

**Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и
строительства
Свод правил Республики Казахстан**

СП РК 5.01-101-2013

Земляные сооружения, основания и фундаменты

Earth construction, bases and foundation

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

4. ПРИЕМЛЕМЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
БЕЗОПАСНОСТИ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

4.1 Общие положения

4.2 Водопонижение, организация поверхностного стока, водоотвод и дренаж

4.3 Вертикальная планировка, разработка выемок, подготовка территории под
застройку гидронамыв

4.3.1 Вертикальная планировка, разработка выемок

4.3.2 Гидромеханизированные работы

4.3.3 Намыв земляных сооружений, штабелей и отвалов

4.3.4 Насыпи и обратные засыпки

4.3.5 Земляные работы в особых грунтовых условиях

4.3.6 Взрывные работы в грунтах

4.3.7 Экологические требования к производству земляных работ

4.4 Фундаменты мелкого заложения

4.5 Свайные фундаменты, шпунтовые ограждения, анкеры, нагели

4.5.1 Погружаемые сваи, сваи-оболочки, шпунт

4.5.2 Набивные, буронабивные и буровые сваи

4.5.3 Буроинъекционные сваи

4.5.4 Сваи, устраиваемые непрерывным полым шнеком (НПШ)

4.5.5 Ростверки и безростверковые свайные фундаменты

4.5.6 Прием и контроль качества изготовления свайных фундаментов

4.5.7 Грунтовые инъекционные анкеры

4.5.8 Нагели

4.6 Опускные колодцы и кессоны

4.7 Сооружения, возводимые способом «стена в грунте»

4.8 Устройство траншейной «стены в грунте»

4.9 Устройство противодиффузионной завесы

4.10 Гидроизоляционные работы

5. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ

5.1 Химическое закрепление грунтов

5.2 Цементация грунтов

5.3 Цементация грунтов инъекцией в режиме гидроразрывов

5.4 Цементация грунтов по струйной технологии

5.5 Цементация грунтов по бурсмесительной технологии

5.6 Термическое закрепление грунтов

- [5.7 Уплотнение грунтов, устройство грунтовых подушек и предпостроечное уплотнение слабых водонасыщенных грунтов](#)
- [5.7.1 Уплотнение грунтов, устройство грунтовых подушек](#)
- [5.7.2 Предпостроечное уплотнение слабых водонасыщенных грунтов](#)
- [5.8 Искусственное замораживание грунтов](#)
- [ПРИЛОЖЕНИЕ А \(информационное\). Указания к производству работ по устройству насыпей и обратных засыпок](#)
- [ПРИЛОЖЕНИЕ Б \(обязательное\). Указания по особенностям производства гидромеханизированных работ по устройству земляных сооружений, штабелей и отвалов](#)
- [ПРИЛОЖЕНИЕ В \(информационное\). Указания к производству работ по уплотнению грунтов естественного залегания и устройству грунтовых подушек](#)
- [ПРИЛОЖЕНИЕ Г \(информационное\). Опытное уплотнение грунтов естественного залегания и грунтовых подушек](#)
- [ПРИЛОЖЕНИЕ Д \(обязательное\). Выбор типа молота для забивки свай и шпунта](#)
- [ПРИЛОЖЕНИЕ Е \(обязательное\). Выбор типа вибропогружателя для погружения свайных элементов](#)
- [ПРИЛОЖЕНИЕ Ж \(обязательное\). Технические требования при производстве работ по защите котлована от подземных вод](#)
- [ПРИЛОЖЕНИЕ И \(информационное\). Указания по особенностям производства работ устройства вертикальных дрен в зимнее время](#)

ВВЕДЕНИЕ

СП РК 5.01-25-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» рекомендует приемлемые решения и параметры к требованиям, установленным в СН РК 5.01-24-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» в результате выполнения, которых будут реализованы базовые требования Технического регламента «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий», утвержденного постановлением Правительства Республики Казахстан.

Настоящий свод правил распространяется на производство и приемку: земляных работ, устройство оснований и фундаментов при строительстве новых, реконструкции и расширении зданий и сооружений.

При производстве земляных работ, устройстве оснований и фундаментов гидротехнических сооружений, сооружений водного транспорта, мелиоративных систем, магистральных трубопроводов, автомобильных и железных дорог и аэродромов, линий связи и электропередачи, а также кабельных линий другого назначения, кроме требований настоящих правил, следует выполнять требования соответствующих сводов правил, учитывающих специфику возведения этих сооружений.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий свод правил распространяется на производство и приемку: земляных работ, устройство оснований и фундаментов при строительстве новых, реконструкции и расширении зданий и сооружений.

Настоящие правила следует соблюдать при устройстве земляных сооружений, оснований и фундаментов, составлении проектов производства работ (ППР) и проектов организации строительства (ПОС).

1.2 При производстве земляных работ, устройстве оснований и фундаментов гидротехнических сооружений, сооружений водного транспорта, мелиоративных систем, магистральных трубопроводов, автомобильных и железных дорог и аэродромов, линий связи и электропередачи, а также кабельных линий другого назначения, кроме требований

настоящих правил, следует выполнять требования соответствующих сводов правил, учитывающих специфику возведения этих сооружений.

Соблюдение изложенных ниже правил обеспечивает эксплуатационную надёжность и долговечность земляных сооружений, оснований и фундаментов.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем своде правил использованы ссылки на следующие нормативные правовые и нормативно-технические документы:

[СН РК 5.01-01-2013](#) Земляные сооружения, основания и фундаменты;

СН РК EN 1997-1:2004/2011 Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила;

СН РК EN 1997-2:2007/2011 Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания грунта;

[СП РК 3.04-105-2014](#) Плотины из грунтовых материалов;

СП РК 3.04-101-2014 Гидротехнические морские и речные транспортные сооружения;

[СП РК 5.01-103-2013](#) Свайные фундаменты;

[СП РК 3.04-112-2013](#) Мелиоративные системы и сооружения;

[СП РК 1.03-106-2012](#) Охрана труда и техника безопасности в строительстве;

[СНиП РК 3.02-29-2004](#) Изоляционные и отделочные покрытия;

[СНиП 3.02.01-87](#) Земляные сооружения, основания и фундаменты;

[ГОСТ 17.4.3.02-85](#) Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ;

[ГОСТ 17.5.3.06-85](#) Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ;

[ГОСТ 5686-94](#) Грунты методы полевых испытаний сваями;

[ГОСТ 18105-2010](#) Бетоны. Правила контроля и оценки прочности;

[ГОСТ 16504](#) Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения;

[ГОСТ 22733](#) Грунты метод лабораторного определения максимальной плотности;

ГОСТ 17.5.3.05-84 Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию.

Примечание. При пользовании настоящим нормативным документом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на территории Республики Казахстан по указателю «Нормативные документы по стандартизации», составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям государственных стандартов, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими нормами следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем своде правил применены термины с соответствующими определениями приведенных в [СН РК 5.01-01-2013](#).

4. ПРИЕМЛЕМЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

4.1 Общие положения

4.1.1 Настоящий свод правил основан на приведенных ниже допущениях и предусматривает, что:

- разработка проекта производства работ (ППР) и проекта организации строительства (ПОС) выполняются специалистами, имеющими соответствующие квалификацию и опыт;
- должны быть обеспечены координация и связь между специалистами по инженерным изысканиям, проектированию и строительству;
- должен быть обеспечен соответствующий контроль качества при производстве строительных изделий и выполнении работ на строительной площадке;
- строительные работы должны выполняться квалифицированным и опытным персоналом, удовлетворяющим требованиям стандартов и технических условий;
- техническое обслуживание сооружения и связанных с ним инженерных систем должно обеспечивать его безопасность и рабочее состояние на весь срок эксплуатации;
- сооружение должно использоваться по его назначению в соответствии с проектом.

4.1.2 При производстве земляных работ, устройстве оснований и фундаментов следует соблюдать требования по организации строительного производства, геодезическим работам, технике безопасности, правилам пожарной безопасности при производстве строительного-монтажных работ.

4.1.3 Применяемые при возведении земляных сооружений, устройстве оснований и фундаментов грунты, материалы, изделия и конструкции должны удовлетворять требованиям проектов и соответствующих стандартов. Замена предусмотренных проектом грунтов, материалов, изделий и конструкций, входящих в состав возводимого сооружения или его основания, допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком.

4.1.4 Приемку земляных работ, оснований и фундаментов с составлением актов освидетельствования скрытых работ следует выполнять, руководствуясь [Приложением Б](#). При необходимости в проекте допускается указывать другие элементы, подлежащие промежуточной приемке с составлением актов освидетельствования скрытых работ.

4.1.5 В проектах допускается при соответствующем обосновании назначать способы производства работ и технические решения, устанавливать величины предельных отклонений, объемы и методы контроля, отличающиеся от предусмотренных настоящими правилами.

4.1.6 Производство земляных работ, устройство оснований и фундаментов последовательно включает следующие этапы:

- подготовительный;
- опытно-производственный (при необходимости);
- производство основных работ;
- контроль качества;
- приемка работ.

4.2 Водопонижение, организация поверхностного стока, водоотвод и дренаж

4.2.1 Правила настоящего раздела распространяются на производство работ по искусственному понижению уровня подземных вод (в дальнейшем - водопонижению) на вновь строящихся или реконструируемых объектах, а также по отводу поверхностных вод с территории строительства.

4.2.2 Любая схема дренажа или снижения давления воды должна основываться на результатах геотехнических и гидрогеологических изысканий.

4.2.3 Для защиты котлованов и траншей от подземных вод применяются различные способы, к которым относятся скважинный водозабор, иглофильтровый способ, дренажи,

лучевой водозабор и открытый водоотлив или с помощью электроосмоса. При выборе схемы дренажа следует руководствоваться следующими условиями:

- инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями;
- требованиями проекта, например глубиной выемки и уровнем водопонижения.

4.2.4 Схема дренажа, при необходимости, должна учитывать следующие условия:

- при производстве работ борта выемки должны оставаться в устойчивом состоянии при понижении уровня подземных вод, например, не должно происходить чрезмерного подъема или разрушения дна котлована из-за напора поровой воды под водонепроницаемым слоем грунта;

- не должно быть чрезмерных осадков или повреждений окружающей застройки;
- не должно быть чрезмерного вымывания грунта за счет фильтрации через стены или дно выемки;

- за исключением случая присутствия материала, имеющего однородный зерновой состав, который может быть фильтром, вокруг колодцев необходимо устраивать соответствующие фильтры, чтобы исключить перенос грунта с откачиваемой водой;

- вода, удаленная из выемки, обычно сливается на достаточно большом расстоянии;

- схема водопонижения проектируется, организуется и устраивается так, чтобы исключать значительные прогнозируемые колебания уровней подземных вод и поровых давлений;

- производительность насосного оборудования назначается с необходимым запасом и предусматривается резервное оборудование на случай аварии;

- если предполагается возвращение подземных вод до первоначального уровня, то следует предусмотреть мероприятия для предотвращения случаев просадки грунтов с чувствительной структурой, например рыхлых песков;

- схема дренажа не должна приводить к чрезмерному поступлению загрязненных вод в выемку;

- схема дренажа не должна приводить к чрезмерному отбору питьевой воды в зоне водосбора.

4.2.5 Эффективность водопонижения зависит от водопроницаемости, которая по месту может определяться с помощью системы тестов с закачкой, в комбинации с регистрацией потока, с рассмотрением условий пространственного, гидрогеологического потока вокруг конструкции и нанесением на карту конфигураций трещин и других нарушений сплошности.

4.2.6 Открытые (соединенные с атмосферой) гравитационные водозаборные скважины могут быть эффективно применены в проницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации не менее 2 м/сут при требуемой глубине водопонижения более 4 м. В основном такие скважины оборудуются погружными электрическими насосами, работающими под напором.

В малопроницаемых грунтах (заглинизированные или пылеватые пески) с коэффициентом фильтрации от 0,2 до 2 м/сут применяются вакуумные водозаборные скважины, в полости которых при помощи насосных агрегатов иглофильтровых установок вакуумного водопонижения развивается вакуум, что обеспечивает увеличение водозахватной способности скважин. Обычно один такой агрегат может обслуживать до шести скважин.

4.2.7 Иглофильтровый способ в зависимости от параметров осушаемых грунтов, требуемой глубины понижения и конструктивных особенностей оборудования подразделяется на:

- иглофильтровый способ гравитационного водопонижения, применяемый в проницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 50 м/сут, в неслоистых грунтах при понижении одной ступенью до 4-5 м (большая величина в менее проницаемых грунтах);

- иглофильтровый способ вакуумного водопонижения, применяемый в малопроницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 0,2 м/сут при понижении одной ступенью 5-7 м; при необходимости способ при меньшей эффективности может быть применен в грунтах с коэффициентом фильтрации до 5 м/сут;

- иглофильтровый эжекторный способ водопонижения, применяемый в малопроницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 0,2 м/сут при глубине понижения уровня подземных вод до 10-12 м, а при определенном обосновании - до 20 м.

4.2.8 Дренажи строительного назначения могут быть линейными или пластовыми с включением в конструкцию последних дренажей линейного типа.

Линейные дренажи осуществляют осушение грунтов путем отбора подземных вод при помощи перфорированных труб с песчано-гравийной (щебеночной) обсыпкой с отводом отобранных вод в зумпфы, оборудованные погружными насосами. Эффективная глубина осушения линейными дренажами - до 4-5 м.

Линейные дренажи могут устраиваться внутри котлована, в основании откосов земляных выработок, на территориях, окружающих строительный объект.

Пластовые дренажи предусматриваются для отбора подземных вод в строительный период со всей площади котлована. Данный вид дренажа устраивается при отборе подземных вод в грунтах с коэффициентом фильтрации менее 2 м/сут, а также в случаях обводненного трещиноватого скального основания.

При отборе подземных вод из пылеватых или глинистых грунтов конструкция пластового дренажа предусматривает два слоя: нижний - из крупнозернистого песка толщиной 150-200 мм и верхний - из гравия или щебня толщиной 200-250 мм. Если в будущем предполагается эксплуатация пластового дренажа как постоянного сооружения, то толщина его слоев должна быть увеличена.

При отборе подземных вод из скальных грунтов, в трещинах которых отсутствует песчано-глинистый заполнитель, пластовый дренаж может состоять из одного гравийного (щебеночного) слоя.

Отвод подземных вод, отобранных пластовым дренажом, осуществляется в систему линейного дренажа, песчано-гравийная обсыпка которого сопрягается с телом пластового дренажа.

4.2.9 До начала работ по водопонижению необходимо обследовать техническое состояние зданий и сооружений, находящихся в зоне влияния работ, а также уточнить расположение существующих подземных коммуникаций, оценить влияние на них понижения уровня подземных вод (УПВ) и при необходимости предусмотреть защитные мероприятия.

4.2.10 Бурение водопонизительных скважин в зависимости от гидрогеологических условий может осуществляться с прямой или обратной промывкой или ударно-канатным способом. Бурение скважин с глинистой промывкой не допускается.

4.2.11 Установка в водопонизительные скважины фильтровых колонн выполняется с соблюдением следующих требований:

- перед установкой фильтровой колонны при ударно-канатном способе бурения должен быть тщательно очищен забой скважины путем налива в нее чистой воды и желонирования до полного осветления, при вращательном бурении с прямой и обратной промывкой скважину прокачивают или промывают с помощью бурового насоса;

- при установке фильтра необходимо убедиться в прочности и плотности соединений опускаемых его звеньев, в наличии на колонне направляющих фонарей и заглушки отстойника колонны;

- при бурении скважин необходимо отбирать пробы для уточнения границ водоносных слоев и гранулометрического состава грунтов.

4.2.12 Для повышения водозахватной способности скважин и иглофильтров в водонасыщенных грунтах с коэффициентом фильтрации менее 5 м/сут, а также в крупнообломочных или трещиноватых грунтах с мелким заполнителем следует в

прифильтровой зоне устраивать песчано-гравийную (или щебеночную) обсыпку с крупностью частиц 0,5-5 мм.

