

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)**

III издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 7-9 апреля 2009 г., г. Брест, Республика Беларусь

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 20-23 октября 2009 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 23 октября 2009 г.

Примечание: теряет силу II издание от 05.11.2004 г.

**Р  
623**

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДОВ ЗАКРЕПЛЕНИЯ  
ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ В ГРУНТЕ**

## **Введение**

Настоящие Рекомендации составлены на основе опыта сооружения опор контактной сети при электрификации железных дорог стран-членов ОСЖД и предназначены для выбора методов и оптимальных технологий закрепления опор при новой электрификации, а также при модернизации и капитальных ремонтах контактной сети электрифицированных железных дорог применительно к специфическим условиям их эксплуатации.

Габарит установки опор определяется Национальными нормами и проектами.

## **Действие памятки**

Положения, содержащиеся в Рекомендациях, распространяются на методы и технологии сооружения опор контактной сети железных дорог.

С вводом настоящей памятки аннулируется Памятка Р 623 от 5 ноября 2004г.

## **Терминологии**

**Подземные коммуникации** - трубы, кабели и другие сооружения, уложенные под землей.

**Установочный поезд (специализированный)** - поезд, состоящий из специальных машин и агрегатов и предназначенный для установки фундаментов и опор в различных инженерно-геологических условиях.

**Фундамент свайный** - фундамент, выполненный из железобетонного стержня или металлической трубы.

**Винтовой свайный фундамент** - фундамент, выполненный в виде трубчатой сваи с лопастями на нижнем участке.

**Пластичность грунта** – способность грунта под действием внешних сил деформироваться и после удаления нагрузки сохранять полученную форму.

**Предел пластичности** – массовая влажность, выраженная в процентах, при которой тесто, изготовленное из грунта и воды и раскатываемое в жгут диаметром 3 мм, начинает крошиться, т.е. перестает быть пластичным.

**Число пластичности грунта**( $I_p$ )- разность влажностей, выраженных в долях единицы, соответствующих двум состояниям грунта: на пределе текучести и на пределе пластичности.

## **1. Методы закрепления опор контактной сети в грунте земляного полотна**

### **1.1. Классификация участков земляного полотна по условиям закрепления в нем опор**

1.1.1. Выбор методов закрепления опор контактной сети в грунте земляного полотна рекомендуется проводить на основе:

1.1.1.1. результатов инженерно-геологических, гидрогеологических, мерзлотных изысканий и данных о климатических условиях района электрификации или модернизации и капитального ремонта контактной сети;

1.1.1.2. опыта сооружения опор контактной сети в аналогичных инженерно-геологических условиях осуществления электрификации;

1.1.1.3. данных, характеризующих сооружаемую или модернизируемую контактную сеть, рода тока, нагрузки на контактную подвеску и опоры и условий эксплуатации контактной сети;

1.1.1.4. учета местных условий электрификации и модернизации контактной сети.

1.1.2. Результаты инженерно-геологических, гидрогеологических и мерзлотных изысканий должны содержать:

1.1.2.1. сведения о районе расположения электрифицируемой или модернизируемой железной дороги, о ее климатических и мерзлотных условиях по ранее выполненным исследованиям грунтов;

1.1.2.2. сведения об инженерно-геологическом строении толщи грунтов земляного полотна, включая основание, наблюдаемых неблагоприятных физико- и инженерно-геологических, мерзлотных и других явлениях;

1.1.2.3. сведения о грунтах земляного полотна и его основания, формы залегания грунтовых образований, их размеры в плане и по глубине, состав и состояние грунтов, физико-механические характеристики грунтов.

1.1.3. На основании результатов инженерно-геологических, гидрогеологических и мерзлотных изысканий участки земляного полотна по условиям закрепления в них опор рекомендуется разделять на следующие классификационные группы:

1.1.3.1. участки стабильного земляного полотна, сложенного из прочных насыпных грунтов и расположенного на прочном основании;

1.1.3.2. участки земляного полотна, отсыпанного из прочных насыпных грунтов, но расположенных на слабых грунтовых основаниях (торфяниках, полюдиевых глинах, иловых образованиях и т.п.);

1.1.3.3. участки, расположенные в скальных выемках;

1.1.3.4. участки, находящиеся в зонах с морозным пучением грунтов и наличием вечной мерзлоты.

1.1.4. Участки земляного полотна в зависимости от условия морозного пучения, влияющих на устойчивость опор контактной сети, целесообразно разделять на благоприятные, условно-благоприятные, неблагоприятные и особо неблагоприятные.

1.1.4.1. К благоприятным участкам целесообразно относить:

1.1.4.1.1. насыпи высотой более 3,0 м, без балластных мешков, не подверженные просадкам в грунты основания;

1.1.4.1.2. насыпи высотой менее 3,0 м, если в их основании залегают прочные гравийно-щебеночные, а также глинистые грунты, имеющие естественную влажность в период, предшествующий сезонному промерзанию;

1.1.4.1.3. нулевые места и выемки в галечно-гравийных, песчаных и глинистых грунтах, имеющих естественную влажность в период, предшествующий промерзанию.

