соответствовать маркам, установленным проектом, но не ниже морозостойкости Р-75 и водонепроницаемости W4

Сваи РИТ армируются пространственными армокаркасами в зависимости от вида и величины действующей нагрузки. Арматура должна иметь конструктивные элементы, центрирующие ее в скважине и обеспечивающие требуемую толщину защитного слоя бетона не менее 2,5 см.

Наклон свай РИТ к вертикальной оси свыше 20° не рекомендуется.

Расчет свай РИТ в составе подпорной стенки на действие горизонтальной нагрузки особенностей не имеет и должен производиться как для обычных буронабивных свай с диаметром, равным буровому диаметру скважины.



Уже несколько лет сваи РИТ с успехом применяются при реконструкции существующих и строительстве новых зданий и сооружений. Область применения свай РИТ достаточно широка и определяется следующими основными направлениями:

* Усиление существующих фундаментов путем передачи на сваи всей или только части нагрузки от сооружения на фундамент;
* Устройство свайных фундаментов при новом строительстве в стесненных условиях в непосредственной близости от существующих зданий;
* Устройство ограждающих конструкций, аналогичных стенкам из бурокасательных свай и "стенам в грунте".

При усилении существующих фундаментов конструктивные решения практически аналогичны тем, что применяются для буроинъекционных свай, изготовляемых по традиционной технологии и сводятся, в основном, к трем схемам, приведенным на рисунках 1-3. На рисунках 1 и 2 приведены схемы устройства так называемых "козловых" свай, когда они забуриваются под некоторым углом через тело существующего фундамента либо с двух сторон стены, либо с одной. В последнем случае сваи устраиваются через одну с разным углом наклона.

Значительно реже применяется схема, приведенная на рисунке 3. Пробуренные вертикально вдоль фундамента сваи воспринимают нагрузку от здания через специально закрепленные в теле фундамента траверсы.

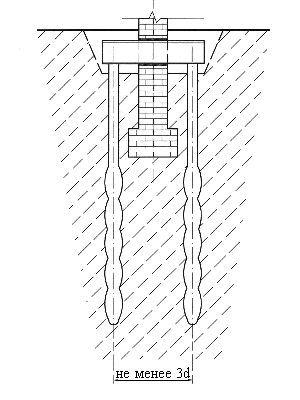
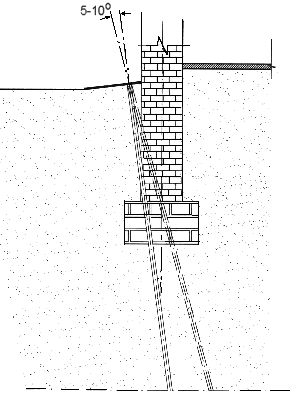
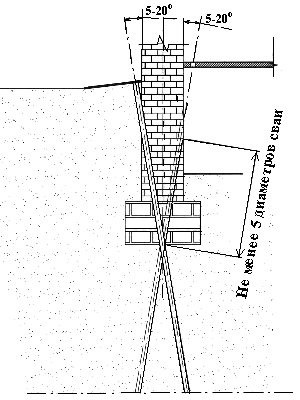


Рисунок 1 Рисунок 2 Рисунок 3

Конструктивные решения устройства свай РИТ при новом строительстве особенностей не имеют.

Отличительной чертой применения свай РИТ в новом строительстве и при усилении существующих фундаментов является возможность получения высокой несущей способности свай при ее минимальных буровом диаметре и длине. Несущая способность свай с буровым диаметром 150- 250 мм оказывается не меньше, чем у забивных свай сечением 300х300 мм той же длины.

Применение свай РИТ в ограждающих конструкциях позволяет при минимальной элевации грунта при бурении получить конструкцию, по жесткости и проницаемости практически не уступающую "стене в грунте", способную, кроме того, нести достаточно большую вертикальную нагрузку. Благодаря тому, что грунт вокруг свай сильно уплотняется, а пески к тому же и цементируются, появляется возможность устройства свай на относительно большом расстоянии друг от друга, при этом нет необходимости устраивать забирки в межсвайном пространстве, т.к. в этом случае грунт между свай достаточно устойчив и, к тому же, обладает малой водопроницаемостью.

Сваи в подпорной стенке могут располагаться как в один ряд, так и в несколько рядов при размещении их в шахматном порядке (см. рисунки 4 и 5). Для обеспечения пространственной жесткости стенки из нескольких рядов свай предусматривается устройство обвязочного пояса по верху свай в виде железобетонного ростверка; при большом расстоянии между сваями иногда дополнительно предусматривается устройство на нескольких уровнях свай уширений, создаваемых по РИТ-технологии.