При отборе воды из трещиноватых грунтов (например, известняков) обсыпку можно не устраивать.

4.2.13 Обсыпку фильтров надлежит производить равномерно слоями высотой не более 30-кратной толщины обсыпки. После каждого очередного подъема трубы над ее нижней кромкой должен оставаться слой обсыпки высотой не менее 0,5 м.

4.2.14 Сразу после установки фильтровой колонны и устройства песчано-гравийной обсыпки необходимо тщательно прокачать скважину эрлифтом. Скважина может быть принята в эксплуатацию после ее непрерывной прокачки эрлифтом в течение 1 суток.

4.2.15 Насос в скважину следует опускать на такую глубину, чтобы при полностью открытой задвижке на нагнетательном трубопроводе всасывающее отверстие насоса находилось под водой. При понижении динамического уровня ниже всасывающего отверстия насос следует опустить на большую глубину или, если это невозможно, регулировать производительность насоса задвижкой.

4.2.16 Монтаж насосов в скважинах следует производить после проверки скважин на проходимость шаблоном диаметром, превышающим диаметр насоса.

4.2.17 Перед спуском погружного насоса в скважину необходимо замерить сопротивление изоляции обмоток электродвигателя, которое должно быть не менее 0,5 МОм. Насос может быть включен не ранее, чем через 1,5 ч. после спуска. При этом сопротивление обмоток электродвигателя должно быть не менее 0,5 МОм.

4.2.18 Все водопонижительные скважины должны быть оборудованы задвижками, что позволит регулировать дебит системы в процессе откачки. После устройства скважины необходимо провести из нее пробную откачку.

4.2.19 Учитывая, что водопонижительная система должна работать непрерывно, необходимо обеспечить резервирование ее электропитания путем электроснабжения от двух подстанций с подводкой от разных источников или получением электроэнергии от одной подстанции, но при наличии двух независимых вводов с высокой стороны, двух независимых трансформаторов и двух питающих кабелей с низовой стороны.

4.2.20 Система электропитания насосных установок должна иметь автоматическую защиту от токов короткого замыкания, от перегрузки, от внезапного отключения электроэнергии, от перегрева электродвигателя. Водопонижительные системы следует оборудовать устройствами автоматического отключения любого агрегата при понижении уровня воды в водоприемнике ниже допустимого.

4.2.21 Фильтровая часть вакуумных скважин и иглофильтров вакуумных установок должна быть расположена ниже уровня земли не менее чем на 3 м, чтобы исключить подсос воздуха.

4.2.22 Следует предусмотреть мероприятия, исключающие повреждения или засорения посторонними предметами водопонижительных и наблюдательных скважин. Оголовки последних должны быть оборудованы крышками с запорным устройством.

4.2.23 После устройства водопонижительной скважины она должна быть проверена на водопоглощение.

4.2.24 Перед общим пуском системы следует выполнить пуск каждой скважины в отдельности. Пуск всей системы водопонижения оформляется актом.

4.2.25 В систему водопонижения должны быть дополнительно включены резервные скважины (не менее одной), а также резервные насосные установки открытого водоотлива (не менее одной), количество которых в зависимости от срока эксплуатации должно составлять:

- до 1 года - 10%; до 2-х лет - 15%; до 3-х лет - 20%; более 3-х лет - 25% общего расчетного количества установок.

4.2.26 При работе иглофильтровых систем следует исключить подсос воздуха во всасывающую систему установки.

В процессе гидравлического погружения иглофильтров необходимо контролировать наличие постоянного излива из скважин, а также исключить установку фильтрового звена иглофильтра в малопроницаемый слой (прослойку) грунта. При отсутствии излива или резком изменении расхода поступающей из скважины воды следует проверить наливом пропускную способность фильтра и, при необходимости, извлечь иглофильтр и проверить, свободно ли выходное отверстие фильтра, не произошла ли его кольматация. Возможна также ситуация, когда фильтр установлен в сильно проницаемую прослойку грунта, поглощающую весь расход поступающей в иглофильтр воды. В этом случае при погружении иглофильтра следует организовать совместную подачу воды и воздуха.

В подземных водах, каптируемых иглофильтровыми установками, не должны содержаться частицы грунта, пескование должно быть исключено.

4.2.27 Извлечение иглофильтров из грунта при их демонтаже осуществляется специальным автокраном с упорной стойкой, буровой установкой либо при помощи домкратов.

4.2.28 При ветре силой 6 баллов и выше, а также при граде, ливне и в ночное время суток на неосвещенной площадке работы по монтажу иглофильтров запрещаются.

4.2.29 При монтаже и эксплуатации системы иглофильтров следует вести входной и операционный контроль.

4.2.30 После ввода водопонизительной системы в действие откачку следует производить непрерывно.

4.2.31 Темпы развития водопонижения должны соответствовать предусмотренным в ППР темпам выполнения земляных работ при вскрытии котлованов или траншей. Значительное опережение снижения уровня по отношению к графику выполнения земляных работ создает неоправданный запас мощности водопонизительной системы.

4.2.32 При производстве водопонизительных работ сниженный УПВ должен опережать уровень разработки котлована на высоту одного яруса, разрабатываемого землеройной техникой, т.е. на 2,5-3 м. Такое условие обеспечит эффективность земляных работ «насухо».

4.2.33 Контроль за эффективностью работы водопонизительной системы должен осуществляться путем регулярных замеров УПВ в наблюдательных скважинах. Обязательна установка водомеров, контролирующих дебит системы. Результаты замеров должны заноситься в специальный журнал. Первоначальный замер УПВ в наблюдательных скважинах следует выполнить до ввода в эксплуатацию водопонизительной системы.

4.2.34 Насосные агрегаты, установленные в резервных скважинах, а также резервные насосы открытых установок должны периодически включаться в работу в целях поддержания их в рабочем состоянии.

4.2.35 Замеры сниженного УПВ в процессе водопонижения должны осуществляться во всех водоносных пластах, на которых оказывает влияние работа водопонизительной системы. Периодически следует на сложных объектах определять химический состав откачиваемых вод и их температуру. Наблюдения за УПВ следует проводить 1 раз в 10 суток.

4.2.36 Все данные о работе водопонизительных установок должны быть отображены в журнале: результаты замеров УПВ в наблюдательных скважинах, дебиты системы, время остановок и пусков в течение смены, замена насосов, состояние откосов, появление грифонов.

4.2.37 При прекращении работы системы, состоящей из водопонизительных скважин, следует оформить акты на выполнение ликвидации скважин.

4.2.38 При эксплуатации водопонизительных систем в зимнее время должно быть обеспечено утепление насосного оборудования и коммуникаций, а также предусмотрена возможность их опорожнения при перерывах в работе.

4.2.39 Все постоянные водопонизительные и водоотводящие устройства, используемые в период строительства, при сдаче в постоянную эксплуатацию должны соответствовать требованиям проекта.

4.2.40 Демонтаж водопонизительных установок следует начинать с нижнего яруса после завершения работ по обратной засыпке котлованов и траншей или непосредственно перед их затоплением.

4.2.41 В зоне влияния водопонижения следует вести регулярные наблюдения за осадками и интенсивностью их роста для расположенных там зданий и коммуникаций.

4.2.42 При проведении водопонизительных работ следует предусматривать меры по предотвращению разуплотнения грунтов, а также нарушению устойчивости откосов котлована и оснований расположенных рядом сооружений.

4.2.43 Вода, стекающая в котлован из вышележащих слоев, не захватываемая системой водопонижения, должна отводиться дренажными канавами в зумпфы и удаляться из них насосами открытого водоотлива.

4.2.44 Наблюдения за состоянием дна и откосов открытого котлована при водопонижении следует проводить ежедневно. При оплывании откосов, суффозии, появлении грифонов на дне котлована следует безотлагательно проводить защитные мероприятия: рыхление щебеночного слоя на откосах в местах выхода подземных вод, пригрузка слоем щебня, включение в работу разгрузочных скважин и т.п.

4.2.45 При пересечении откосом котлована водоупорных грунтов, залегающих под водоносным слоем, на кровле водоупора следует делать берму с канавой для отвода воды (если в проекте не предусмотрен на этом уровне дренаж).

4.2.46 При отводе подземных и поверхностных вод следует исключать подтопление сооружений, образование оползней, размыв грунта, заболачивание местности.

4.2.47 Перед началом производства земляных работ необходимо обеспечить отвод поверхностных и подземных вод с помощью временных или постоянных устройств, не нарушая при этом сохранность существующих сооружений.

4.2.48 При отводе поверхностных и подземных вод необходимо:

- с верховой стороны выемок для перехвата потока поверхностных вод использовать кавальеры и резервы, устраиваемые сплошным контуром, а также постоянные водосборные и водоотводящие сооружения или временные каналы и обвалования; каналы, в случае необходимости, могут иметь защитные крепления от размыва или фильтрационных утечек;

- кавальеры с низовой стороны выемок отсыпать с разрывом, преимущественно в пониженных местах, но не реже чем через каждые 50 м; ширина разрывов по низу должна быть не менее 3 м;

- грунт из нагорных и водоотводящих канав, устраиваемых на косогорах, укладывать в виде призмы вдоль канав с низовой их стороны;

- при расположении нагорных и водоотводящих канав в непосредственной близости от линейных выемок между выемкой и канавой выполнять банкет с уклоном его поверхности 0,02-0,04 в сторону нагорной канавы.

4.2.49 При откачке воды из котлована, разработанного подводным способом, скорость понижения уровня воды в нем во избежание нарушения устойчивости дна и откосов должна соответствовать скорости понижения уровня подземных вод за его пределами.

4.2.50 При устройстве пластовых дренажей недопустимы нарушения в сопряжении щебеночного слоя постели с щебеночной обсыпкой труб.

4.2.51 Укладку дренажных труб, устройство смотровых колодцев и монтаж оборудования дренажных насосных станций необходимо производить с соблюдением требований [СП РК 3.04-112-2013](#) и СНиП 3.05.05-84.

4.2.52 Перечень исполнительной документации по строительному водопонижению с помощью скважин должен включать в себя:

- акт пуска в эксплуатацию водопонизительной системы;

- исполнительную схему расположения скважин;
- исполнительные схемы конструкций скважин с указанием фактических геологических колонок;
- акт на ликвидацию скважин по окончании работ;
- сертификаты на используемые материалы и изделия.

4.2.53 При производстве работ по водопонижению, организации поверхностного стока и водоотводу состав контролируемых показателей, предельные отклонения, объем и методы контроля должны соответствовать Таблице Б.1 [Приложения Б](#).

4.3 Вертикальная планировка, разработка выемок, разработка грунтов, подготовка территории под застройку гидронамывом

4.3.1 Вертикальная планировка, разработка выемок

4.3.1.1 Размеры выемок по дну в натуре должны быть не менее установленных проектом.

Расстояние между поверхностью откоса и боковой поверхностью возводимого в выемке сооружения (кроме искусственных оснований трубопроводов, коллекторов и т.п.) должно быть в свету не менее 0,6 м.

4.3.1.2 Минимальная ширина траншей должна приниматься в проекте наибольшей из значений, удовлетворяющих следующим требованиям и по Таблице 1:

- под ленточные фундаменты и другие подземные конструкции - должна включать ширину конструкции с учетом опалубки, толщины изоляции и креплений с добавлением 0,2 м с каждой стороны;
- под трубопроводы, кроме магистральных, с откосами 1:0,5 и круче - по Таблице 1;
- под трубопроводы, кроме магистральных, с откосами положе 1:0,5 - не менее наружного диаметра трубы с добавлением 0,5 м при укладке отдельными трубами и 0,3 м при укладке плетями;
- под трубопроводы на участках кривых вставок - не менее двукратной ширины траншеи на прямолинейных участках;
- при устройстве искусственных оснований под трубопроводы, кроме грунтовых подсыпок, коллекторы и подземные каналы - не менее ширины основания с добавлением 0,2 м с каждой стороны;
- разрабатываемых одноковшовыми экскаваторами - не менее ширины режущей кромки ковша с добавлением 0,15 м в песках и супесях, 0,1 м в глинистых грунтах, 0,4 м в разрыхленных скальных грунтах.

Таблица 1- Минимальная ширина траншей для укладки труб

Способ укладки трубопроводов	Ширина траншей, м, без учета креплений при стыковом соединении трубопроводов		
	сварном	раструбном	муфтовым, фланцевом, фальцевом для всех труб и раструбном для керамических труб
1. Плетями или отдельными секциями при наружном диаметре труб, D, м до 0,7 включ. св. 0,7	D + 0,3, но не менее 0,7 1,5D	- -	- -
2. То же, на участках, разрабатываемых	D + 0,2	-	-

траншейными экскаваторами под трубопроводы диаметром до 219 мм, укладываемые без спуска людей в траншеи (узкотраншейный метод)			
3. То же, на трубопровода, пригружаемого участках железобетонными пригрузами или анкерными устройствами	2,2D	-	-
4. То же, на участках трубопровода, пригружаемого с помощью нетканых синтетических материалов	1,5D	-	-
5. Отдельными трубами при наружном диаметре труб D, м, включ. до 0,5 от 0,5 до 1,6 от 1,6 до 3,5	D + 0,5 D + 0,8 D + 1,4	D + 0,6 D + 1,0 D + 1,4	D + 0,8 D + 1,2 D + 1,4
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. Ширина траншей для трубопроводов диаметром свыше 3,5 устанавливается в проекте исходя из технологии устройства основания, монтажа, изоляции и заделки стыков.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. При параллельной укладке нескольких трубопроводов в одной траншее расстояния от крайних труб до стенок траншей определяются требованиями настоящей таблицы, а расстояния между трубами устанавливаются проектом.</p>			

4.3.1.3 В котлованах, траншеях и профильных выемках разработку элювиальных грунтов, меняющих свои свойства под влиянием атмосферных воздействий, следует осуществлять, оставляя защитный слой, величина которого и допустимая продолжительность контакта вскрытого основания с атмосферой устанавливаются проектом, но не менее 0,2 м. Защитный слой удаляется непосредственно перед началом возведения сооружения.

4.3.1.4 Размеры приемков для заделки стыков трубопроводов должны быть не менее указанных в Таблице 2.

Таблица 2 - Размеры приемков для заделки стыков трубопроводов

Трубы	Стыковое соединение	Уплотнитель	Условный проход трубопровода, мм	Размеры приемков, м		
				длина	ширина	глубина
Стальные	Сварное	-	Для всех диаметров	1,0	D* + 1,2	0,7
Чугунные	Раструбное	Резиновая манжетка	До 300 включ.	0,5	D + 0,2	0,1
		Пеньковая прядь	До 300 включ.	0,55	D + 0,5	0,3
			Св. 300	1,0	D + 0,7	0,4
		Герметики	До 300 включ.	0,5	D + 0,5	0,2
Св. 300	1,0		D + 0,7	0,3		
Хризотил-цементные	Муфта типа САМ	Резиновое кольцо	До 300 включ.	0,7	D + 0,2	0,2
			Св. 300	0,7	D + 0,5	0,2

		фигурного сечения				
	Чугунная фланцевая муфта	Резиновое кольцо круглого сечения и типа КЧМ	До 300 включ.	0,7	D + 0,5	0,3
			Св. 300	0,9	D + 0,7	0,3
	Любое для безнапорных труб	Любой	До 400 включ.	0,7	D + 0,5	0,2
Бетонные и железобетонные муфтовое и бетонные	Раструбное, с бетонным пояском	Резиновое кольцо круглого сечения	До 600 включ.	0,5	D + 0,5	0,2
			От 600 до 3500	1,0	D + 0,5	0,3
Пластмассовые	Все виды стыковых соединений		Для всех диаметров	0,6	D + 0,5	0,2
Керамические	Раструбное	Асфальто-битум, герметик и др.	То же	0,5	D + 0,6	0,3
D* - наружный диаметр трубопровода в стыке. ПРИМЕЧАНИЕ. Для других конструкций стыков и диаметров трубопроводов размеры прямков следует устанавливать в проекте.						