1.1.4.2. К условно-благоприятным участкам необходимо относить:

1.1.4.2.1. насыпи высотой более 3,0 м на прямых участках при ежегодном пучении полотна на 50-100 мм;

1.1.4.2.2. насыпи высотой менее 3,0 м на прямых участках с балластными мешками, способствующими появлению пучин;

1.1.4.2.3. выемки на прямых участках, нулевые места и откосы насыпей высотой более 3,0 м с внутренней стороны кривых при ежегодном пучении откосов до 50 мм.

1.1.4.3. К неблагоприятным участкам следует относить:

1.1.4.3.1. насыпи различной высоты, подверженные просадкам вследствие недостаточной прочности протаивающих грунтов основания;

1.1.4.3.2. насыпи высотой до 3,0 м, отсыпанные суглинками и супесями на марях и заболоченных участках, а также нулевые места и насыпи на прямых участках при ежегодном пучении земляного полотна на 100 мм и более;

1.1.4.3.3. выемки, а также откосы насыпей с внутренней стороны кривых при ежегодном пучении грунта на 50 -100 мм.

1.1.4.4. К особо неблагоприятным участкам рекомендуется относить выемки, а также откосы насыпей с внутренней стороны кривых при ежегодном пучении грунта, превышающем 100 мм.

1.1.5. Общие сведения о грунтах.

Грунты подразделяют на скальные и нескальные.

1.1.5.1. К скальным грунтам относят изверженные и осадочные породы с жесткими связями между зёрнами (спаянные и цементированные), залегающие в виде сплошного или трещиноватого массива.

1.1.5.2. К нескальным грунтам относят:

1.1.5.2.1. крупнообломочные — несцементированные грунты, содержащие более 50 % по массе обломков кристаллических или осадочных пород с размерами частиц более 2 мм;

1.1.5.2.2. песчаные — сыпучие в сухом состоянии грунты, содержащие менее 50 % по массе частиц крупнее 2 мм и не обладающие свойством пластичности, число пластичности его  $I_p < 0,01$ );

1.1.5.2.3. глинистые — связные грунты, для которых число пластичности  $I_p \geq 0,01$ .

1.1.5.3. К особым видам грунтов относятся:

1.1.5.3.1. лёссовидные грунты — пылеватые суглинки, содержащие большое количество пылеватых частиц, известь; имеющие пористость 40 % и более, плотность 1,2—1,6 т/м<sup>3</sup>,

1.1.5.3.2. торф - органический грунт, состоящий из разложившихся растений; торф встречается как в чистом виде, так и вместе с илом; при содержании в грунте растительных остатков 10—60 % и более 60 % соответственно различают: грунт с примесью растительных остатков, заторфованный грунт и торф;

1.1.5.3.3. пльвуны - грунты в виде водонасыщенной массы, состоящей из частиц размером 0,02—0,002 мм; высыхая, пльвуны становятся твердыми, а при появлении влаги возвращаются в прежнее состояние.

**Примечание:** грунты всех видов относятся к мерзлым, если имеют отрицательную температуру и содержат в своем составе лед. Грунты называют вечномерзлыми, если они находятся в мерзлом состоянии в течение многих лет (от трех и более).

1.1.6. Грунты в скальных выемках в зависимости от прочности и трещиноватости рекомендуется разделять на две группы.

1.1.6.1. К первой группе следует относить малопрочные выветренные скальные грунты.

1.1.6.2. Ко второй группе следует относить:

1.1.6.2.1. скальные грунты прочные и средней прочности,

1.1.6.3. неветренные и слабыветренные.

1.1.7. Прочность скальных грунтов может быть оценена на основании испытаний на одноосное сжатие образцов породы в водонасыщенном состоянии, а трещиноватость – путем визуального осмотра скальных пород с промером расстояний между трещинами и размеров блоков, образуемых трещинами.

1.1.8. Закрепление опор контактной сети в грунте – фундаменты (или фундаментальную часть опор) рассчитывают с использованием метода предельных состояний. Длина фундамента определяется его зависимостью от направления действия и величины моментов нагрузки, а также места установки опор (насыпь или выемка).

## **1.2. Рекомендуемые методы закрепления опор в различных грунтовых условиях**

1.2.1. На участках стабильного земляного полотна, сложенного из прочных насыпных грунтов и расположенного на прочном основании, закрепление опор в теле земляного полотна может осуществляться преимущественно с применением фундаментов мелкого заложения. При этом фундаменты могут иметь различную конструкцию и выполняться из бетона, железобетона, металла. Конструкция фундамента определяется на основании технико-экономических расчетов и имеющегося опыта сооружения опор контактной сети в отмеченных условиях.

1.2.2. Глубина заложения фундаментов или фундаментной части нераздельных опор должна определяться расчетом. При этом при расчете должны быть обеспечены:

1.2.2.1. от действия расчетных нагрузок - достаточная несущая способность основания, не допускающая потери устойчивости (опрокидывания) фундаментов и опор;

1.2.2.2. от действия эксплуатационных нагрузок (нормативных) гарантированная деформация основания, не превышающая предельно допустимых по условиям эксплуатации наклонов опор на уровне контактного провод.