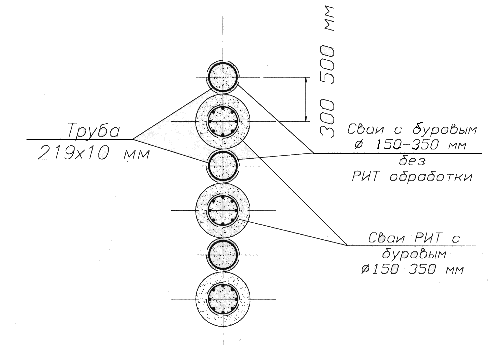
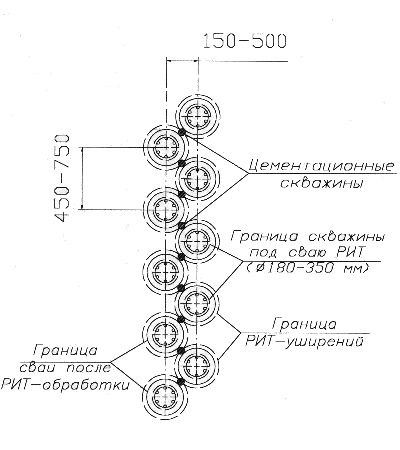


Рисунок 4 Рисунок 5

Для повышения водонепроницаемости подпорных стен из свай РИТ можно применить цементацию межсвайного пространства, также выполняемую по РИТ-технологии. При этом конструкция приобретает дополнительную жесткость.



Впервые в мире - грунтовые анкера, изготовленные по разрядно - импульсной технологии.

Грунтовые анкера и нагели являются относительно новыми для отечественного строительства геотехническими конструкциями. Они особенно эффективны при строительстве в тесной городской застройке, при разработке глубоких котлованов, для укрепления откосов и особенно в качестве элемента "стены в грунте".

При научном сопровождении НИИОСП им. Н.М.Герсеванова была разработана конструкция нового типа анкеров, устраиваемых в грунте с обработкой корня по разрядно-импульсной технологии. Такие анкера получили название "НИИОСП-97".

Несущая способность анкеров НИИОСП-97 в 1.5-2.5 раза превышает этот показатель для анкеров, устраиваемых по традиционным технологиям, в том числе по технологии фирмы "Бауэр". Благодаря возможности создания в строго ограниченной зоне значительного избыточного давления на стенках скважины, технология позволяет отказаться от применения тампонов при проведении инъекции, проведения многоступенчатой технологии зонной цементации, осуществляя при этом строго контролируемый процесс опрессовки и уширения корня анкера в заданных точках.

Особенно эффективным данный тип анкеров оказался при устройстве корня в юрских глинах, которые, как известно, тяжело бурятся, а при применении промывки легко разжижаются и теряют свои механические свойства. РИТ-технология позволяет значительно сократить длину корня анкера и разрушить образовавшийся при бурении на стенках скважины слой слабого грунта за счет значительного даже в плотных глинах увеличения диаметра скважины (в 1,5 и более раз).

В качестве анкерного тяжа применяется, в основном, высокопрочная арматура винтового профиля класса Ат-1000 (Ат-VI) диаметром 25 и 32 мм. Кроме того, возможна установка многопрядевых тросовых анкеров.

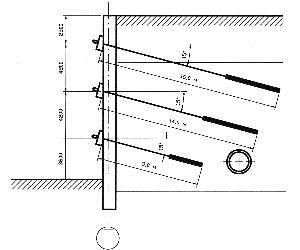
Анкера, изготовленные по технологии РИТ, успешно применялись при строительстве ряда станций московского метрополитена, креплении подпорных стен при строительстве комплексов "Москва-Сити", развязки III-го транспортного кольца с Кутузовским проспектом, а также при строительстве ряда жилых комплексов в г. Москве.

В 1999 г. НИИОСП им. Н.М.герсеванова утвердил типовой технологический регламент устройства анкеров НИИОСП-97 при креплении подпорных стен.



Корень грунтового анкера, извлеченного из грунта.

Подпорная стенка набережной из буросекущихся свай, закрепленная грунтовыми анкерами.



***Цементация грунтов, стен, фундаментов,***

***контакта "фундамент-грунт".***

Данные виды работ выполняются как по традиционной технологии путем нагнетания под давлением цементного раствора в скважину, так и с применением разрядно-импульсной технологии, когда избыточное давление в скважине создается серией электрических разрядов.