4.3.1.5 Выемки в грунтах, кроме валунных, скальных и указанных в 4.3.1.5, следует разрабатывать, как правило, до проектной отметки с сохранением природного сложения грунтов основания. Допускается разработка выемок в два этапа: черновая - с отклонениями, приведенными в поз. 1-4 Таблицы 3 и окончательная (непосредственно перед возведением конструкции) - с отклонениями, приведенными в поз. 5 той же таблицы.

Таблица 3 - Требования по разработке выемок и устройству естественных оснований

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1. Отклонения отметок дна выемок от проектных (кроме выемок в валунных, скальных грунтах) при черновой разработке: а) одноковшовыми экскаваторами, оснащенными ковшами с зубьями	Для экскаваторов с механическим приводом по видам рабочего оборудования: Драглайн + 25 см	Измерительный, точки измерений устанавливаются случайным образом; число измерений на принимаемый участок должно быть не менее: 20

	прямого копания + 10 см	15
	обратная лопата + 15 см	10
	Для экскаваторов с гидравлическим приводом + 10 см	10
б) одноковшовыми экскаваторами, оснащёнными планировочными ковшами, зачистным оборудованием и другим специальным оборудованием для планировочных работ, экскаваторами-планировщиками	+ 5 см	5
в) бульдозерами	+ 10 см	15
г) траншейными экскаваторами	+ 10 см	10
д) скреперами	+ 10 см	10
2. Отклонения отметок дна выемок от проектных при черновой разработке в скальных грунтах, кроме планировочных выемок:		Измерительный, при числе измерений на сдаваемый участок не менее 20 в наиболее высоких местах, установленных визуальным осмотром
а) недоборы	Не допускаются	
б) переборы	По таблице 4	
3. То же, планировочных выемок:		
а) недоборы	10 см	То же
б) переборы	20 см	
4. То же, без рыхления валунных грунтов:		
а) недоборы	Не допускаются	
б) переборы	Не более величины максимального диаметра валунов (глыб), содержащихся в грунте в количестве свыше 15% по объему, но не более 0,4 м	То же
5. Отклонения отметок дна выемок в местах устройства фундаментов и укладки конструкций при окончательной разработке или после доработки недоборов и восполнения переборов	± 5 см	Измерительный, по углам и центру котлована на пересечениях осей здания, в местах изменения отметок, поворотов и примыканий траншей, расположения колодцев, но не реже чем через 50 м и не менее 10 измерений на принимаемый участок

6. Вид и характеристики вскрытого грунта естественных оснований под фундаменты и земляные сооружения	Должны соответствовать проекту. Не допускается размыв, размягчение, разрыхление или промерзание верхнего слоя грунта основания толщиной более 3 см	Технический осмотр всей поверхности основания
7. Отклонения от проектного продольного уклона дна траншей под безнапорные трубопроводы, водоотводных канав и других выемок с уклонами	Не должны превышать $\pm 0,0005$	Измерительный, в местах поворотов, примыканий расположения колодцев и т.п., но не реже чем через 50 м
8. Отклонения уклона спланированной поверхности от проектного, кроме орошаемых земель	Не должны превышать $\pm 0,001$ при отсутствии замкнутых понижений	Визуальный (наблюдения за стоком атмосферных осадков) или измерительный, по сетке 50 × 50 м
9. Отклонения отметок спланированной поверхности от проектных, кроме орошаемых земель: а) в нескальных грунтах б) в скальных грунтах	Не должны превышать: ± 5 см От + 10 до - 20 см	Измерительный, по сетке 50 × 50 м

4.3.1.6 Доработку недоборов до проектной отметки следует производить с сохранением природного сложения грунтов.

4.3.1.7 Восполнение переборов в местах устройства фундаментов и укладки трубопроводов должно быть выполнено местным грунтом с уплотнением до плотности грунта естественного сложения основания или малосжимаемым грунтом (модуль деформации не менее 20 МПа) с учетом Таблицы 4. В просадочных грунтах II типа не допускается применение дренирующего грунта.

Таблица 4 - Допустимые величины переборов дна выемок в скальных грунтах

Разновидность грунта в соответствии с модулем трещиноватости	Допустимые величины переборов, см, при рыхлении способом		
	взрывным		механическим
	методом скважинных зарядов	методом шпуровых зарядов	
Прочные и очень прочные скальные грунты при модуле трещиноватости менее 1,0	20	10	5
Прочие скальные грунты	40	20	10

Примечание. Модуль трещиноватости - среднее число трещин на 1 м линии измерения, расположенной на поверхности забоя перпендикулярно главной или главным системам трещин

4.3.1.8 Способ восстановления оснований, нарушенных в результате промерзания, затопления, а также переборов, должен быть согласован с проектной организацией.

4.3.1.9 Наибольшую крутизну откосов траншей, котлованов и других временных выемок, устраиваемых без крепления в грунтах, находящихся выше уровня подземных вод (с учетом капиллярного поднятия воды по 4.3.1.11), в том числе в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, следует принимать в соответствии с нормативными требованиями СП РК 1.03-106-2013.

При высоте откосов более 5 м в однородных грунтах их крутизну допускается принимать по графикам приложения от вида грунта, но не круче указанных в нормативных документах РК для глубины выемки 5 м и во всех грунтах (включая скальные) не более 80°. Крутизна откосов выемок, разрабатываемых в скальных грунтах с применением взрывных работ, должна быть установлена в проекте.

4.3.1.10 При наличии в период производства работ подземных вод в пределах выемок или вблизи их дна мокрыми следует считать не только грунты, расположенные ниже уровня грунтовых вод, но и грунты, расположенные выше этого уровня на величину капиллярного поднятия, которую следует принимать:

- 0,3 м - для крупных, средней крупности и мелких песков;
- 0,5 м - для пылеватых песков и супесей;
- 1,0 м - для суглинков и глин.

4.3.1.11 Число и размеры уступов и местных углублений в пределах выемки должны быть минимальными и обеспечивать механизированную зачистку основания и технологичность возведения сооружения. Отношение высоты уступа к его основанию устанавливается проектом, но должно быть не менее 1:2 - в глинистых грунтах, 1:3 - в песчаных грунтах.

4.3.1.12 При пересечении разрабатываемых траншей и котлованов с действующими коммуникациями, не защищенными от механических повреждений, разработка грунта землеройными машинами разрешается на следующих минимальных расстояниях:

- для подземных и воздушных линий связи; полиэтиленовых, стальных сварных, железобетонных, керамических, чугунных и хризотилцементных трубопроводов, каналов и коллекторов, диаметром до 1,0 м принимать 0,5 м от боковой поверхности и 0,5 м над верхом коммуникаций с предварительным их обнаружением с точностью до 0,25 м;
- для силовых кабелей, магистральных трубопроводов и прочих подземных коммуникаций, а также для валунных и глыбовых грунтов независимо от вида коммуникаций принимать 2,0 м от боковой поверхности и 1,0 м над верхом коммуникаций с предварительным их обнаружением с точностью до 0,5 м.

Минимальные расстояния до коммуникаций, для которых существуют правила охраны, должны назначаться с учетом требований этих правил.

Оставшийся грунт должен разрабатываться с применением ручных безударных инструментов или специальных средств механизации.

4.3.1.13 Ширину вскрытия полос дорог и городских проездов при разработке траншей следует принимать: при бетонном или асфальтовом покрытии по бетонному основанию - на 10 см больше ширины траншеи по верху с каждой стороны с учетом креплений; при других конструкциях дорожных покрытий - на 25 см.

При дорожных покрытиях из сборных железобетонных плит ширина вскрытия должна быть кратной размеру плиты.

4.3.1.14 При разработке грунтов, содержащих негабаритные включения, в проекте должны быть предусмотрены мероприятия по их разрушению или удалению за пределы

площадки. Негабаритными считаются валуны, камни, куски разрыхленного скального грунта, наибольший размер которых превышает:

- 2/3 ширины ковша - для экскаваторов, оборудованных обратной лопатой или оборудованием прямого копания;
- 1/2 ширины ковша - для экскаваторов, оборудованных драглайном;
- 2/3 наибольшей конструктивной глубины копания - для скреперов;
- 1/2 высоты отвала - для бульдозеров и грейдеров;
- 1/2 ширины кузова и по весу половину паспортной грузоподъемности - для транспортных средств;
- 3/4 меньшей стороны приемного отверстия - для дробилки;
- 30 см - при разработке вручную с удалением подъемными кранами.

4.3.1.15 При искусственном засолении грунтов не допускается концентрация соли в поровой влаге свыше 10% при наличии или предполагаемой укладке неизолированных металлических или железобетонных конструкций на расстоянии менее 10 м от места засоления.

4.3.1.16 При оттаивании грунта вблизи от подземных коммуникаций температура нагрева не должна превышать величины, вызывающей повреждение их оболочки или изоляции. Предельно допустимая температура должна быть указана эксплуатирующей организацией при выдаче разрешения на разработку выемки.

4.3.1.17 Ширина проезжей части подъездных путей в пределах разрабатываемых выемок и грунтовых карьеров должна быть для самосвалов грузоподъемностью до 12 т при двухстороннем движении - 7 м, при одностороннем - 3,5 м.

При грузоподъемности самосвалов более 12 т, а также при использовании других транспортных средств ширина проезжей части определяется проектом организации строительства.

4.3.2 Разработка грунта способом гидромеханизации

4.3.2.1 Правила настоящего раздела распространяются на производство и приемку работ, выполняемых способом гидромеханизации при намыве сооружений, а также на добычных и вскрышных работах в строительных карьерах.

4.3.2.2 Инженерно-геологические изыскания грунтов, подлежащих гидромеханизированной разработке, должны отвечать специфическим требованиям СН РК EN 1997-1:2004/2011.

4.3.2.3 При содержании в грунте свыше 0,5% объема негабаритных для грунтовых насосов включений (валуны, камни, топляки) запрещается применять землесосные снаряды и установки с грунтовыми насосами без устройств для предварительного отбора таких включений. Негабаритными следует считать включения со средним поперечным размером свыше 0,8 минимального проходного сечения насоса.

4.3.2.4 При прокладке напорных пульпопроводов радиусы поворота должны быть не менее 3÷6 диаметров труб. На поворотах с углом более 30° пульпопроводы и водоводы должны быть закреплены. Все напорные пульпопроводы должны быть испытаны максимальным рабочим давлением. Правильность укладки и надежность в работе трубопроводов оформляются актом, составляемым по результатам их эксплуатации в течение 24 ч. рабочего времени.

4.3.2.5 Параметры разработки выемок и карьеров плавучими землесосными снарядами и предельные отклонения от отметок и габаритов, установленных в ППР, следует принимать по Таблице 5.

4.3.2.6 При разработке выемок средствами гидромеханизации состав контролируемых показателей, объем и методы контроля должны соответствовать указаниям Таблицы 6.

4.3.2.7 В проектах по гидронамыву грунтов должны быть предусмотрены:

- работы по подготовке основания под намывную планировочную насыпь согласно требованиям;

- отсыпка в основании намываемой насыпи дренирующего слоя из галечниковых (щебенистых), крупных песков, щебня для сбора излишней воды и системы сбора ее и удаления за пределы площадки;
- мероприятия по достаточно равномерному распределению пульпы по всей площади намываемого участка;
- требования по контролю физико-механических характеристик намывных грунтов, основных параметров намываемых насыпей, видам и методам выполнения контроля.

Таблица 5 - Параметры разработки выемок и карьеров плавучими землесосными снарядами

Производительность землесосного снаряда по воде м ³ /ч	Наименьшая глубина разработки ниже уровня воды, м	Наименьшая толщина разрабатываемого под водой слоя, м	Наименьшая толщина защитного слоя грунта, м		Предельные отклонения		
			Песчаного	Глинистого	По длине и ширине выемок; по дну и откосам (на каждой стороне выемки)	От проектной отметки защитного слоя	П
Св. 7500	6	5	2	1,1	+ 1 - 2	+/- 0,9	
4001-7500	4,5	4	1,5	0,9	+ /- 1,8	+/-0,7	
2501-4000	3,5	3	1,25	0,7	+ /- 1,5	+/- 0,5	
1001-2500	2*	2	1,0	0,5	+ /- 1,0	+/- 0,3	
801-1000	1,6	1,5	0,7	0,5	+ /- 0,8	+/- 0,3	
400-800	1,5	1,3	0,6	0,4	+ /- 0,7	+/- 0,2	
Менее 400	1,5	1,0	0,5	0,3	+ /- 0,6	+/- 0,2	

* Для землесосных снарядов, оборудованных роторными рыхлителями - 2,5 м.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. Для землесосных снарядов с удлиненным грунтозаборным устройством и с по при свободном всасывании предельные отклонения устанавливаются в ПОС.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. При наличии в грунте крупных включений предельное переуглубление включений до 60 см - на 0,2 м, до 80 см - на 0,4 м, при более крупных включениях величина переуглубления устанавливается в ПОС.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. Переборы по откосам и дну каналов, подлежащих креплению с откачкой разработки подводных выемок, расчисток, неукрепляемых каналов и каналов, укрепляемых к недостаткам по дну не допускаются.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. При сложном рельефе подстилающих пород в карьерах величина предельного переуглубления устанавливается в ПОС и ППР.

Таблица 6 - Требования, объем и методы контроля при разработке выемок средствами гидромеханизации

Технические	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
-------------	-----------------------	--------------------------

требования		
<p>1. Разработка всех видов профильных выемок землесосными снарядами:</p> <p>а) котлованы под закладку фундаментов и другие выемки с оставлением защитного слоя</p> <p>б) судоходные каналы, другие судоходные сооружения и расчистки</p>	<p>Отметки разработки и конфигурация профиля согласно принятым в ППР</p> <p>То же, отсутствие недоборов по дну и обеспечение габаритов судового хода в соответствии с ППР</p>	<p>Измерительный по поперечникам через 50 м на прямо линейных и криволинейных участках через 25 м на - выемок (если нет других указаний в ППР). Проводится до переключения землесосного снаряда на новое ответвление магистрального пульпопровода, но не реже одного раза в месяц</p> <p>То же, один раз в 7 дней</p> <p>То же, по установленным контрольным поперечникам с промером глубин и составлением плана глубин с нанесением на него исполнительных отметок. Принять водолазное обследование дна, траление жестким тралом, съемку рельефа дна с применением эхолота. При промерах волнение не должно превышать 2 балла</p> <p>необходимости с участием заказчика следует выпол-</p> <p><i>(текст соответствует оригиналу)</i></p>
<p>2. Разработка профильных выемок гидромониторно-землесосными установками</p>	<p>Проектные границы и отметки дна выемки, окончательный уклон дна выемки</p> <p>Регистрационный с составлением исполнительной схемы, продольных и поперечных профилей выемки</p> <p>Переборы и недоборы по дну в пределах отклонений</p>	<p>То же, по указаниям в ППР (при отсутствии указаний геодезическая съемка через 25-50 м).</p> <p>Измерительный, один раз в 15 дней</p>
<p>3. Разработка карьеров средствами гидромеханизации</p>	<p>Очередность разработки выделенных участков (блоков) в соответствии с ППР</p> <p>Полнота выемки полезного слоя с учетом</p>	<p>Технический осмотр не реже одного раза в 15 дней</p> <p>То же</p>

	указаний в таблице 5 Недопущение разработки зон с некачественным грунтом	
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. При определении объема выемки места замера на контрольных поперечниках следует принимать в характерных точках перелома профиля, в подводной части судоходных каналов - не реже чем через 10 м, для других сооружений - согласно указаниям ППР.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. Точность замера глубин в подводной части неукрепляемых выемок +/- 10 см при глубине до 6 м и +/- 20 см при большей глубине. Для подводных выемок, дно и откосы которых крепятся, точность замеров следует устанавливать в ППР и технических условиях на устройство креплений.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. На объектах с интенсивной заносимостью исходные отметки дна следует определять не реже чем за 10 сут до начала работ, а исполнительные - не позже чем через 10 сут после их окончания.</p>		

4.3.3 Намыв земляных сооружений, штабелей и отвалов

4.3.3.1 Крутизну принудительно формируемых откосов намывных сооружений следует назначать с учетом водоотдачи и фильтрации в строительный период. Для крупных песков откос должен быть не круче 1:2, средней крупности - 1:2,5, для мелких песков - 1:3 и особо мелких пылеватых - 1:4.