1.2.3. На участках земляного полотна, расположенных на слабых грунтовых основаниях, рекомендуется закрепление опор осуществлять одним из двух способов:

1.2.3.1. путем применения фундаментов, полностью расположенных в прочном грунте насыпей и находящихся выше уровня слоя слабых грунтов. Такие фундаменты целесообразно проектировать с уширенной боковой гранью в сторону действия нагрузки от контактной сети и опорной плитой в нижней части фундаментов;

1.2.3.2. путем применения свайных фундаментов длиной от 6 до 10 м, опирающихся на плотный грунт, расположенный ниже слабого грунта. Для обеспечения несущей способности опор в зависимости от действующих нагрузок могут применяться фундаменты, как из одиночных свай, так и группы свай.

Последние фундаменты целесообразно применять для наиболее нагруженных опор контактной сети.

1.2.4. Закрепление опор в скальных грунтах рекомендуется осуществлять тремя способами:

1.2.4.1. путем разработки в скальном грунте котлованов и последующей установки в них фундаментов. Рекомендуется для установки фундаментов использовать пробуренные котлованы диаметром 400 мм и глубиной 1200 мм для прочных малотрещиноватых пород и 2200 мм для слабых и трещиноватых пород;

1.2.4.2. с помощью анкерных болтов, закрепляемых в шпурах, пробуриваемых в скале. Диаметр и длина анкерных болтов должны определяться расчетом, исходя из условия восприятия нагрузок, передаваемых на анкерные болты от опоры. При этом диаметр шпуров должен превышать диаметр анкерных болтов не менее чем на 25 мм. Зазоры между стенкой шпура и анкерным болтом следует заполнять цементно-песчаным раствором марки не ниже М 300;

1.2.4.3. путем образования котлована диаметром 600 мм и глубиной 3,0-3,5 м и установки в такой котлован нераздельной опоры. Последний способ рекомендуется использовать в случае наличия в основании перемежающихся слоев скалы и обычного грунта.

1.2.5. На участках, находящихся в зонах с морозным пучением фунтов и наличием вечной мерзлоты, рекомендуются следующие методы закрепления опор в грунте:

1.2.5.1. на благоприятных участках закрепление опор рекомендуется осуществлять с применением фундаментов мелкого заложения или нераздельных опор без проведения специальных противопучинных мероприятий;

1.2.5.2. на условно-благоприятных участках для закрепления опор в грунте могут применяться фундаменты или нераздельные опоры такой же глубины заделки, что и на благоприятных участках, но с обязательным проведением противопучинных мероприятий. В качестве последних могут использоваться:

1.2.5.2.1. замена пучинистого грунта в месте установки опор на дренирующий грунт;

1.2.5.2.2. обмазка подземной части фундаментов и опор противопучинной смазкой;

1.2.5.2.3. нанесение на поверхность фундаментов и опор полимерных материалов, предотвращающих смерзание окружающего фунта с материалом фундаментов;

1.2.5.3. на неблагоприятных участках закрепление опор в грунтах рекомендуется проводить с применением фундаментов с увеличенной глубиной установки с одновременным проведением отмеченных выше противопучинных мероприятий;

1.2.5.4. на особо неблагоприятных участках закрепление опор в грунте рекомендуется осуществлять с помощью фундаментов глубокого заложения. Для этого должны использоваться железобетонные или металлические сваи длиной 8-10 м;

1.2.5.5. на участках с вечномерзлыми грунтами и глубоким сезонным промерзанием деятельного слоя устойчивость опор рекомендуется обеспечивать за счет применения либо свайных фундаментов длиной 10,0-12,0 м, обладающих повышенным сопротивлением выдергиванию, либо за счет применении металлических винтовых свай длиной до 6,0 м и снабженных в нижней части лопастями. При этом диаметр лопастей должен превышать диаметр свай не менее чем на 150 мм. Сваи с лопастями погружаются путем завинчивания в грунт. При

этом после завинчивания сваи должны входить в вечномерзлый грунт на глубину, обеспечивающую устойчивость опор при появлении пучения грунта.

## **2. Технология сооружения фундаментов мелкого заложения на перегонах**

2.1. При разработке котлованов для фундаментов или для установки нераздельных опор контактной сети рекомендуется использовать специальные землеройные машины, смонтированные на железнодорожном, гусеничном или пневмоколесном ходу.

2.2. Производительность и количество землеройных машин в комплекте машин для установки опор рекомендуется выбирать таким образом, чтобы они не ограничивали производительность установочного поезда. В целях эффективного использования окон, предоставленных для установки опор, рекомендуется организовать работу землеройных механизмов отдельно, но в составе установочного поезда таким образом, чтобы число заранее подготовленных к установке фундаментов котлованов составлял не менее 5.

2.3. В случае пересечения с подземными сооружениями работы по механическому рытью котлованов следует выполнять ручным способом, а место их производства и способ удаления грунта следует отметить в проекте строительства или модернизации контактной сети.

2.4. При закладывании фундаментов следует ограничить до минимума необходимость переустройства иных сооружений, предназначенных для железнодорожного движения и расположенных в полосе отвода железной дороги. В сомнительных случаях следует выполнить контрольные откопки, либо применить устройства обнаружения кабельных трасс. Всякий раз перед началом земляных работ заказчик обязан осуществить передачу перегона подрядчику при участии всех линейных эксплуатационных служб.

2.5. В целях избежания загрязнения балласта при разработке котлованов, его рекомендуется закрыть временным покрытием.