Применение РИТ-технологии особенно эффективно там, где трудно или вообще невозможно установить в скважине тампон для опрессовки ее статическим давлением, либо эта операция сопряжена с большими трудозатратами.

При проведении цементационных работ используются электроразряды с энергией, позволяющей вести эффективное заполнение пустот, трещин и пор в цементируемой среде (кирпичная кладка, бетон и т.п.) без ее разрушения.

Цементация по РИТ-технологии производится до тех пор, пока не будет достигнут "отказ", когда последующая обработка электроразрядами не приводит к дальнейшему поглощению цементационного раствора цементируемой средой.

Качество цементации по РИТ-технологии ничем не уступает традиционной цементации, однако сам процесс становится значительно более контролируемым и менее трудоемким.

Качество цементации проверяется путем контрольной инъекции раствора в цементируемую среду как традиционным способом, так и с использованием РИТ.

Цементация фундаментов и контакта "фундамент-грунт" по РИТ-технологии с успехом была применена на ряде объектов городского строительства, в том числе на таких, как реконструкция Старого Гостиного двора, реконструкция комплекса зданий ГАБТ и др.

Цементация стен вспомогательного корпуса зданий ГАБТ и стен храма Вознесения Господня у Серпуховских ворот была выполнена также с применением разрядно-импульсной технологии. Успешная серия опытов в том же направлении была осуществлена при проведении работ по усилению стен Старого Гостиного двора.



Уплотнение грунтов с применением разрядно-импульсной технологии осуществляется путем проведения серии электрических разрядов в скважине, заполненной слабым электролитом, в качестве которого обычно используется водно-цементная суспензия. При этом улучшение физико-механических свойств грунта достигается не только в результате его уплотнения в околоскважинном пространстве, но и за счет его цементации. Кроме того, скважины, заполненные цементным раствором и пересекающие грунтовую толщу под разными углами, образуют с упрочняемым грунтом массив, иногда именуемый как "армогрунт". Такой массив имеет прочностные и деформационные показатели лучшие, чем у отдельно взятого уплотненного грунтового массива.

Данная технология улучшения физико-механических свойств грунта была с успехом применена на строительстве 4 и 5 опор транспортной развязки МКАД с Ярославским шоссе и при усилении основания дома №6 по Кутузовскому проезду.



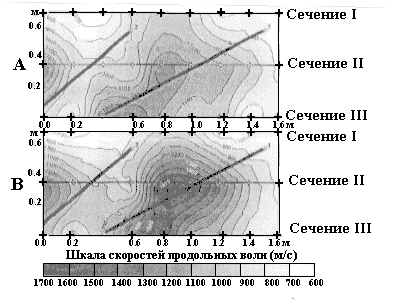
Одной из самых главных операций технологического цикла считается контроль качества выполненных работ. При этом, выполняя все требования соответствующих ГОСТов и СНиПов в этой области, широко применяются дополнительные методы предпостроечного обследования объекта и оперативного контроля качества. Для уточнения геолого-гидрологического строения площадки и выявления неучтенных инженерных коммуникаций и пустот в грунте производится георадарное профилирование объекта, по результатам которой корректируется технология изготовления свай и, при необходимости, проект.

В процессе обработки скважины электрическими разрядами в условиях плотной застройки производится измерения сейсмического воздействия на грунт и строительные конструкции и уточняются параметры электрических разрядов.

Во время изготовления свайного поля производится выборочный сейсмоакустический контроль длины свай, контролируется сплошность их сечения.

Ввиду того. что несущая способность свай РИТ во многом определяется величиной и расположением уширений ствола скважины, нами успешно применяется специальный прибор, позволяющий контролировать расход бетона на каждом уровне обработки скважины электрическими разрядами, что позволяет судить о форме скважины и степени уплотнения окружающего грунта.

В особо ответственных случаях перед проведением цементации стен и фундаментов зданий с целью изучения их состояния и выявления наиболее ослабленных участков производится их сейсмоакустическое обследование. Оно повторяется в процессе инъектирования и после твердения инъекционных растворов, что позволяет оконтурить зону цементации и оценить степень повышения прочности кладки.



***Сейсмоакустический контроль качества цементации:***

Карты изолиний средних скоростей продольных волн по нормальным лучам в плоскости стены,укрепляемой цементацией.

A - по результатам первого измерения, проведеннгого через сутки после инъектирования.

B - по результатам второго измерения, проведеннгого через 7 суток после инъектирования.