4.3.3.2 Превышение грунта над водной поверхностью при намыве подводных частей сооружений и на заболоченных или затопленных территориях в створе устройства обвалования и по оси прокладки пульпопроводов, из которых ведется намыв, должно быть не менее:

- 0,5 м - для гравийных грунтов;
- 0,7 м - для песчано-гравийных;
- 1,0 м - для песков крупных и средней крупности;
- 1,5 м - для более мелких песков.

Указанные значения могут быть повышены по условиям безопасного производства работ. При устройстве насыпей на илах и при намыве в текущую воду превышение должно быть не менее установленного в проекте сооружения и ПОС.

4.3.3.3 Дренажные устройства, закладываемые внутри земляных намывных сооружений, перед замывом следует защищать слоем укладываемого насухо песчаного грунта толщиной 1-2 м или другими способами, предусмотренными в ПОС. Грунт засыпки должен иметь одинаковый гранулометрический состав с намываемым или быть более крупнозернистым.

4.3.3.4 Объем разрабатываемого грунта для намыва сооружений (промежуточных штабелей) следует устанавливать с учетом запаса на восполнение потерь согласно Таблицам 7 и 8. Объем потерь следует исчислять по отношению к профильному объему возводимой насыпи.

Таблица 7 - Определение объема разрабатываемого грунта для намыва сооружений

Дополнительные запасы грунта при намыве сооружений (штабелей)	Порядок определения объемов грунта
---	------------------------------------

1. Компенсация на осадки основания насыпи	Устанавливается проектом по расчетным данным. При намыве на слабом илистом основании осадки должны определяться по плитам-маркам и реперам
2. Уплотнение грунта в теле намытой насыпи	Устанавливается с учетом запаса по высоте насыпи: 1,5% высоты при намыве из супесчаных и суглинистых грунтов; 0,75% высоты при намыве из песчаных и песчано-гравелистых грунтов
3. Технологические потери грунта при подводном грунтозаборе, гидравлическом транспортировании, обогащении, сбросе с осветленной водой, фильтрационном выносе грунта из тела намываемых насыпей	Устанавливаются по Таблице 8
4. Унос грунта ветром (для надводных частей сооружений)	Устанавливается в зависимости от вида сооружения, его профиля, характеристик грунта и района производства работ: 0,5% - если высота насыпи до 5 м, окружающая территория залесена или застроена, крепление откосов выполняется в течение одного года после намыва, район работ не характеризуется сильными ветрами; 1% - в тех же условиях строительства при высоте намывного сооружения более 5 м; 1,5% - при намыве на открытых, подверженных ветровому воздействию территориях и если крепление откосов выполняется в следующем после намыва году; 2% - если крепление откосов будет выполнено в основном более чем через год после проведения намыва или же район работ характеризуется сильными устойчивыми ветрами со средней скоростью свыше 10 м/с. Указанные нормы распространяются на пески средней крупности и более мелкие; для крупных песков они должны быть снижены на 25% и гравелистых песков с содержанием гравия до 30% - на 50%
5. Унос грунта течением из намытых подводных частей сооружений, а также из насыпей на поймах в период их подтопления	Устанавливается по данным наблюдений, аналогов и гидравлических расчетов в зависимости от направления и скорости волнового режима и гранулометрического состава грунта. При отсутствии этих данных потери в объеме от подводной (подтопляемой) части насыпи принимаются: 1% - для сооружений, на которые течение или паводок воздействует до 20 сут в году при средней скорости воды

	до 0,4 м/с; 2% - в остальных случаях.
--	--

Таблица 8 - Определение потерь разрабатываемого грунта для намыва сооружений

Виды работ	Виды потерь	Порядок определения потерь
1. Подводный пионерный намыв песчаных насыпей	Вымывание всех фракций менее 0,05 мм и частично более крупных	Устанавливается гидравлическим расчетом или по аналогам
2. Надводный намыв плотин и дамб из песчаного и песчано-гравелистого грунта	Технологические при сбросе с осветленной водой и за счет обогащения грунта	По СП РК 3.04-105-2014
3. Надводный намыв плотин и дамб с односторонним откосом из мелких и пылеватых песков, содержащих более 15% частиц размером до 0,1 мм	То же	
4. Надводный намыв сооружений без требований к обогащению грунта	Технологические	
5. Грунтозабор на водотоках со скоростями свыше 0,4 м/с	То же	Устанавливается опытным путем
6. Транспортирование пульпы	То же	0,25% объема насыпи
7. Все виды надводного намыва:	Фильтрационный вынос грунта из тела намывных насыпей	
а) крупных и средних песков		0,5% объема надводной части насыпи
б) мелких и пылеватых песков		1% объема надводной части насыпи
Примечание 1. Потери грунта следует учитывать отдельно для подводных и надводных частей сооружений. Примечание 2. Потери должны устанавливаться для каждого намывного сооружения (штабеля), а также карьера в соответствии с характеристикой его грунта или выделенных в карьере крупных участков, рассчитанных на разработку в течение не менее одного квартала		

Примечание. Указания по особенностям производства гидромеханизированных работ по устройству земляных сооружений, штабелей и отвалов приведены в [Приложении Б](#).

4.3.3.5 Объем разрабатываемого грунта для намыва сооружений (промежуточных штабелей) следует устанавливать с учетом запаса на восполнение потерь согласно Таблицам 7 и 8. Объем потерь следует исчислять по отношению к профильному объему возводимой насыпи.

4.3.4 Насыпи и обратные засыпки

4.3.4.1 При проектировании насыпных сооружений необходимо учитывать, что свойства насыпных грунтов зависят от следующих факторов:

- правильная технология обработки материала;
- необходимые технические свойства материала после уплотнения.

4.3.4.2 Технология транспортировки и укладки насыпного грунта оговаривается в проекте.

4.3.4.3 При проектировании насыпей включая, насыпи подъездных путей, автомобильных и железных дорог, дамб, планировочных насыпей, внутрихозяйственных сетей и т.п., а также обратных засыпок котлованов, траншей должны быть указаны:

- размеры в плане и по высоте насыпей и обратных засыпок в целом и отдельных их участков с различными: размерами по высоте (через 2-4 м); нагрузками на поверхность уплотненного грунта; видами отсыпаемых грунтов;

- требуемая степень уплотнения грунтов для однородных по виду и составу грунтов: плотность в сухом состоянии ρ_d для разнородных - коэффициент уплотнения $k_{сот}$;

- ;

- требуемая степень уплотнения грунтов для разнородных по виду и составу грунтов: коэффициент уплотнения $k_{сот}$;

- рекомендуемые технологические схемы, типы и виды оборудования для отсыпки и уплотнения отсыпаемых грунтов;

- толщина отсыпаемых слоев грунтов для каждого вида грунтоуплотняющего оборудования и заданной степени уплотнения грунтов;

- требования по подготовке поверхности (основания) насыпи и обратной засыпки;

- рекомендации по выполнению опытного уплотнения грунтов в лабораторных и полевых условиях ([Приложение Г](#));

- требования по проведению геотехнического мониторинга.

4.3.4.4 Выбор насыпного материала должен обеспечивать необходимую прочность, жесткость, долговечность и водопроницаемость после уплотнения. Эти критерии должны учитывать назначение насыпи и требования к располагаемым на ней сооружениям.

4.3.4.5 Для выполнения насыпей и обратных засыпок, как правило, следует использовать местные крупнообломочные, песчаные, глинистые грунты, а также экологически чистые отходы промышленных производств, аналогичные по виду и составу грунтам природного происхождения, отвечающие требованиям [приложения А](#).

По согласованию с заказчиком и проектной организацией принятые в проекте грунты для выполнения насыпей и обратных засыпок при необходимости могут быть заменены.

4.3.4.6 При выборе насыпного материала следует учитывать следующие факторы:

- зерновой состав;
- сопротивление раздавливанию;
- уплотняемость;
- водопроницаемость;
- пластичность;
- прочность подстилающего грунта;
- содержание органики;
- химическая агрессивность;
- загрязняющая способность;
- растворимость солей;
- способность к изменению объема (набухающие глины и просадочные материалы);
- восприимчивость к низким температурам и морозостойкость;
- сопротивление выветриванию;
- влияние откопки, транспортировки и укладки;
- возможность цементации после укладки (например, доменных шлаков).

4.3.4.7 Если местные материалы в природном состоянии не пригодны для использования в качестве насыпных, то можно применить один из следующих способов:

- изменить влажность;
- смешать с цементом, известью или другими материалами;
- размолоть, просеять или промыть;
- защитить соответствующим материалом;
- использовать дренажные слои.

4.3.4.8 Как правило, в качестве подсыпки не следует использовать замороженные, набухающие или растворимые грунты.

4.3.4.9 Если выбранный материал содержит потенциально агрессивные или загрязняющие химические вещества, необходимо принять соответствующие мероприятия для предотвращения его воздействия на сооружения или коммуникации или загрязнения подземных вод. Такие материалы можно использовать только в больших объемах в местах постоянного наблюдения.

4.3.4.10 Если насыпной материал неопределенного состава, его следует испытать на месте, чтобы убедиться в его пригодности для запланированного применения. Вид, число и частота испытаний должны назначаться в соответствии с видом и неоднородностью материала и характера проекта.

4.3.4.11 Для геотехнической категории 1 возможно достаточно провести осмотр материала.

4.3.4.12 Материал насыпи, для которой заданы жесткие требования по несущей способности, осадкам и устойчивости, не должен содержать снега или льда в значительных количествах.

4.3.4.13 Если к материалу насыпи нет специальных требований по несущей способности, осадкам и устойчивости, то он может содержать небольшое количество снега или льда.

4.3.4.14 Подготовка поверхности для отсыпки насыпи обычно включает:

- удаление и выкорчевку деревьев, кустарника, пней и их корней;
- удаление травяной и болотной растительности;
- срезку почвенно-растительного слоя, илистого и другого грунта с содержанием органических веществ в $I_r \geq 0,1$ по весу;
- удаление верхнего разуплотненного (разжиженного), промерзшего слоя грунта, снега, льда и т.п.;
- отсыпку по подготовленной поверхности несущего слоя толщиной 0,2-0,4 м из крупного гравелистого песка, щебёночного грунта с уплотнением его бульдозерами, по которому могут свободно перемещаться и маневрировать автотранспорт и другие строительные машины и механизмы.

Подготовка поверхности при выполнении обратных засыпок котлованов и траншей выполняется путем уборки со дна их древесных и других разлагающихся отходов строительного производства и бытового мусора.

4.3.4.15 Опытное уплотнение грунтов насыпей и обратных засыпок следует производить при наличии указаний в проекте, а при отсутствии специальных указаний - при объёме поверхностного уплотнения на объекте 10 тыс. м и более.

В результате опытного уплотнения должны быть установлены:

- а) в лабораторных условиях по нормативным требованиям:
 - максимальные значения плотности уплотнённых грунтов $\rho_{d\ max}$;
 - оптимальная влажность w_{opt} , при которой достигается максимальные плотности $\rho_{d\ max}$;
 - допустимые диапазоны изменения влажности уплотняемого грунта Δw и соответственно значения показателей А и В по таблице 9, при которых достигаются заданные коэффициенты уплотнения k_{com} для всех видов применяемых грунтов;

- величины плотностей ρ_d уплотненных грунтов $\rho_d = \rho_{d \max} k_{com}$, при заданных значениях k_{com} , или наоборот значения коэффициентов уплотнения уплотненных грунтов при заданных значениях $k_{com} = \rho_d / \rho_{d \max}$;

б) толщина отсыпаемых слоев, число проходов уплотняющих машин по одному следу, продолжительность воздействия вибрационных и других рабочих органов на грунт, число ударов и высота сбрасывания трамбовок при уплотнении до «отказа», вытрамбовывании котлованов и другие технологические параметры, обеспечивающие проектную плотность грунта;

в) величины косвенных показателей качества уплотнения, подлежащих операционному контролю («отказа» для уплотнения укаткой, трамбованием, числа ударов динамического плотномера и др.).

Если опытное уплотнение предусмотрено проводить в пределах возводимой насыпи, места выполнения работ должны быть указаны в проекте.

При уплотнении грунтов в насыпях и обратных засыпках укаткой, трамбованием, вибрацией, а также грунтовыми сваями, гидровиброуплотнением, пригрузом с вертикальными дренами, в том числе при выполнении грунтовых подушек, опытное уплотнение следует производить в соответствии с [Приложением Г](#).

4.3.4.16 Для каждой зоны или слоя насыпи должны устанавливаться критерии уплотнения в зависимости от его назначения и функций.

4.3.4.17 Технологию укладки и уплотнения насыпного грунта следует выбирать так, чтобы в течение всего периода строительства насыпь была устойчива и не оказывала отрицательных воздействий на естественное основание.

4.3.4.18 Технология уплотнения насыпи следует выбирать с учетом требований к уплотнению и следующих факторов:

- происхождение и свойства материала;
- метод отсыпки;
- влажность укладки и ее возможные вариации;
- начальная и конечная толщина;
- местные климатические условия;
- однородность уплотнения;
- свойства подстилающего основания.

4.3.4.19 Предварительно необходимо провести пробное уплотнение на площадке. Это позволяет выбрать технологию (метод укладки, оборудование, толщину слоя, число проходов, правильную методику транспортировки, количество добавляемой воды). Можно провести пробное уплотнение для установления контрольных параметров.

4.3.4.20 Если есть вероятность выпадения атмосферных осадков в процессе укладки связного насыпного материала, необходимо предусмотреть профилирование поверхности отсыпки для стока воды.

4.3.4.21 При температурах ниже точки замерзания может потребоваться прогрев насыпного материала перед его укладкой и защита насыпи от промерзания. Необходимость таких мероприятий определяется в каждом конкретном случае с учетом качества насыпного материала и нужной степени уплотнения.

4.3.4.22 Необходимо уплотнять обратную засыпку вокруг фундаментов и под полами, чтобы избежать разрушения из-за просадки.

4.3.4.23 Насыпной материал следует укладывать на ненарушенную дренированную поверхность основания. Следует исключить любое перемешивание материала с грунтом, что достигается применением фильтрующего текстиля или фильтрующего слоя.

4.3.4.24 При отсыпке под воду необходимо предварительно удалить весь слабый грунт драгированием или другими способами.

4.3.4.25 Засыпку траншей с непроходными подземными каналами в обычных непросадочных и других грунтах следует производить в две стадии.

На первой стадии выполняется засыпка нижней зоны траншеи на высоту 0,2 м над верхом канала грунтом, не содержащим твердых включений размером свыше 1/4 высоты канала, но не более 20 см, с послойным его уплотнением до проектной плотности с обеих сторон канала.

На второй стадии выполняется засыпка верхней зоны траншеи грунтом, не содержащим твердых включений размером свыше 1/2 высоты канала. При этом должна обеспечиваться сохранность канала и плотность грунта, установленная проектом.

4.3.4.26 Засыпку траншей на участках, на которых проектом предусмотрено устройство земляного полотна железных и автомобильных дорог, оснований аэродромных и других покрытий аналогичного типа, гидротехнических насыпей, надлежит выполнять в соответствии с требованиями соответствующих сводов правил.

4.3.4.27 На участке пересечения траншей, кроме разрабатываемых в просадочных грунтах, с действующими подземными коммуникациями (трубопроводами, кабелями и др.), проходящими в пределах глубины траншей, должна быть выполнена подсыпка под действующие коммуникации не мерзлым песком или другим малосжимаемым (модуль деформаций 20 МПа и более) грунтом по всему поперечному сечению траншеи на высоту до половины диаметра пересекаемого трубопровода (кабеля) или его защитной оболочки с послойным уплотнением грунта. Вдоль траншеи размер подсыпки по верху должен быть на 0,5 м больше с каждой стороны пересекаемого трубопровода (кабеля) или его защитной оболочки, а откосы подсыпки должны быть не круче 1:1.