Разработку котлованов следует проводить во всех случаях, когда конструкция фундамента и опоры для их установки требует образования котлована, в том числе и в случае проведения противопучинных мероприятий.

2.6. В случае, когда в конструкции фундаментов предусмотрена возможность их забивки или погружения следует применять для установки фундаментов специальные агрегаты вибропогружения или забивки.

2.7. Сооружение фундаментов и опор контактной сети рекомендуется выполнять двумя основными способами:

2.7.1. «с пути», когда рытье котлованов, перевозку и установку опор и фундаментов выполняют комплексом механизмов, работающих с железнодорожного пути;

2.7.2. «с поля» - с выполнением всех работ механизмами без занятия пути.

2.7.3. «смешанный» - с выполнением всех работ механизмами, как с пути, так и без занятия пути.

Соотношение способов производства работ «с пути» и «с поля» при новой электрификации и модернизации контактной сети определяется местными условиями (наличием подъездов к железнодорожному полотну, невысоких насыпей, широких берм и неглубоких выемок и т.д.).

2.8. Рытье котлованов для установки нераздельных опор и фундаментов раздельных опор при работе «смешанным» способом рекомендуется выполнять комплексно-механизированным методом с выездом в одно «окно» механизмов, разрабатывающих котлованы, и установочного поезда. Для обеспечения крану установочного поезда нормального фронта работ в комплекс включают два-три механизма для разработки котлованов (буровую машину и один-два многоковшевых котлованокопателей).

2.9. Сооружение фундаментов и опор контактной сети комплексом машин, работающих «с пути» в «окно», рекомендуется осуществлять таким образом, чтобы вслед за рытьем котлованов в тоже «окно» производилась установка в них опор и фундаментов. Разрыв во времени между окончанием рытья котлованов и установкой в них конструкций должен составлять не более суток. Количество заблаговременно отрытых котлованов определяется условиями обеспечения непрерывной работы установочного поезда в следующие сутки и должно составлять не менее 50% производительности установочного поезда в «окно».

2.10. Для установки опор и фундаментов «с поля» рекомендуется механизированный комплекс, включающий механизм для образования котлованов «с поля», установочный кран на тракторном или пневмоколесном ходу, транспортные средства для перевозки опор и фундаментов, тягачи (2-3 шт.), машину для планировки подъездных путей.

2.11. Сооружение фундаментов и опор контактной сети комплексом механизмов, работающих «с поля», осуществляется таким образом, что после подготовки подъездных путей образуются котлованы и вслед за этим производится установка в них опор и фундаментов. Разрыв между образованием котлованов и установкой в них опор и фундаментов не должен превышать одних суток.

Количество заблаговременно разработанных котлованов должно обеспечить непрерывную работу установочного комплекса в следующие сутки и составлять не менее 2 котлованов.

2.12. Установленные в котлованы опоры и фундаменты при их разработке в летнее время рекомендуется засыпать вынутым грунтом с тщательной его послойной трамбовкой. Плотность утрамбованного грунта должна позволять передачу на него нагрузки от контактной сети без остаточных деформаций.

В зимнее время обратная засыпка опор и фундаментов должна производиться вынутым мелкоизмельченным грунтом того же состава, что и основной грунт.

2.13. При высоком уровне грунтовых вод, когда затрудняется выполнение работ по устройству фундаментов мелкого заложения, железобетонные фундаменты и анкеры целесообразно сооружать свайным способом путем забивки или вибропогружения с помощью специальных машин. При этом может быть использована также и технология завинчивания свайных фундаментов.

Фундаменты, забиваемые или вибропогружаемые, должны иметь конструкцию, позволяющую их забивку или погружение.

При применении вибропогружения фундаментов в плотных грунтах рекомендуется предварительное образование лидирующих скважин диаметром равным 0,5 диаметра или наибольшего размера фундамента.

### **3. Технология сооружения фундаментов и опор в скальных грунтах**

3.1. При разработке котлованов в скальных грунтах под фундаменты опор контактной сети рекомендуется использовать специальный буровой комплекс, смонтированный на железнодорожном ходу. Рабочий орган должен позволять образование в скальном грунте скважин диаметром 400 мм и глубиной до 2,5 м.

3.2. Производительность специального бурового комплекса должна позволять осуществлять бурение скважин диаметром 400 мм со скоростью не менее 2,0-3,0 м/час. Для повышения производительности бурового комплекса рекомендуется производить предварительную подготовку поверхности скалы в месте бурения. В этом месте скалу необходимо очищать от растительного грунта, слабых включений и производить выравнивание площадки в горизонтальной плоскости для обеспечения работы бурового органа.

3.3. Фундаменты устанавливаются в пробуренные скважины крановым оборудованием применяемого специального бурового комплекса. Рекомендуется после установки фундаментов заделку зазора между фундаментами и стенкой скважин производить цементно-песчаным раствором при глубине заделки фундаментов менее 1200 мм и шламом, получаемым при бурении, при глубине установки фундаментов свыше 1200 мм.

Разрыв по времени после установки фундаментов в скважины и их заделкой цементно-песчаным раствором или шламом не должен превышать 3-4 суток.

3.4. При установке опор на анкерные болты, устанавливаемые в шпур в скале, бурение шпуров рекомендуется осуществлять ручными, или установленными на платформах перфораторами, обеспечивающими образование шпуров требуемых диаметров. Без перерывов во времени, в пробуренные шпуров рекомендуется залить цементно-песчаный раствор на три четверти глубины шпуров, и затем, вставить в них анкерные болты. При технологическом перерыве между образованием шпуров и установкой анкерных болтов, шпуров должны защищаться от попадания в них пыли, грязи, грунта, влаги и т.д. При этом технологический разрыв во времени между бурением шпуров и установкой анкерных болтов не должен превышать 3-4 суток.

3.5. При сооружении фундаментов или установке нераздельных опор в скальных грунтах, имеющих слоистое строение в виде чередующихся слоев скалы и обычного грунта, рекомендуется использование специальной землеройной техники, позволяющей образовать котлованы необходимых размеров и глубины. Закрепление фундаментов и опор в образованных котлованах может быть осуществлено обратной засыпкой вынутаго из котлована грунта с его тщательной послойной трамбовкой.

Для установки фундаментов и опор в котлованы в машинный комплекс должен быть включен железнодорожный кран или специальный грузоподъемный механизм.

### **4. Технология сооружения свайных фундаментов**

#### **4.1. Общие требования**

4.1.1. Сооружение свайных фундаментов рекомендуется выполнять с помощью специального установочного поезда, включающего комплект машин и механизмов для транспортировки, погрузки и разгрузки свай, их забивки или погружения. При наличии вечной мерзлоты в состав установочного поезда необходимо включать дополнительно агрегат по бурению лидирующих скважин.

4.1.2. При новой электрификации при длине свай свыше 8,0 м рекомендуется забивку свай производить с помощью хопровой установки, оснащенной дизель- или гидравлическим молотом.

При длине сваи до 6,0-8,0 м могут использоваться также и вибропогружатели. При этом при выборе типа вибропогружателя должны учитываться тип грунта, масса свай и необходимая для погружения свай сила.

4.1.3. При модернизации и капитальном ремонте контактной сети для погружения свай длиной 6,0-8,0 м необходимо использовать специальные агрегаты для погружения свай, не требующие демонтажа контактной сети и проводов, а также проведения дополнительных технологических мероприятий.

4.1.4. При устройстве свайных фундаментов в вечномерзлых грунтах установку свай рекомендуется осуществлять в предварительно пробуренные на всю длину свай скважины. Поперечный размер скважин должен обеспечивать свободное опускание свай на всю глубину скважин без дополнительного воздействия на них.

Сваи должны без перерыва во времени устанавливаться в пробуренные скважины и заполняться грунтовой пульпой. Передачу нагрузки на сваи допускается производить после полного смерзания свай с вечномерзлым грунтом.

4.1.5. Для забивки свай или их вибропогружения должны использоваться высокопроизводительные машины и агрегаты. При забивке свай в отсутствие вечной мерзлоты время забивки свай длиной до 10,0 м не должно превышать 0,5 часа, а при вибропогружении свай длиной до 8,0 м время погружения свай не должно превышать 0,3 часа. При установке свай в направляющие скважины в присутствии вечной мерзлоты время установки свайного фундамента с учетом времени бурения лидирующей скважины не должно превышать 1 часа.

4.1.6. При забивке и вибропогружении свай должны соблюдаться габаритные размеры размещения машин и агрегатов, не препятствующих движению поездов по соседнему пути.

## **4.2. Технология сооружения винтовых свайных фундаментов**

4.2.1. Сооружение фундаментов в вечномерзлых и пучинистых грунтах с применением металлических винтовых свай рекомендуется осуществлять с помощью специализированного машинного комплекса, включающего:

4.2.1.1. агрегат для образования лидирующих скважин на глубину установки свай. При этом диаметр образуемых скважин должен соответствовать диаметру ствола свай;

4.2.1.2. агрегат по завинчиванию свай в образованные направляющие скважины; локомотив и платформу для хранения запаса свай.

4.2.2. Сооружение винтовых фундаментов рекомендуется вести в следующей последовательности:

4.2.2.1. на базе результатов инженерно-геологических изысканий определяется вид грунтов основания, глубина залегания вечной мерзлоты, глубина залегания скального основания (при его наличии в районе прохождения железной дороги);

4.2.2.2. геодезическим способом осуществляется разметка мест для завинчивания свай;

4.2.2.3. в месте завинчивания свай с помощью агрегата по образованию лидирующих скважин производится бурение лидирующей скважины на глубину, равной глубине завинчивания свай;

4.2.2.4. после образования направляющей скважины, агрегат по бурению перемещается к следующему месту бурения и производит бурение следующей скважины;

4.2.2.5. агрегат по завинчиванию свай захватывает сваю и производит завинчивание сваи в образованную направляющую скважину;

4.2.2.6. при возникновении сопротивления завинчиванию сваи, остановке ее погружения, свая вывинчивается и производится повторное лидирующее бурение.

4.2.3. После погружения свайных винтовых фундаментов внутренняя полость свай во избежание аккумуляции тепла в ней, накопления влаги должна быть заполнена тощим бетоном, песком или отсевом щебня. Верхний оголовок свай рекомендуется закрывать водонепроницаемым материалом во избежание попадания внутрь свай атмосферных осадков.