4.3.4.28 Обратные засыпки узких пазух, в том числе выполняемых в просадочных грунтах II типа, рекомендуется отсыпать сразу на всю глубину с последующим уплотнением глинистых грунтов грунтовыми сваями, либо вертикальным армированием путем пробивки скважин пневмопробойником с последующим заполнением их литым бетоном класса В 7,5 на мелком заполнителе.

4.3.4.29 В насыпях с жестким креплением откосов и в других случаях, когда плотность грунта на откосе должна быть равна плотности в теле насыпи, насыпь следует отсыпать с технологическим уширением, величина которого устанавливается в проекте в зависимости от крутизны откоса, толщины отсыпаемых слоев, естественного откоса рыхло отсыпаемого грунта и минимально допустимого приближения уплотняющего механизма к бровке насыпи. Срезаемый с откосов грунт можно повторно укладывать в тело насыпи.

4.3.4.30 Работы по выполнению насыпей и обратных засыпок при отрицательных температурах должны производиться с учетом следующих требований:

- подготовку поверхности (основания) насыпи и обратных засыпок следует выполнять с полным удалением снега, льда, промерзшего слоя слабого и пучинистого грунта на всю его глубину;

- отсыпку в насыпь и обратные засыпки грунтов необходимо производить при их природной влажности и в талом состоянии с содержанием комьев мерзлого грунта не превышающим требований, приведенных в приложении А и, как правило, на не промерзшие ранее отсыпанные и уплотненные слои. В отдельных случаях при согласовании с автором проекта допускается грунты отсыпать на непучинистые грунты, промерзшие на глубину до 15 см;

- при пониженной влажности отсыпанных грунтов для их уплотнения следует применять более тяжелое грунтоуплотняющее оборудование;

- работы по отсыпке и уплотнению каждого слоя должны выполняться в течение одной рабочей смены;

- при выполнении насыпей из глинистых грунтов при обильном снеговывпадении все работы должны прекращаться;

- перерывы в работах по выполнению насыпей и обратных засыпок допускаются только при условиях, что за время перерыва глубина промерзания ранее уплотненных пучинистых грунтов не превысит 15 см или на время перерыва ранее уплотненные грунты

утепляются специальными средствами (например, маловлажным рыхлым грунтом, который в последующем удаляется);

- все работы по отсыпке грунтов и их уплотнению выполняются с повышенной интенсивностью.

4.3.4.31 В процессе выполнения работ по устройству насыпей и обратных засыпок осуществляется следующий контроль: материал насыпи следует осмотреть и испытать, чтобы его влажность при отсыпке и технология уплотнения соответствовали техническим условиям.

Испытания можно не проводить для некоторых сочетаний материалов и методов уплотнения, если эти методы были ранее проверены полевыми испытаниями или подтверждены сопоставимым опытом.

4.3.4.32 Качество уплотнения следует определять следующими методами:

- измерением плотности в сухом состоянии и, если это требуется по проекту, измерением влажности;

- измерение таких свойств, как сопротивление пенетрации или сжимаемость. Такие измерения могут не дать результатов, если связный грунт был достаточно уплотнен.

Минимальная плотность насыпного материала в процентах, например, по Проктору определяется и проверяется на площадке.

Плотность каменной наброски или насыпи, содержащей большое количество крупных частиц, проверяется полевыми методами.

4.3.4.33 Проверку площадки (см. СН РК EN 1997-2) можно выполнять следующим образом:

- проверка того, что уплотнение было выполнено в соответствии с результатами полевых испытаний или на основе сопоставимого опыта;

- проверка того, что осадка от дополнительного прохода уплотняющего оборудования не превосходит заданного значения;

- штамповыми испытаниями;

- сейсмическими или динамическими методами.

4.3.4.34 В случаях, когда излишнее уплотнение неприемлемо, необходимо назначить верхний предел плотности.

4.3.4.35 Чрезмерное уплотнение может вызвать следующие нежелательные явления:

- образование поверхностей скольжения и малая сжимаемость грунтов в откосах;

- чрезмерные давления грунта на заглубленные и подпорные сооружения;

- разрушение таких материалов, как непрочные горные породы, шлаки или вулканический песок, которые используются в качестве легкой засыпки.

4.3.4.36 Обследование и мониторинг насыпей осуществляется в соответствии с Разделом 4.

4.3.4.37 Мониторинг насыпей проводится в одной или нескольких следующих ситуациях:

- при использовании метода наблюдений;

- когда устойчивость насыпи, используемой в качестве дамбы, в значительной степени зависит от распределения порового давления воды внутри насыпи или под ней;

- если требуется регистрировать загрязняющее воздействие от насыпного материала или транспорта;

- когда требуется регистрировать результаты наблюдений за неблагоприятными воздействиями на сооружения или коммуникации;

- если поверхностная эрозия представляет значительный риск.

4.3.4.38 В тех случаях, когда требуется программа по обследованиям и мониторингу, проектировщик должен представить ее в отчете о геотехническом проекте. Нужно указать, что, при необходимости, записи данных мониторинга подлежат оценке, а по ним должны приниматься меры.

4.3.4.39 Программа мониторинга насыпи должна содержать следующую информацию:

- измерения порового давления воды внутри насыпи и под ней;
- измерения осадки всей насыпи или ее отдельных частей, а также сооружений, подверженных влиянию насыпи;
- измерения горизонтальных смещений;
- результаты проверки параметров прочности насыпного материала во время строительства;
- химические анализы перед, во время и после строительства, если требуется контроль за загрязнением окружающей среды;
- наблюдения за защитой от эрозии;
- результаты проверки водопроницаемости насыпного материала и грунта основания во время строительства;
- глубина промерзания гребня насыпи.

4.3.4.40 Необходимо осуществлять мониторинг и контроль за строительством насыпей на слабом грунте с малой водопроницаемостью посредством измерения поровых давлений воды в слабых слоях и измерения осадок насыпи.

4.3.5 Земляные работы в особых грунтовых условиях

4.3.5.1 Земляные работы в особых грунтовых условиях включают: вертикальную планировку площадки строительства; инженерную подготовку территории строительства; отрывку котлована под сооружение; уплотнение грунтов основания; обратную засыпку котлованов и траншей, выполняемое в соответствии с нормативными требованиями Пункта 5.1 «Химическое закрепление грунтов» и приложения Г; обратную засыпку котлованов и траншей. Необходимость качественного выполнения каждого из этих этапов земляных работ вызывается тем, что они по отдельности и в целом являются одними из мероприятий, обеспечивающих нормальную эксплуатацию возводимых зданий и сооружений.

4.3.5.2 Планировочные насыпи, являющиеся основанием зданий и сооружений, инженерных коммуникаций, дорог и т.п. на маловлажных просадочных, набухающих, засоленных и других грунтах выполняются сухим способом из местных глинистых, реже песчаных грунтов, а на органоминеральных и органических, слабых и др. водонасыщенных грунтах гидронамывом, как правило, песчаных грунтов.

4.3.5.3 Нижнюю часть планировочной насыпи на просадочных грунтах с II типом грунтовых условий, являющейся маловодопроницаемым экраном толщиной $h \geq 1,5$ м следует выполнять из суглинков с уплотнением их до коэффициента уплотнения $K_{com} \geq 0,95$, а в случае необходимости устройства экологического экрана под фундаментами сооружений из глин с числом пластичности $I_p \geq 0,20$ с уплотнением их до коэффициента уплотнения $K_{com} \geq 0,98$ и толщиной $h \geq 1,5$ м.

Применение дренирующих материалов для возведения планировочных насыпей на площадках с II типом по просадочности не допускается.

4.3.5.4 На набухающих и засоленных грунтах планировочные насыпи под фундаментами и вокруг сооружений, инженерных коммуникаций на полосах шириной не менее $0,5H_{sl}$ или $0,2H_{sf}$ (соответственно толщины ниже залегающего слоя набухающего или засоленного грунта) необходимо выполнять из ненабухающих и незасоленных грунтов.

Набухающие и засоленные грунты допускается применять только на участках зеленых зон, расположенных между сооружениями и инженерными коммуникациями.

4.3.5.5 Временные дороги для работы строительной техники следует прокладывать по проекту, как правило, по трассам будущих основных дорог и внутренних проездов с щебеночно-грунтовым покрытием толщиной 0,2-0,4 м по уплотненному основанию на глубину 1-1,5 м до значения коэффициента уплотнения $K_{com} \geq 0,95$ на просадочных, засоленных глинистых грунтах, а также на участках планировочной насыпи.

На участках пересечения основных временных дорог по щебеночно-грунтовому покрытию следует укладывать железобетонные дорожные плиты.

4.3.5.6 При производстве работ на засоленных грунтах в сухой период в засушливых районах в ПОС должно быть предусмотрено дублирование трасс временных дорог.

Верхний слой засоленного грунта толщиной не менее 5 см должен быть удален с поверхности основания планировочной насыпи временных дорог резервов и карьеров.

4.3.5.7 Разработку котлованов в просадочных, набухающих и засоленных грунтах следует производить с учетом нормативных требований только после выполнения мероприятий по 4.3.5.2÷4.3.5.4. Размеры котлованов принимают по проекту и должны превышать размеры уплотняемой площади грунтов основания под фундаменты не менее чем на 1,5 м в каждую сторону, а в случаях применения свайных фундаментов - 1,0 м от краев ростверков.

Въезды и выезды из котлованов следует выполнять с низовой стороны.

В целях сохранения природной влажности грунтов от переувлажнения или подсушивания, а в зимнее время талого состояния грунтов, разработку котлованов следует выполнять отдельными картами (захватками), размеры которых в плане назначаются с учетом интенсивности устройства фундаментов.

4.3.5.8 В зимнее время поверхность дна котлована, уплотненного основания следует предохранять от промерзания, а перед устройством фундаментов ростверком убирать снег, лед, промерзший разрыхленный грунт.

4.3.5.9 Обратные засыпки котлованов, траншей следует выполнять сразу же после устройства фундаментов, подземных частей зданий и сооружений, прокладки инженерных коммуникаций в соответствии с требованиями [п. 4.3.4](#), как правило, глинистым ненабухающим и незасоленным грунтом.

Набухающие грунты допускается использовать при засыпке траншей в пределах зеленых зон, а также в обратные засыпки котлованов при условии, что вдоль конструкций фундаментов или подземных частей зданий и сооружений будет отсыпан ненабухающий демпфирующий слой, поглощающий деформации набухания. Ширина демпфирующего слоя устанавливается проектом.

4.3.5.10 При производстве земляных работ на слабых грунтах, на временных дорогах и по поверхности отвалов по указаниям проекта должны быть выполнены мероприятия, обеспечивающие работу и проезд строительной техники и транспорта (подсыпка дренирующего слоя грунта, применение геотекстильных материалов и др.).

4.3.5.11 В проектах по гидронамыву грунтов должны быть предусмотрены:

- работы по подготовке основания под намывную планировочную насыпь согласно требованиям Таблицы 9;

- отсыпка в основании намываемой насыпи дренирующего слоя из галечниковых (щебенистых), крупных песков, щебня для сбора излишней воды и системы сбора ее и удаления за пределы площадки;

- мероприятия по достаточно равномерному распределению пульпы по всей площади намываемого участка;

- требования по контролю физико-механических характеристик намывных грунтов, основных параметров намываемых насыпей, видам и методам выполнения контроля.

4.3.5.12 В случаях использования слабых грунтов (по [СНиП 3.02.01-87](#)) в качестве оснований дорог и площадок дерновой слой удалять не следует.

4.3.5.13 При выполнении земляных работ в районах подвижных песков в ПОС должны быть предусмотрены мероприятия по защите насыпей и выемок от заносов и выдувания на период строительства (порядок разработки резервов, опережающее устройство защитных слоев и др.).

Защитные от выдувания слои из глинистого грунта поверх песка следует укладывать полосами с перекрытием на 0,5-1,5 м, в связи, с чем в проекте необходимо предусматривать дополнительный объем грунта в размере 10-15% общего объема защитного слоя.

4.3.5.14 При возведении насыпей в районах подвижных песков потери грунта на выдувание следует принимать в проекте с учетом эффективности предусмотренных мероприятий против выдувания по данным аналогов или специальных исследований, но не более 30%.

4.3.5.15 При проектировании земляных сооружений на оползнеопасных склонах должны быть установлены: границы оползнеопасной зоны, режим разработки грунта, интенсивность разработки или отсыпки во времени, увязка последовательности устройства выемок (насыпей) и их частей с инженерными мероприятиями, обеспечивающими общую устойчивость склона, средства и режим контроля положения и наступление опасного состояния склона.

4.3.5.16 Запрещается производство работ на склонах и прилегающих участках при наличии трещин, заколов на них до выполнения соответствующих противооползневых мероприятий.

В случаях возникновения потенциально опасной ситуации все виды работ следует прекратить. Возобновление работ допускается только после полной ликвидации причин опасной ситуации с оформлением соответствующего разрешающего акта/

4.3.6 Взрывные работы в грунтах

4.3.6.1 В рабочей документации на взрывные работы и проекте производства взрывных работ вблизи ответственных инженерных сооружений и действующих производств следует учитывать специальные технические требования и условия согласования проектов производства взрывных работ, предъявленные организациями, эксплуатирующими эти сооружения.

4.3.6.2 Рабочая документация на взрывные работы в особо сложных условиях должна разрабатываться в составе проекта генеральной проектной организацией или по ее заданию субподрядной специализированной организацией. При этом должны быть предусмотрены технические и организационные решения по безопасности взрывов в соответствии с требованиями специальных инструкций соответствующих ведомств. Особо сложными условиями следует считать взрывание вблизи железных дорог, магистральных трубопроводов, мостов, тоннелей, линий электропередачи и связи, действующих предприятий и эксплуатируемых жилых зданий и сооружений, подводное взрывание, работы в условиях необходимости сохранения законтурного массива, а также взрывание при устройстве выемок на косогорах крутизной свыше 20° и на ополз неопасных склонах.

4.3.6.3 При разработке проектов взрывных работ в особо сложных условиях должен выполняться прогноз динамических воздействий на окружающую среду и существующие здания и сооружения, а также оценка экологических последствий выполнения этих работ

4.3.6.4 Методы взрывания и технологические характеристики, предусмотренные рабочей документацией или проектом производства взрывных работ, могут быть уточнены в ходе их выполнения, а также по результатам специальных опытных и моделирующих взрывов. Изменения, не вызывающие нарушения проектных очертаний выемки, снижения качества рыхления, увеличения ущерба сооружениям, коммуникациям, угольям, уточняются корректировочным расчетом без изменения проектной документации. В случае необходимости внесение изменений в проектную документацию производится по согласованию с утвердившей ее организацией.

4.3.6.5 До начала взрывных работ должны быть выполнены:

- расчистка и планировка площадок, разбивка на местности плана или трассы сооружения;
- устройство временных подъездных и внутриобъектных дорог, организация водоотвода, «оборка» откосов, ликвидация «заколов» и отдельных неустойчивых кусков на склонах;
- освещение рабочих площадок в случае работы в темное время;
- устройство на косогорах полук-уступов (пионерных троп) для работы бурового оборудования и перемещения транспортных средств;

- перенос или отключение инженерных коммуникаций, линий электропередачи и связи, демонтаж оборудования, укрытие или вывод из пределов опасной зоны механизмов и другие подготовительные работы, предусмотренные рабочей документацией или проектом производства взрывных работ.

4.3.6.6 Крупность взорванного грунта должна соответствовать требованиям проекта, а при отсутствии в проекте специальных указаний не должна превышать пределы, установленные в договорном порядке организациями, производящими земляные и взрывные работы.

4.3.6.7 Отклонения от проектного очертания дна и бортов выемок, разрабатываемых с применением взрывных работ, как правило, должны быть установлены проектом. При отсутствии в проекте таких указаний величину предельных отклонений, объем и метод контроля для случаев взрывного рыхления скальных грунтов следует, а для случаев устройства выемок взрывом на выброс - устанавливать в проекте производства взрывных работ по согласованию между организациями, производящими земляные и взрывные работы.

4.3.6.8 Взрывные работы на строительной площадке должны быть завершены, как правило, до начала основных строительного-монтажных работ, что устанавливается в ППР.