4.2.4. Специализированный механизированный комплекс по устройству фундаментов из винтовых свай должен обладать производительностью, обеспечивающей полный цикл сооружения фундамента за время не превышающее 0,5 часа.

4.2.5. Свайные винтовые фундаменты под опоры контактной сети рекомендуется применять также в условиях отсутствия вечной мерзлоты в сложных инженерно-геологических условиях (слабые грунты, торфяники, насыпи на болотах и т.д.) и при неэффективности осуществления сооружения фундаментов типовых конструкции.

### **4.3. Технология сооружения сборных свайных фундаментов**

#### **4.3.1. Требуемые сведения об участке**

До начала производства работ, в ходе разработки проектной документации, следует собрать следующие сведения:

4.3.1.1. геотехнические параметры грунтового основания на основе результатов геотехнических изысканий, выполненных до глубины не менее 1 м ниже проектируемой глубины закладки данного фундамента (или кровли скального основания, или несущего слоя);

4.3.1.2. всякие препятствия в виде остатков конструкций и фундаментов, а также подземных инженерных сетей,

4.3.1.3. загрязнение основания или наличие угроз;

4.3.1.4. наличие насыпных материалов;

4.3.1.5. актуальные топографические данные, такие как: естественная отметка участка, уклоны, положение главных геодезических осей, а также высотные отметки участка

4.3.1.6. местные условия и ограничения, которые могут повлиять на свайные работы, такие как:

- размеры строительного участка, топография, уклоны,
- одновременно производимые работы, например, дренаж, туннельные работы, глубокие котлованы,
- наличие воздушных проводов или энергетических коммуникаций, ограничения высоты, например, виадуки,

- наличие поблизости потенциально нестабильных откосов и склонов.

4.3.1.7. условия и ограничения со стороны окружающей среды, которые могут повлиять на свайные работы, такие как:

- наличие и состояние опасных сооружений и сетей поблизости района производства свайных работ,
- ограничения со стороны окружающей среды, например, шум, вибрации или загрязнения,
- любые правовые и законодательные ограничения, например, касающиеся времени производства работ.

4.3.1.8. прочие аспекты, такие как:

- возможность коррозии,
- прежний опыт установки свай и другие методы устройства фундаментов при строительстве.

До начала свайных работ необходимо определить всякие дополнительные требования и отклонения, а также соответственно дополнить систему контроля качества, например, за счет:

- уменьшения или увеличения геометрических отклонений исполнения, применения средств, помогающих погружению свай (например, предварительное пробуривание),
- установки фундамента в породе методом бурения и бетонирования.

#### 4.3.2. Требования к сборным железобетонным сваям

4.3.2.1. Все материалы и изделия, необходимые для сооружения свайных фундаментов, должны отвечать соответствующим стандартам, техническим требованиям и спецификации работ. Требования к материалам, использованным в конструкции фундамента, т.е. к бетону и отдельным его компонентам, конструкционной и арматурной стали, должны соответствовать действующим стандартам. Свайные фундаменты должны подвергаться проверке на этапе заводской приемки у производителя.

4.3.2.2. Проведенные испытания должны соответствовать требованиям технических условий или стандартов, а производитель обязан прилагать к каждой поставке свайных фундаментов декларацию о соответствии. Необходимо соблюдать специальные указания производителя сборных изделий по транспортировке, установке и складированию свай. Если не будут приведены специальные указания, то сваи следует перевозить и складировать таким образом, чтобы в них не возникали чрезмерные напряжения. На стройплощадке - перед установкой необходимо провести осмотр свайных фундаментов.

#### 4.3.3. Производство фундаментных работ

##### 4.3.3.1. Общие требования

Во время производства свайных работ (включая транспортировку свай и оборудования) необходимо предпринять все меры предосторожности, чтобы обеспечить безопасность на территории строительства и вблизи этой территории, а также ограничить риск повреждений или влияния вибраций и шума на людей и

примыкающие сооружения. Территорию производства работ следует подготовить и содержать таким образом, чтобы выполнение работ протекало безопасно и эффективно.

#### 4.3.3.2. Сооружение свайных фундаментов

Свайные фундаменты следует забивать соответствующей сваезабивной установкой, которая позволит их погрузить на предусматриваемую глубину без повреждений и при ограниченном воздействии для окружающей среды. При ударе молотом о верх оголовка свайного фундамента следует обеспечить соосность молота и сваи, а также удар перпендикулярно верху оголовка свайного фундамента. Скорость удара следует подобрать к виду свайного фундамента и грунтовым условиям. Оголовок бетонного сборного свайного фундамента, о который ударяет молот во время забивки, необходимо предохранить прокладкой, обеспечивающей снижение и равномерное распределение напряжений на верхе оголовка свайного фундамента.

#### 4.3.3.3. Допустимые отклонения и допуски

Для сооружаемых свайных фундаментов следует подобрать соответствующий вид оборудования и его технические характеристики, такие как: высота, грузоподъемность подъемного устройства, энергия молота, вспомогательные и измерительные устройства. Производитель работ должен так подобрать энергию забивного устройства, чтобы не имели места трещины оголовка фундамента. При забивке свайных фундаментов следует особенно тщательно контролировать:

а) соответствие проекту разбивки мест забивки свай - допуски:

- вдоль оси железнодорожного пути  $\pm 50$  см,
- вдоль оси, перпендикулярной оси пути  $-0$  см,  $+ 5$  см,

б) соответствие проекту направления установки сваи;

в) поведение сваезабивной установки во время установки и забивки (нет ли перемещений);

г) поведение головы сваи во время забивки.

д) должны быть также соблюдены требования к высоте вынесения верхней плоскости фундаментов над поверхностью ленточного фундамента железнодорожного полотна (в соответствии с проектом). Допустимое отклонение этой высоты  $\pm 5$  см.

Скручивание в плане оси одиночного фундамента по отношению к оси пути не должно превышать  $\pm 6^0$ . В случае блока свай (фундамент под опору и фундамент анкера) разница скручивания (между фундаментом под опору и фундаментом анкера) не должна превышать  $\pm 6^0$ .

Свайный фундамент после его сооружения должен обеспечивать возможность крепления опоры с соответствующими (согласно проекту) отклонениями от вертикальной плоскости и на соответствующей отметке.

Минимальное расстояние наружных поверхностей свайного фундамента от других сооружений и устройств должно быть не менее чем В (ширина фундамента). В исключительных случаях это расстояние можно сократить до В/2, применяя при этом индивидуальную процедуру анализа и контроля.

#### **4.3.3.4. Контроль над производством работ во время сооружения фундаментов**

Мониторинг работ по выполнению отдельных этапов сооружения свайного фундамента следует осуществлять в соответствии с техническим проектом и спецификацией работ. В случае обнаружения, после сооружения фундамента, заметных невооруженным глазом трещин на поверхности сборного изделия, следует предохранить их по поверхности (над поверхностью участка) для защиты от воздействия внешних факторов, приводящих к коррозии бетона, в соответствии с национальными стандартами.

Для проверки соответствуют ли грунтовые условия данным, принятым в проекте, для всех свай следует оформить документы по параметрам забивки. Эта документация должна также содержать сведения о высоте опускания и массе или энергии молота вместе с числом ударов на единицу погружения сваи (для последнего 1 метра погружения).

Необходимо наблюдать за скоростью погружения сваи, особенно на последнем метре, и в случае, когда скорость значительно возрастет, следует о таком случае составить документацию, подсчитывая число ударов на каждые 10 сантиметров на последних 50 сантиметрах, а также проконсультироваться с проектировщиком. Производством работ должно руководить лицо, имеющее полномочия, которое несет ответственность за:

- соответствие работ принятому к реализации проекту и соответствующим правилам,
- мониторинг забивания свай и хранение всех необходимых записей и документов,
- информирование представителя инвестора и/или проектировщика обо всех расхождениях или отклонениях от ожидаемых условий или ситуаций на стройке, или о любом случае несоответствий.

#### **4.3.3.5. Монтаж опорных конструкций на свайных фундаментах**

Монтаж опорной конструкции на свайных фундаментах следует производить в соответствии с инструкцией по монтажу, установленной производителем. Во время монтажа опор контактной сети на сборных свайных фундаментах гайки, скрепляющие основание опоры с болтами фундамента, следует затягивать при помощи динамометрического ключа с соблюдением следующих значений моментов:

- гайки М30 - 336 Нм
- гайки М36 - 780 Нм
- гайки М42 - 1321 Нм

#### **Примечание:**

Так как опорная конструкция контактной сети изолируется от свайного фундамента (следовательно, и от его арматуры) при помощи изоляционных втулок, поэтому превышение указанных выше значений может привести к повреждению изоляционных материалов.

Дополнительное применение металлических сферических шайб позволяет регулировать отклонения опорной конструкции в соответствии с проектом

#### 4.3.3.6. **Исполнительная документация**

Данные об отдельных свайных фундаментах записываются на монтажных картах проекта.

В исполнительной документации, оформляемой после завершения работ, следует отметить все изменения по сравнению с проектом, в особенности:

- номер свайного фундамента (локализация),
  - вид свайного фундамента,
  - фактическую отметку оголовка свайного фундамента,
- а также дополнительно указать:
- данные о производителе,
  - дату закладки фундамента,
  - тип сваебивной установки.

Для свайных фундаментов, в которых установлены повреждения, не отбраковывающие сваю, следует составить отдельную ведомость, в которой указать:

- местоположение,
- тип свайного фундамента,
- длину свайного фундамента,
- вид повреждения,
- процедуру мероприятий.

#### 4.3.3.7. **Контроль качества сооружения фундаментов**

Контроль качества сооружений фундаментов необходимо обеспечивать процедурами технического контроля в соответствии с действующими стандартами.

Погружение сваи в грунт должно выполняться под техническим надзором специалиста по свайным работам.

В случае наличия геотехнических условий или нагрузок, отличающихся от проектной документации, а также особых условий (повреждение наземных сооружений в результате горных работ, суффозия и пр.), указывающих на возможную слишком малую несущую способность грунтового основания или наличие чрезмерных значений перемещений свайных фундаментов, а также в спорных случаях следует провести проверку этих параметров по методу пробных нагрузок, руководствуясь методикой, утвержденной в установленном порядке.