4.3.6.9 При устройстве в скальных грунтах выемок с откосами крутизной 1:0,3 и круче, как правило, следует применять контурное взрывание.

4.3.6.10 Откосы профильных выемок в скальных грунтах, не подлежащие креплению, должны быть очищены от неустойчивых камней в процессе разработки каждого яруса.

4.3.7 Экологические требования к производству земляных работ

4.3.7.1 Экологические требования к производству земляных работ устанавливаются в ПОС в соответствии с действующим законодательством, стандартами и документами директивных органов, регламентирующими рациональное использование и охрану природных ресурсов.

4.3.7.2 Плодородный слой почвы в основании насыпей и на площади, занимаемой различными выемками, до начала основных земляных работ должен быть снят в размерах, установленных проектом организации строительства, и перемещен в отвалы для последующего использования его при рекультивации или повышении плодородия малопродуктивных угодий.

Допускается не снимать плодородный слой:

- при толщине плодородного слоя менее 10 см;

- на болотах, заболоченных и обводненных участках;

- на почвах с низким плодородием в соответствии с ГОСТ 17.5.3.05-84, [ГОСТ 17.4.3.02-85](#), ГОСТ 17.5.3.06-85;

- при разработке траншей шириной по верху 1 м и менее.

4.3.7.3 Необходимость снятия и мощность снимаемого плодородного слоя устанавливаются в ПОС с учетом уровня плодородия, природной зоны в соответствии с требованиями действующих стандартов и [п. 4.3.7.2](#).

4.3.7.4 Хранение плодородного грунта должно осуществляться в соответствии с ГОСТ 17.4.3.02-85 Способы хранения грунта и защиты буртов от эрозии, подтопления, загрязнения должны быть установлены в проекте организации строительства.

Запрещается использовать плодородный слой почвы для устройства перемычек, подсыпок и других постоянных и временных земляных сооружений.

4.3.7.5 В случае выявления при производстве земляных работ археологических и палеонтологических объектов следует приостановить работы на данном участке и поставить в известность об этом об этом местные органы власти.

4.3.7.6 Применение быстротвердеющей пены для предохранения грунтов от промерзания не допускается:

- на водосборной территории открытого источника водоснабжения в пределах первого и второго поясов зоны санитарной охраны водопроводов и водоисточников;

- в пределах первого и второго поясов зоны санитарной охраны подземных централизованных хозяйственно-питьевых водопроводов;

- на территориях, расположенных выше по течению подземного потока в районах, где подземные воды используются для хозяйственно-питьевых целей децентрализованно;

- на пашнях, многолетних насаждениях и кормовых угодьях.

4.3.7.7 Все виды подводных земляных работ, сброс осветленной воды после намыва, а также земляные работы в затопляемых поймах осуществляются по согласованному проекту.

4.3.7.8 При производстве дноуглубительных работ или намыве подводных отвалов в водоемах, имеющих рыбохозяйственное значение, общая концентрация механических взвесей должна быть в пределах установленных норм.

4.3.7.9 Смыв грунта с палуб грунтовоэлеваторных судов допускается только в районе подводного отвала.

4.3.7.10 Сроки производства и способы подводных земляных работ следует назначать с учетом экологической обстановки и природных биологических ритмов (нерест, миграция рыб и пр.) в зоне производства работ.

4.4 Фундаменты мелкозаложенного

4.4.1 Подготовка основания должна проводиться особенно тщательно. Корни растений, препятствия и включения слабого грунта следует удалить без нарушения основания. Все оставшиеся отверстия следует заполнить грунтом (или другим материалом), чтобы восстановить жесткость ненарушенного основания.

4.4.2 Методы производства работ не должны допускать ухудшение строительных свойств грунтов основания (повреждение механизмами, промерзание, размыв поверхностными водами и др.).

4.4.3 В грунтах, чувствительных к нарушениям, например, в глинах, последовательность земляных работ для устройства фундамента на естественном основании выбирается так, чтобы свести эти нарушения к минимуму. Обычно достаточно выполнять отсыпку горизонтальными слоями. Если требуется контроль вспучивания грунта, то выемка грунта должна производиться попеременно в разных траншеях, при этом бетон заливается в каждую траншею до того, как отрываются промежуточные траншеи.

4.4.3 Специальным работам по устройству оснований - уплотнению грунтов, устройству насыпей и подушек, закреплению, замораживанию грунтов, вытрамбовыванию котлованов и другим должны предшествовать опытные работы, в ходе которых должны быть установлены технологические параметры, обеспечивающие требования проекта, а также получение контрольных показателей, подлежащих операционному контролю в ходе работ.

4.4.4 Состав контролируемых показателей, предельные отклонения, объем и методы контроля должны соответствовать заданным в проекте.

4.4.5 Опытные работы следует выполнять по программе, учитывающей инженерно-геологические условия площадки, предусмотренные проектом, средства механизации, сезон производства работ и другие факторы, влияющие на технологию и результаты работ.

4.4.6 В актах приемки оснований, составляемых геологом изыскательской организации, необходимо:

- провести оценку соответствия грунтов основания предусмотренным в проекте;
- указать поправки, внесенные в проект оснований и фундаментов, а также в проект производства работ после промежуточных проверок оснований;
- дать рекомендации по дальнейшим работам.

4.4.7 К актам приемки оснований прилагают следующие документы:

- материалы испытаний грунтов, выполненных как в процессе текущего контроля производства работ, так и при приемке основания;

- акты промежуточных проверок и приемок скрытых работ;
- журналы производства работ;
- рабочие чертежи по фактически выполненным работам.

4.4.8 Законченные в процессе производства работ отдельные ответственные конструкции должны приниматься техническим надзором заказчика с составлением актов промежуточной приемки этих конструкций.

4.4.9 При устройстве фундаментов в котлованах размеры последних в плане должны назначаться по проектным габаритам сооружения с учетом конструкции ограждения и крепления стен котлована, способов водоотлива и возведения фундаментов или подземных сооружений.

4.4.10 В рабочих чертежах котлована должны быть данные о расположении в его пределах наземных или подземных сооружений и коммуникаций, указаны горизонты подземных, меженных и высоких вод, а также рабочий горизонт воды.

4.4.11 До начала разработки котлована должны быть выполнены следующие работы:

- разбивка котлована;
- планировка территории и отвод поверхностных и подземных вод;
- разборка или перенос попадающих в пятно застройки наземных и подземных коммуникаций или сооружений;
- ограждение котлована (в необходимых случаях).

4.4.12 В случае если основание сложено водонасыщенными мелкими и пылеватыми песками или глинистыми грунтами текучепластичной и текучей консистенции, должны быть приняты меры по их защите от возможных нарушений при движении землеройных и транспортных машин, а также разжижения вследствие динамических воздействий.

4.4.13 Разработка грунта в котлованах или траншеях при переменной глубине заложения фундаментов должна вестись уступами. Отношение высоты уступа к его длине устанавливаются проектом, но должно быть не менее 1:2 - при связных грунтах, 1:3 - при несвязных грунтах. Грунт должен разрабатываться способами, обеспечивающими сохранение структуры грунта в уступах основания.

4.4.14 Грунты в основании, не соответствующие в природном залегании требуемой проектом плотности и водонепроницаемости, следует заменить или доуплотнить с помощью уплотняющих средств (катков, тяжелых трамбовок и др.).

Степень уплотнения, выражаемая плотностью сухого грунта, должна быть задана в проекте и должна обеспечивать повышение прочностных свойств грунта, уменьшение его деформируемости и водопроницаемости.

4.4.15 Засыпка пазух грунтом и его уплотнение должны выполняться с обеспечением сохранности гидроизоляции фундаментов, стен подвалов и подземных сооружений, а также расположенных рядом подземных коммуникаций (кабелей, трубопроводов и др.). Для предотвращения механического повреждения гидроизоляции следует применять защитное покрытие (в том числе из профилированных мембран, штучных и других материалов).

4.4.16 Засыпку пазух рекомендуется доводить до отметок, гарантирующих надежный отвод поверхностных вод. В зимних условиях грунт для засыпки пазух должен быть талым.

4.4.17 Мероприятия по сохранению природной структуры и свойств грунтов в основании включают:

- защиту котлована от попадания поверхностных вод;
- ограждение котлована и грунтов основания водонепроницаемой стенкой («стена в грунте», ограждения из шпунта, буросекущихся свай и т.п.);
- снятие гидростатического давления путем глубинного водоотлива из подстилающих слоев, содержащих воду;
- исключение притока воды в котлован через дно;

- исключение динамических воздействий во время откопки котлованов землеройными машинами с помощью защитного слоя грунта недобора;

- защиту грунта основания от промерзания.

4.4.18 При поступлении в котлован в процессе производства работ воды необходимо обеспечить водоотвод во избежание затопления свежего слоя бетона или раствора до приобретения ими прочности не менее 30% проектной.

При большом притоке воды, удаление которой может вызвать вымывание раствора и наплыв грунта в котлован, необходимо устраивать тампонажную подушку из бетона, укладываемого подводным способом. Толщину подушки назначают по проекту производства работ, но не менее 1 м при напоре воды до 3 м.

4.4.19 Ограждаемые котлованы для устройства фундаментов следует выполнять с соблюдением нижеприведенных правил:

- при невозможности осушить котлован (для производства работ по устройству ростверков) разработку грунта до проектных отметок следует производить подводным способом (эрлифтами, гидроэлеваторами, грейферами). Для предотвращения поступления воды снизу на дно котлована следует уложить способом вертикально перемещаемой трубы бетонный тампонажный слой. Толщина слоя бетона, определенная расчетом на давление воды снизу, должна быть не менее 1 м и не менее 1,5 м - при наличии неровностей грунтового дна котлована до 0,5 м при подводной его разработке;

- верх ограждений котлованов необходимо располагать не менее чем на 0,7 м над рабочим уровнем воды с учетом высоты волны и нагона или на 0,3 м над уровнем ледостава. За рабочий уровень воды (ледостава) в ППР следует принимать наивысший возможный в период выполнения данного вида работ сезонный уровень воды (ледостава), соответствующий расчетному, вероятностью превышения 10%. При этом должны учитываться также возможные превышения уровня от воздействия нагонных ветров или заторов льда. На реках с регулируемым стоком рабочий уровень назначают на основе сведений от организаций, регулирующих сток;

- откачку воды из ограждения котлована и работы по возведению ростверка допускается производить после приобретения бетоном тампонажного слоя прочности, указанной в проекте, но не менее 2,5 МПа.

4.4.20 Проверка отсутствия нарушений природных свойств грунтов основания или качества их уплотнения в соответствии с проектными данными должна при необходимости сопровождаться отбором образцов для лабораторных испытаний, зондированием, пенетрацией и др.

При больших отклонениях от проектных данных должно быть выполнено, кроме того, испытание грунтов штампами и принято решение о необходимости изменений проекта.

4.4.21 Проверку однородности и достаточности выполненного уплотнения грунтов в естественном залегании или грунтовых подушек следует осуществлять полевыми методами (зондированием, радиоизотопными методами и пр.) и выборочным определением плотности сухого грунта по отобраным образцам из каждого уплотненного слоя грунта.

4.4.22 В случае если установлено значительное расхождение между фактическими и проектными характеристиками грунта основания, необходимость пересмотра проекта и решение о проведении дальнейших работ должны приниматься при участии представителей проектной организации и заказчика.

4.4.23 Виды контроля при вскрытии котлована:

- соблюдение необходимых недоборов грунта, недопущение переборов и нарушения структуры грунта основания;

- недопущение нарушения структуры грунта при срезке недоборов, подготовке оснований и укладке конструкций;

- предохранение грунтов оснований от подтапливания подземными и поверхностными водами с размягчением и размывом верхних слоев основания;

- соответствие характеристик вскрытых грунтов основания предусмотренным в проекте;
- достижение достаточного и однородного уплотнения грунтовых подушек, а также обратных засыпок и подготовок под полы;
- достаточность примененных мер по защите грунтов основания от промерзания;
- соответствие фактической глубины заложения и размеров конструкций и качества примененных материалов предусмотренным в проектах.

4.5 Свайные фундаменты, шпунтовые ограждения, анкеры, нагели

4.5.1 Погружаемые сваи, сваи-оболочки, шпунт

4.5.1.1 Способы погружения предварительно изготовленных свай: забивка, вибропогружение, вдавливание и завинчивание. Используемые для облегчения погружения средства: лидерное бурение, удаление грунта из полых свай и свай-оболочек и т.п. При подготовке к производству работ по свайным фундаментам и шпунтовым ограждениям следует учитывать:

- данные о расположении в зоне влияния производства работ существующих подземных сооружений, электрокабелей с указанием глубины их заложения, линий электропередач, зданий и сооружений, а также мероприятия по их защите;
- при необходимости - подготовку основания под копровое и буровое оборудование исходя из инженерно-геологических условий площадки строительства и типа применяемого оборудования.

4.5.1.2 При применении для погружения свай и шпунта молотов или вибропогружателей вблизи существующих зданий и сооружений необходимо оценить опасность для них динамических воздействий, исходя из влияния колебаний на деформации грунтов оснований, технологические приборы и оборудование.

ПРИМЕЧАНИЕ. Оценку влияния динамических воздействий на деформации оснований, сложенных практически горизонтальными (уклон не более 0,2), выдержанными по толщине слоями песка, кроме водонасыщенных пылеватых, можно не производить при забивке свай молотами массой до 7 т на расстоянии свыше 20 м, при вибропогружении свай - 25 м и шпунта - 15 м до зданий и сооружений. В случае необходимости погружения свай и шпунта на меньших расстояниях до зданий и сооружений должны быть приняты меры по уменьшению уровня и непрерывной продолжительности динамических воздействий (погружение свай в лидерные скважины, снижение высоты подъема молота, чередующаяся забивка ближайших и более удаленных свай от зданий и др.) и проводиться геодезические наблюдения за осадками зданий и сооружений.

4.5.1.3 Не допускается погружение свай сечением до 40 × 40 см на расстоянии менее 5 м, шпунта - 1 м и полых круглых свай диаметром до 0,6 м - 10 м до подземных стальных трубопроводов с внутренним давлением не более 2 МПа.

Погружение свай и шпунта около подземных трубопроводов с внутренним давлением свыше 2 МПа на меньших расстояниях или большего поперечного сечения можно производить только с учетом данных обследования и при соответствующем обосновании в проекте.

4.5.1.4 Дополнительные меры, облегчающие погружение свай и шпунта (подмыв, лидерные скважины и др.), следует применять по согласованию с проектной организацией в случае возможного отказа забиваемых элементов менее 0,2 см или скорости вибропогружения менее 5 см/мин.

4.5.1.5 Применение подмыва для облегчения погружения свай допускается на участках, удаленных не менее чем на 20 м от существующих зданий и сооружений, и не менее удвоенной глубины погружения свай. В конце погружения подмыв следует прекратить, после чего сваю необходимо догрузить молотом или вибропогружателем до получения расчетного отказа без применения подмыва.

4.5.1.6 Для погружения свай могут использоваться дизельные и паровоздушные молоты, а также гидромолоты, вибропогружатели и вдавливающие установки. Выбор оборудования для погружения свайных элементов следует производить в соответствии с [Приложениями Д и Е](#), исходя из необходимости обеспечения предусмотренных проектом фундамента несущей способности и заглубления в грунт свай и шпунта на заданные проектные отметки, а шпунта - заглубления в грунт. Выбор оборудования для забивки свай длиной свыше 25 м выполняется расчетом с использованием программ, основанных на волновой теории удара.

4.5.1.7 В конце погружения свай, когда фактическое значение отказа близко к расчетному, производят его измерение. Отказ свай в конце забивки или при добивке следует измерять с точностью до 0,1 см.

4.5.1.8 При забивке свай паровоздушными молотами одиночного действия, а также гидромолотами или дизельными молотами последний залог следует принимать равным 30 ударам, а отказ определять как среднее значение из 10 последних ударов в залоге. При забивке свай молотами двойного действия продолжительность последнего залога должна приниматься равной 3 мин, а отказ следует определять как среднее значение глубины погружения свай от одного удара в течение последней минуты в залоге.

При вдавливании свай регистрируют конечное усилие вдавливания на каждые 10 см на последних 50 см погружения.

4.5.1.9 При вибропогружении свай или свай-оболочек продолжительность последнего залога принимается равной 3 мин. В течение последней минуты в залоге необходимо замерить потребляемую мощность вибропогружателя, скорость погружения с точностью до 1 см/мин и амплитуду колебания свай или свай-оболочки с точностью до 0,1 см - для возможности определения их несущей способности.

4.5.1.10 Сваи с отказом больше расчетного должны подвергаться контрольной добивке после «отдыха» их в грунте в соответствии с [ГОСТ 5686-94](#). В том случае, если отказ при контрольной добивке превышает расчетный, проектная организация должна установить необходимость контрольных испытаний свай статической нагрузкой и корректировки проекта свайного фундамента или его части.

4.5.1.11 Сваи длиной до 10 м, недопогруженные более чем на 15% проектной глубины, и сваи большей длины, недопогруженные более чем на 10% проектной глубины, а для мостов и транспортных гидротехнических сооружений также сваи, недопогруженные более чем на 25 см до проектного уровня, при их длине до 10 м и недопогруженные свыше 50 см при длине свай более 10 м, но давшие отказ равный или менее расчетного, должны быть подвергнуты обследованию для выяснения причин, затрудняющих погружение, и принято решение о возможности использования имеющихся свай или погружений дополнительных.

4.5.1.12 При вибропогружении железобетонных свай-оболочек и открытых снизу полых круглых свай следует принимать меры по защите их железобетонных стенок от образования продольных трещин в результате воздействия на них гидродинамического давления, возникающего в полости свайных элементов при вибропогружении в воду или разжиженный грунт. Мероприятия по предотвращению появления трещин должны быть разработаны в ППР и проверены в период погружения первых свай-оболочек.

4.5.1.13 На последнем этапе погружения свай-оболочки в целях предотвращения разуплотнения грунта основания в полости свай-оболочек необходимо оставлять грунтовое ядро высотой по проекту, но не менее 2 м от низа ножа оболочки в случае применения гидромеханизации и не менее 0,5 м при применении механического способа удаления грунта.

4.5.2 Набивные, буронабивные и буровые сваи

4.5.2.1 Устройство набивных свай должно осуществляться путем погружения в грунт стальных обсадных труб с теряемым наконечником или уплотненной бетонной пробкой, удаляемой ударами молота. Погружение указанных труб допускается осуществлять

специализированными станками, оснащенными погружающими механизмами ударного, вибрационного или завинчивающего действия. Трубы после бетонирования извлекаются.

Устройство буровых и буронабивных свай следует выполнять с применением универсальных агрегатов грейферного, ударного, роторного, ковшового или шнекового типа, позволяющих помимо бурения скважины производить установку армокаркасов и бетонирование, а также извлечения обсадных труб.

4.5.2.2 Сухие скважины в песках, обсаженные стальными трубами или железобетонными оболочками, а также необсаженные скважины, пробуренные в пластах суглинков и глин, расположенных выше уровня подземных вод и не имеющих прослоек и линз песков и супесей, разрешается бетонировать без применения бетонолитных труб способом свободного сброса бетонной смеси с высоты до 6 м. Допускается укладывать бетонную смесь способом свободного сброса с высоты до 20 м при условии получения положительных результатов при опытной проверке этого способа с использованием смеси со специально подобранным составом и подвижностью.

4.5.2.3 Избыточное давление (напор) воды в глинистых грунтах разрешается использовать для крепления поверхности скважин не ближе 40 м от существующих зданий и сооружений.

4.5.2.4 Уплотнение неводонасыщенных грунтов следует проводить путем сбрасывания в скважину трамбовки (при диаметре 1 м и более - массой не менее 5 т, при диаметре скважины менее 1 м - 3 т). Уплотнение грунта забоя скважины также может выполняться методом виброштампования, в том числе с добавлением жестких материалов (щебень, жесткая бетонная смесь и т.п.). Трамбование грунта в забое скважины необходимо производить до величины «отказа», не превышающей 2 см за последние пять ударов, при этом общая сумма «отказов» трамбовки должна составлять не менее величины диаметра скважины.

4.5.2.5 Непосредственно перед подводной укладкой бетонной смеси в каждой скважине, пробуренной в скальном грунте, необходимо с поверхности забоя смыть буровой шлам. Для промывки следует обеспечить подачу воды под избыточным давлением $0,8 \div 1$ МПа при расходе $150 \div 300$ м³/ч. Промывку следует продолжать $5 \div 15$ мин. до исчезновения остатков шлама (о чем должен свидетельствовать цвет воды, переливающейся через край обсадной трубы или патрубка). Промывку необходимо прекращать только в момент начала движения бетонной смеси в бетонолитной трубе.

4.5.2.6 В обводненных песчаных, просадочных и в других неустойчивых грунтах бетонирование свай должно производиться не позднее 8 ч. после окончания бурения, а в устойчивых грунтах - не позднее 24 ч. При невозможности бетонирования в указанные сроки бурение скважин начинать не следует, а уже начатых - прекратить, не доведя их забой на 1-2 м до проектного уровня и не разбуривая уширений.

4.5.3 Буроинъекционные сваи

4.5.3.1 Бурение скважины при устройстве буроинъекционных свай в неустойчивых обводненных грунтах следует осуществлять с промывкой скважин глинистым (бентонитовым) раствором способами, обеспечивающими устойчивость стенок скважины.

4.5.3.2 Твердеющие смеси и растворы (мелкозернистые бетоны), применяемые для изготовления буроинъекционных свай, должны иметь плотность не ниже $2,03$ г/см³, подвижность по конусу АзНИИ не менее 17 см и водоотделение не более 2%. Допустимо использование других аналогичных составов, подбираемых специализированными лабораториями, которые должны соответствовать требованиям проекта.

4.5.3.3 Заполнение скважины буроинъекционных свай бетонными смесями следует производить через буровой став или трубку-инъектор от забоя скважины снизу вверх до полного вытеснения промывочного раствора и появления в устье скважины чистой бетонной смеси.

4.5.3.4 Опрессовку буринъекционной сваи следует осуществлять после установки в верхней части трубы-кондуктора тампона с манометром путем нагнетания через иньектор твердеющего раствора под давлением $0,2 \div 0,3$ МПа в течение $2 \div 3$ мин.

4.5.4 Сваи, устраиваемые непрерывным полым шнеком (НПШ)

4.5.4.1 Устройство буронабивных свай НПШ должно осуществляться завинчиванием в грунт основания полого непрерывного шнека до заданной проектной глубины, после чего во внутреннюю полость шнека под давлением должна подаваться бетонная смесь. Одновременно шнек поступательно должен перемещаться вверх, поднимая лопастями разработанный грунт, а образующуюся при этом скважину следует постепенно доверху заполнять под давлением бетонной смесью, в которую затем погружается арматурный каркас.

4.5.4.2 Буровые агрегаты и машины для устройства свай по методу НПШ должны иметь контрольно-измерительную аппаратуру, выводимую на бортовой компьютер (с дисплеем и печатающим устройством), с тем, чтобы отслеживать по заданным программам ЭВМ скорость и вертикальность бурения, величину крутящего момента, сообщаемого шнеку, глубину его погружения в грунт, давление бетонной смеси в полости шнека и объем бетона, уложенного в скважину. Все эти данные подлежат оперативному отображению на дисплее компьютера, сохранению в его памяти и, при необходимости, выдаче на распечатках.

4.5.4.3 Бурение скважин, расположенных на расстояниях менее трех их диаметров от центров ранее изготовленных смежных свай, прочность бетона которых не достигла 50% проектного класса с учетом фактического коэффициента вариации по [ГОСТ 18105-2010](#), не допускается. При расстояниях более трех диаметров бурение скважин производится без ограничений.

4.5.4.4 Подача бетонной смеси в скважину через бетоноводы и внутреннюю полость шнека буровой машины должна производиться одновременно с поступательным (без вращения) подъемом шнека.

4.5.4.5 Процесс бетонирования скважины должен быть непрерывным вплоть до ее полного заполнения бетонной смесью доверху. Все это время шнек должен постепенно перемещаться вверх без вращения, а в бетонируемой системе по показаниям бортового компьютера постоянно поддерживаться избыточное давление бетонной смеси. При понижении давления до значения менее 0,2 МПа подъем шнека прекращается до восстановления указанного давления.

ПРИМЕЧАНИЕ. Отклонения объема бетонной смеси от объема скважины, вычисленного по фактическим размерам, не должны превышать 12%.

4.5.4.6 Арматурный каркас следует устанавливать погружением в полностью заполненную бетонной смесью и подготовленную скважину с зачищенным устьем. Приемка каркаса подтверждается заранее (как возможность бетонирования свай).

4.5.4.7 Погружение арматурного каркаса в бетонную смесь сваи следует производить до проектной отметки, после чего, после снятия вибропогружателя с каркаса, он должен быть закреплен в проектном положении.

4.5.4.8 После завершения установки арматурного каркаса необходимо произвести обработку головы сваи со снятием верхнего слоя бетона для последующего включения сваи в совместную работу с плитой свайного ростверка (фундамента). Эту обработку рекомендуется проводить в возрасте бетона сваи не старше 24 ч.

4.5.5 Ростверки и безростверковые свайные фундаменты

4.5.5.1 Сваи с обнаруженными в них поперечными и наклонными трещинами шириной раскрытия более 0,3 мм должны быть усилены железобетонной обоймой с толщиной стенок не менее 100 мм или заменены дублерами.

4.5.5.2 В случае недобивки свай или повреждения голов при забивке, головы свай должны срезаться методами, исключающими нарушение защитного слоя бетона сваи ниже ее среза.

4.5.5.3 При поломке свай и в случае вынужденного погружения ниже проектной отметки следует по согласованию с проектной организацией нарастить их монолитным железобетоном.

4.5.6 Прием и контроль качества изготовления свайных фундаментов

4.5.6.1 В зависимости от поставленных задач, наличия и полноты проектно-технической документации, характера и степени дефектов и повреждений в сваях может выполняться сплошной (полный) или выборочный контроль качества изготовленных свай.

4.5.6.2 Если в процессе проведения сплошного контроля качества свай обнаруживается, что не менее 20% свай, при общем их количестве более 20, находится в удовлетворительном состоянии и в сваях отсутствуют дефекты и повреждения, то допускается оставшиеся непроверенные сваи обследовать выборочно. Объем выборочно обследуемых свай должен определяться конкретно на объекте.

4.5.6.3 В состав работ по выборочному контролю качества бетона свай включается:
выбуривание кернов на полную длину из 2% общего числа выполненных из монолитного бетона свай на объекте, но не менее 2 свай и испытания образцов бетона;
изготовленных из керна, на одноосное сжатие; контроль длины свай и оценка сплошности их стволов с использованием сейсмоакустических испытаний - 20% общего числа свай на объекте;

оценка качества (однородности) бетона свай на полную их длину методами радиоизотопных или ультразвуковых измерений - 10% общего числа свай на объекте.

ПРИМЕЧАНИЕ. При согласовании с проектной организацией допускается ограничиться одним из указанных способов контроля.

4.5.6.4 Для контроля сплошности бетонного ствола буровых свай, выполняемых методом подводного бетонирования, необходимо производить испытание образцов, взятых из выбуренных в сваях кернов, а также во всех сваях, при устройстве которых были допущены нарушения технологии (для больших и средних мостов каждая опора рассматривается как сооружение).

При выбуривании керна для контроля сплошности бетонного ствола буровых свай следует обращать особое внимание на режим бурения в зоне контакта слоя бетона, уложенного с нарушением требований бетонирования (например, длительных перерывов в укладке смеси), с нормально уложенным, а также в зоне контакта с забоем скважины в скальном грунте. Быстрое погружение (провал) бурового инструмента в этих зонах свидетельствует о наличии прослойки шлама, образовавшегося в результате нарушения режима подводного бетонирования. Это обстоятельство необходимо отметить в журнале выбуривания керна, указав отметку и глубину провала инструмента.

4.5.6.5 При производстве работ по устройству свайных фундаментов, шпунтовых ограждений состав контролируемых показателей, объем и методы контроля должны соответствовать Таблице 9.

4.5.7 Грунтовые инъекционные анкеры

4.5.7.1 В качестве анкерных тяг используют, как правило, сплошные металлические стержни или армированные канаты (пряди). Для постоянных анкеров должна предусматриваться защита анкерных тяг от коррозии. Допускается применение неметаллической композитной арматуры винтового профиля.

4.5.7.2 Конструкция оголовка анкера должна позволять выполнять предварительное натяжение, испытание и установку тяги анкера, а также, при необходимости, отпуск, ослабление и дополнительное натяжение анкера на весь срок эксплуатации.

4.5.7.3 Соединительные элементы (муфты и гайки) тяги должны быть равнопрочными соединяемой и напрягаемой арматуре и не должны снижать требуемую прочность на растяжение тяги анкера.

4.5.7.4 Все элементы анкерной тяги и антикоррозийные оболочки должны иметь защитный слой цементного камня толщиной:

- для временных анкеров в скальных грунтах: не менее 10 мм,

- для временных анкеров в не скальных грунтах: не менее 20 мм;
- для постоянных анкеров во всех типах грунтов: не менее 30 мм.

4.5.7.5 В качестве альтернативы цементному раствору для анкеров могут применяться полимерные растворы при условии, что их пригодность к применению подтверждена соответствующими испытаниями.

4.5.7.6 Антикоррозионная защита временных анкеров должна обеспечивать его сохранность в течение двух лет, а постоянных - в течение всего срока эксплуатации.

4.5.7.7 В условиях городской застройки рекомендуется применение извлекаемых анкеров. До массового изготовления анкеров следует провести опытные работы по подтверждению возможности извлечения анкерной тяги.

4.5.7.8 Предельные отклонения при устройстве анкеров, нагелей и состав контролируемых показателей, объем и методы контроля должны соответствовать Таблице 10.

4.5.7.9 По мере обработки скважины по электроразрядной технологии необходимо постоянно производить через устье доливку раствора в скважину, при этом не допускается снижение уровня раствора в скважине более чем на 1 м.

4.5.7.10 Корень анкера, выполняемого по электроразрядной технологии, должен располагаться на расстоянии не менее 3 м от коммуникаций и фундаментов действующих зданий и сооружений.

4.5.7.11 Если временные анкеры в связи с непредвиденными обстоятельствами используются более двух лет, следует известить об этом орган, ответственный за осуществление строительного надзора. Требуемые меры, направленные на предотвращение возникновения аварийной ситуации, должны определяться в каждом конкретном случае, при необходимости, с привлечением специализированной организации.

4.5.7.12 По завершении контрольных и приемочных испытаний анкеры напрягают блокировочным усилием, определенным проектом (усилие блокировки составляет $0,8A_p$, где A_p - расчетная нагрузка).

Таблица 10 - Предельные отклонения, метод и объем контроля при устройстве анкеров, нагелей
Объем и методы контроля при устройстве анкеров, нагелей

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1. Параметры анкеров (нагелей) (конструкция, глубина заложения, угол наклона к горизонту, общая длина заделки, длина свободной части, диаметр скважины)	Должны соответствовать проекту	Технический осмотр, каждый анкер (нагель)
точность установки на точку приложения бура	75 мм	
отклонения оси скважины от проектного положения	Не более чем на 5°	
отклонение диаметра скважины от проектного	Не более 5 см	

отклонение глубины скважины от проекта	Не более 10 см	
2. Несущая способность анкеров	Должен воспринимать усилие больше эксплуатационного:	Измерительный, не менее 10% общего числа анкеров при контрольных испытаниях и все остальные анкера при приемочных
Постоянная	в 1,5 раза	Испытания на максимально возможную нагрузку по материалу анкерных тяг, но не менее чем в 1,75 раза превышающую проектную. Число испытаний должно быть не менее трех для каждого яруса крепления Проверка правильности принятых в проекте конструкций и технологии устройства анкеров на нагрузку, в 1,5 раза превышающую проектную. Испытывать не менее одного из каждых десяти установленных анкеров Проводят для проверки эксплуатационной пригодности выполненных анкеров на нагрузку, в 1,25 раза превышающую проектную. Испытывают все анкера, кроме анкеров, на которых были проведены контрольные испытания
Временная	в 1,2 раза	
Испытания анкеров:		
пробные		
контрольные		
приемочные		

4.5.8 Нагели

4.5.8.1 В зависимости от грунтовых условий и имеющегося оборудования нагели могут быть погружены забивкой, вдавливанием, завинчиванием, а также установлены в предварительно пробуренные скважины диаметром 60÷170 мм, заполненные мелкозернистой бетонной смесью или инъекционным раствором.