### **5. Технология сооружения фундаментов под опоры контактной сети на станциях**

5.1. Сооружение фундаментов под опоры или установка опор контактной сети под ригели жестких поперечин рекомендуется производить с помощью машинных комплексов, используемых для сооружения фундаментов и установки опор на перегонах с учетом инженерно-геологических изысканий по видам фунтов, их состоянию.

5.2. Для сооружения фундаментов под опоры гибких поперечин рекомендуется использование двух технологий:

5.2.1. технологию сооружения фундаментов с применением металлических винтовых свай;

5.2.2. технологию сооружения свайно-ростверковых фундаментов. Обе технологии могут быть осуществлены как с использованием условий работы "с пути", так и использованием условий работы "с поля".

5.3. Сооружение фундаментов под опоры гибких поперечин металлических винтовых свай рекомендуется осуществлять с применением машинного комплекса, включающего агрегат по завинчиванию свай и, при наличии вечномерзлых или замороженных грунтов, агрегат по образованию лидирующей скважины под винтовую сваю.

В талых грунтах погружение винтовых свай может осуществляться без проходки лидирующей скважины и в машинный комплекс может не включаться агрегат по образованию направляющих скважин.

5.4. Сооружение свайно-ростверковых фундаментов под опоры гибких поперечин рекомендуется выполнять с применением либо вибропогружателей, либо дизель- или гидравлических молотов.

5.5. Сооружение свайно-ростверковых фундаментов рекомендуется проводить в следующей последовательности: геодезическими способами определяется место расположения фундамента и производится подготовка площадки для установки плиты-ростверка; устанавливается на подготовленную площадку плита-ростверк; производится забивка или погружение свай через отверстия в ростверке; производится соединение свай с плитой-ростверком; на плиту-ростверк устанавливается опора гибкой поперечины.

5.6. С целью обеспечения погружения свай на проектную глубину и уменьшения динамического воздействия на них рекомендуется в случае мерзлых грунтов или их высокой плотности перед погружением свай производить устройство лидирующих скважин. Глубина последних должна составлять не менее 2/3 общего заглубления свай, а площадь поперечного сечения лидирующих скважин должна составлять примерно 30-40% площади поперечного сечения свай.

В глинистых грунтах перед погружением свай рекомендуется скважины заливать водой, а погружение свай производить не раньше, чем через сутки после заливки лидирующих скважин. В песках направляющие скважины следует устраивать поочередно непосредственно перед погружением свай.

5.7. Железобетонные блочные отдельные закапываемые фундаменты станционных опор гибких поперечин рекомендуется применять в исключительных случаях, когда отсутствует возможность применения фундаментов из винтовых свай и свайно-ростверковых фундаментов.

При сооружении блочных фундаментов разработку котлованов следует производить экскаватором с обратной лопатой, либо грейфером. Установка блоков фундаментов в котлованы должна осуществляться кранами, грузоподъемность

которых выбирается исходя из веса блоков и расстояния от центра крана до центра блочного фундамента.

5.8. После установки блочных фундаментов в проектное положение обратную засыпку производят с применением легких машин (бульдозеров). Во избежание смещения блоков отдельных фундаментов до начала засыпки котлована на анкерные болты, следует применять специальные шаблоны, фиксирующие взаимное положение блоков.

Применяя технологии устройства фундаментов под опорные конструкции необходимо соблюдать допуски по расположению фундаментов по высоте, по горизонтали относительно пути и по расстоянию между смежными фундаментами.

## **6. Организация работ по сооружению фундаментов и опор контактной сети**

6.1. При сооружении фундаментов опор контактной сети могут применяться следующие схемы организации работ:

6.1.1. Изготовление фундаментов производится на участковом бетонном заводе (стройдворе), откуда готовые фундаменты специальными поездами развозятся и устанавливаются в заранее подготовленные котлованы.

6.1.2. Бетонирование фундаментов производится на месте в опалубку, установленную в котловане. Изготовление бетона производится при этом одним из следующих способов:

6.1.2.1. бетон изготавливается в бетонированных поездах, выезжающих к местам установки фундаментов и снабженных необходимым запасом всех составляющих, требуемых для приготовления бетона;

6.1.2.2. бетон изготавливается на стационарной бетоносмесительной установке и затем развозится автомашинами или другими транспортными средствами по местам его укладки в фундаменты;

6.1.2.3. замес бетона производится в передвижных бетоносмесительных установках (автобетономешалках и др.), загрузка которых составными частями для изготовления бетона производится на стационарной установке, снабженной устройствами для их подготовки и дозировки (подача воды в бетономешалку и смешение бетона производятся при подъезде автобетономешалки к месту укладки бетона);

6.1.2.4. бетон изготавливается на месте его укладки в фундаменты посредством передвижных бетономешалок или вручную.

6.2. Организация работ по сооружению фундаментов и опор контактной сети должна осуществляться в соответствии с проектом сооружения или модернизации контактной сети.

6.3. При строительстве и модернизации контактной сети в части сооружения фундаментов и опор контактной сети рекомендуется разрабатывать проекты организации работ и технологические карты.

6.4. Применяемые для сооружения фундаментов и опор контактной сети машинные комплексы должны быть допущены к эксплуатации службами, ответственными за безопасность проведения работ.