4.5.8.2 Нагели, погружаемые забивкой, вдавливанием, завинчиванием, следует применять в устойчивых глинистых грунтах при глубине котлована (откоса) до 7÷8 м, с шагом по вертикали и по горизонтали согласно расчету, но не более 1 м.

4.5.8.3 Устройство инъекционных нагелей допускается производить в любых грунтах с шагом по вертикали и горизонтали по расчету, но не более 1,5 м.

4.5.8.4 Арматурная тяга нагеля должна быть снабжена по всей длине специальными центраторами, обеспечивающими ее расположение по центру скважины. Шаг центраторов 2÷3 м.

4.5.8.5 Антикоррозионная защита оголовка постоянного нагеля должна включать:

- защитный гидроизоляционный колпак;
- массу, заполняющую свободное пространство между оголовком скважины и колпаком.

4.5.8.6 При применении нагельного крепления грунтовых откосов и стен котлованов следует проводить пробные, контрольные и приемочные испытания несущей способности грунтовых нагелей. Все виды испытаний проводятся осевой ступенчато-возрастающей выдергивающей нагрузкой с фиксацией перемещений.

4.5.8.7 Перед началом работ для определения фактической несущей способности по грунту, уточнения проектных параметров, отработки режимов бурения и нагнетания следует провести пробные испытания не менее пяти нагелей для каждого вида грунтов, в которых предполагается их закрепление.

4.5.8.8 В процессе производства работ по креплению приемочные испытания нагелей следует производить для каждого яруса установки в следующих объемах:

- первые пять нагелей;
- каждый 20-й нагель (не менее 5% общего количества).

Критерий испытаний нагелей должен устанавливаться проектной организацией в программе испытаний.

4.5.8.9 Основными элементами крепления являются собственно нагели и покрытие грунтовой стены или откоса, служащее для предотвращения локальных вывалов грунта между нагелями и эрозии поверхности в период эксплуатации крепления. Защищать поверхности откоса следует, как правило, при помощи устройства набрызг-бетонного, синтетического покрытия или сборной защитной стенки.

4.5.8.10 Нагельное крепление с набрызг-бетонным покрытием при опережающем погружении нагелей в грунт следует, как правило, применять в качестве временного в устойчивых связных грунтах (суглинки, глины) для котлованов и выемок глубиной до 8 м.

4.5.8.11 Нагельное крепление со сборной защитной стенкой допускается применять в устойчивых связных грунтах (глины, суглинки, супеси) в качестве как временного, так и постоянного для котлованов и выемок глубиной до 15 м. В качестве оградительных щитов используются в основном тонкостенные слабоармированные железобетонные плиты толщиной 60÷80 мм. Допускается использование металлических или пластмассовых щитов.

4.5.8.12 Нагельное крепление с синтетическим покрытием следует применять, как правило, в качестве временного в связных грунтах для котлованов и выемок глубиной до 10 м.

4.5.8.13 Качество устройства крепления должно соответствовать проекту, контролироваться и оцениваться согласно требованиям [ГОСТ 16504](#). При этом надлежит выполнять все виды производственного контроля: входной, операционный, приемочный и инспекционный. Результаты контроля фиксируются в журналах работ, актах на скрытые работы, актах и протоколах испытаний, актах освидетельствования и приемки конструкций и других соответствующих документах.

4.5.8.14 Предельные отклонения при устройстве нагелей и состав контролируемых показателей, объем и методы контроля должны соответствовать Таблице 10.

4.6 Опускные колодцы и кессоны

4.6.1 Погружение опускных колодцев и кессонов должно производиться со спланированной площадки, дна отрываемого пионерного котлована или искусственного островка, отсыпаемого в водоеме.

При работе в водоемах погружение опускных колодцев и кессонов также может осуществляться с понтонов или плашкоутов. В этом случае дно водоема в месте их установки должно быть предварительно спланировано.

4.6.2 Кессоны, ввиду сложности технологии их погружения и вредных условий работы в них, следует использовать в исключительных случаях: при большой глубине заложения фундаментов, высоком уровне подземной воды, наличии в основании крупных твердых включений, когда невозможно применение опускных колодцев и свай оболочек.

4.6.3 Отметка поверхности, с которой осуществляется погружение опускных колодцев и кессонов, должна быть не менее чем на 0,5 м выше максимально возможного в период строительства уровня подземной воды или воды в водоеме (с учетом нагона и высоты наката волны).

4.6.4 Бермы отсыпаемого в водоеме островка должны иметь ширину, достаточную для обеспечения безопасной работы техники, но не менее 2 м.

4.6.5 Транспортирование опускных колодцев (кессонов) наплавку к месту их установки следует производить после проверки их устойчивости при высоте надводного борта не менее 1 м (с учетом высоты волны и возможного крена).

4.6.6 Основные оси опускных колодцев (кессонов) должны быть закреплены на них так, чтобы была обеспечена возможность контроля их положения в плане в любой момент времени погружения. Створные знаки и реперы для контроля их положения следует устанавливать за пределами зоны с возможными деформациями грунта, вызванными опусканием сооружения.

4.6.7 Для успешного погружения опускных колодцев должно соблюдаться следующее условие:

$$G + G_{п} \geq k_{п} \Sigma T, \quad (1)$$

где G - собственный вес колодца (с учетом взвешивания в воде);

$G_{п}$ - дополнительная пригрузка колодца;

$k_{п} = 1,15-1,25$ - коэффициент условий работы при погружении;

ΣT - силы трения стен колодца по грунту.

4.6.8 Допустимые отклонения размеров конструкций опускных колодцев и кессонов приведены в Таблице 11.

Таблица 11 - Допустимые отклонения размеров конструкций и смещений при погружении опускных колодцев и кессонов

Показатели	Величина	Контроль (метод и объем)
По поперечному сечению: длине и ширине радиусу закругления диагонали	+ 0,5%, но не более 10 см + 0,5%, но не более 6 см + 1%	Измерительный, через каждые 2 м высоты сооружения
По толщине стен: бетонных	+/- 3 см	
железобетонных	+/- 1 см	
Горизонтальное смещение	0,01 глубины погружения	
Отклонение от вертикали	1%	

4.6.9 Для облегчения погружения может также применяться пригрузка колодцев, осуществляемая грузами или при помощи домкратов.

4.6.10 Погружение опускных колодцев (кессонов) допускается производить не ранее достижения бетоном конструкции 70% расчетной прочности.

4.6.11 Величина посадки колодцев за каждый цикл погружения не должна превышать 0,5 м с соблюдением их вертикальности и проектного положения в плане.

4.6.12 Плотность глинистого раствора в тиксотропной рубашке должна быть такой, чтобы его гидростатическое давление было больше горизонтального давления грунта и подземных вод. Глины для приготовления глинистых растворов для тиксотропных рубашек и глинистые растворы должны удовлетворять требованиям, приведенным в Таблицах 12 и 13 соответственно.

4.6.13 Ширина наружного уступа на ножевой части опускных колодцев, формирующего полость для тиксотропной рубашки, должна быть для колодцев глубиной до 15 м равной 10 см, для колодцев большей глубины - 15 см.

4.6.14 Для предотвращения утечки глинистого раствора из тиксотропной рубашки в полость колодца над уступом ножевой части должен быть устроен уплотнитель (из листовой резины; пакли, пропитанной глинистым раствором, мятой глины и т.п.).

4.6.15 Верх грунта вокруг опускаемых колодцев в тиксотропных рубашках для предохранения от обрушения должен быть закреплен форшахтой высотой не меньше 1 м, устраиваемой из деревянных досок, листовой стали или железобетона. Стена форшахты должна отстоять от наружного края полости для тиксотропной рубашки на 5÷10 см.

4.6.16 При глубине погружения колодцев свыше 10÷12 м подача глинистого раствора в полость тиксотропной рубашки должна производиться нагнетанием через инъекционные трубы, расположенные с шагом 3÷5 м на наружной поверхности колодцев или внутри их стен. При меньшей глубине погружения и устойчивых грунтах подача раствора в полость тиксотропной рубашки может производиться путем свободной заливки сверху через форшахту.

4.6.17 Погружение колодцев в тиксотропных рубашках в грунтах с кавернами и пустотами (карст) не допускается.

4.6.18 Разработка грунта внутри опускаемых колодцев, погружаемых без водопонижения, производится с помощью грейферов. При погружении колодцев с водопонижением разработка грунта кроме грейферов может производиться (если позволяют размеры колодца) с применением экскаваторов, бульдозеров и другой землеройной техники. Для разработки грунта могут также применяться средства гидромеханизации. Для разработки полускальных и скальных грунтов допускается применение буровзрывных работ с использованием мелких зарядов.

4.6.19 Погружение колодцев и кессонов вблизи существующих зданий и сооружений должно сопровождаться их мониторингом. Наблюдаемые осадки зданий и сооружений не должны превышать допустимых величин, устанавливаемых проектом.

4.6.20 Открытый водоотлив допускается только для устойчивых грунтов при притоке подземных вод, не превышающем 0,2-0,25 м³/ч на 1 м² площади забоя колодца.

4.6.21 Понижение уровня подземных вод при открытом водоотливе должно опережать разработку грунта так, чтобы забой на всем периоде погружения колодца оставался сухим.

4.6.22 При погружении колодцев задавливанием разница перемещений в противоположных точках конструкции не должна превышать 10 мм.

4.6.23 Толщина грунтовой пробки в колодцах, погружаемых задавливанием, в глинах должна быть не меньше 0,5 м, в супесях и суглинках - 0,75 м, в песках - 1,5 м, в грунтах с плавучими свойствами - 2 м.

4.6.24 Число домкратов для задавливания следует назначать в зависимости от их грузоподъемности и диаметра погружаемого колодца. При погружении колодцев диаметром 3-6 м устанавливаются 3÷4 домкрата, при диаметре 6÷10 м - 4÷6 домкратов. При погружении колодцев больших диаметров устанавливается не менее одного домкрата на каждые 6-7 м периметра колодца.

4.6.25 Опорную конструкцию для размещения на ней домкратов следует устраивать в виде кольцевой подпорной стенки, закрепленной в грунте с помощью грунтовых анкеров, свай, контрфорсов или других устройств. Внутренний диаметр опорной конструкции должен быть на 0,5÷0,75 м больше наружного диаметра колодца.

4.6.26 Допускается устройство подушек из вспененных растворов, получаемых введением в цементные растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ). В качестве поверхностно-активных веществ следует использовать алкилфенол, сульфонал и другие пенообразователи. Для сокращения расхода цемента допускается утапливать в несхватившиеся вспененные растворы бутовый камень и бетонный бой.

4.6.27 До начала работ по опусканию кессонов оборудование (шлюзовые аппараты, шахтные трубы, воздухопроводы) должно быть освидетельствовано и испытано гидравлическим давлением, превышающим в 1,5 раза максимальное рабочее давление.

4.6.28 Компрессорная станция, обслуживающая кессонные работы, должна иметь резервные компрессоры суммарной производительностью не менее производительности самого мощного из числа рабочих компрессоров.

4.7 Сооружения, возводимые способом «стена в грунте»

4.7.1 Общие требования к сооружениям, возводимым способом «стена в грунте» приведены в СН РК 5.01-24.

4.7.2 Для приготовления глинистых растворов (глинистых суспензий) должны использоваться бентонитовые глины, а при их отсутствии - местные глины, удовлетворяющие требованиям, изложенным в Таблице 12.

Таблица 12 - Свойства местных глин приготовления глинистых растворов (глинистых суспензий)

Показатели	Величина	Контроль (метод и объем)
Число пластичности	Не менее 0,2	Измерительный, 3 пробы на 500 м ³ из разных мест
Содержание частиц размером:	1%	
крупнее 0,05 мм	Не более 10%	
менее 0,005 мм	Не менее 30%	
менее 0,001 мм	Не менее 10%	

4.7.3 Приготовленный глинистый раствор должен удовлетворять требованиям, изложенным в Таблице 13.

4.7.4 Для улучшения свойств глинистых растворов могут применяться различные химические реагенты. Перечень наиболее употребляемых реагентов и их назначение приведены в Таблице 14. Наиболее универсальным и широко применяемым реагентом является кальцинированная сода, служащая для улучшения качества раствора, приготовляемого из глин практически всех видов.

Таблица 13 - Требования к глинистым растворам (глинистым суспензиям)

Показатели	Величина	Контроль (метод и объем)
Плотность раствора: из бентонитовых глин из местных глин	1,03-1,10 г/см ³ 1,10-1,30 г/см ³	Измерительный, каждый замес из накопительной емкости 1 раз в смену
Содержание песка	Не более 4%	
Вязкость по СПВ- 5 или воронкой Марша	18-30 с; 30-35 с	
Распыл по конусу	12-18 см	
Стабильность	Не более 0,02 г/см ³	
Суточный отстой воды	Не более 4%	
Водоотдача за 30 мин.	Не более 30 см ³	
Толщина глинистой корки	Не более 4 мм	
Статическое напряжение сдвига (СНС) через 10 мин.	0,1-0,5 Па	
Водородный показатель реакции среды (рН)	8-11	

Таблица 14 - Перечень наиболее употребляемых реагентов и их назначение

Реагент	Количество, % от массы глины	Достижимый результат
Кальцинированная сода (Na_2CO_3)	0,25-2	Увеличение диспергации глинистых частиц уменьшение водоотдачи увеличение СНС и вязкости
Каустическая сода (NaOH)	0,005-0,015	Снижение вязкости
Силикат натрия (жидкое стекло) ($\text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{nSiO}_2$)	0,2-2	Увеличение вязкости увеличение СНС
Хлористый натрий поваренная	1-3	Увеличение структурной прочности
Карбоксиметилцеллюлоза (соль) NaCl (КМЦ)	1-2	Снижение водоотдачи увеличение вязкости
Угщелочной реагент (УЩР)	1-2	Снижение водоотдачи увеличение вязкости

4.7.5 При работе в неустойчивых грунтах с напорными водами для повышения плотности глинистых растворов в их состав следует вводить барит, магнетит и другие утяжелители в количестве до 7% массы глины.

4.7.6 Для обеспечения устойчивости стенок выработок должно соблюдаться следующее условие:

$$p_p \geq p_r + p_v, \quad (2)$$

где p_p - давление глинистого раствора,
 p_r - горизонтальное давление грунта (с учетом нагрузки на поверхности грунта),
 p_v - давление подземной воды.

Это условие может быть выполнено путем повышения плотности раствора или превышения уровня раствора над уровнем подземной воды.

4.7.7 Вода для приготовления глинистого раствора должна быть пресной, иметь жесткость не более 12° и соответствовать нормативным требованиям.

4.7.8 Необходимое количество глинистого раствора на 1 м³ траншеи следует определять с учетом потерь, связанных с поглощением раствора грунтом и составляющих 15-20%.

4.7.9 Для повторного использования глинистые растворы должны восстанавливаться путем очистки в регенерационных установках.

4.7.10 Высота форшахты должна быть не меньше 0,8÷1 м. Внутреннее расстояние между стенками форшахты в свету при применении грейферных и фрезерных механизмов должно быть на 5÷10 см больше проектной ширины траншеи, при применении буровых механизмов - соответствовать диаметру скважины.

4.7.11 Высотное положение форшахты должно быть таким, чтобы уровень глинистого раствора в ней был выше уровня подземной воды на 1-1,5 м. По этим соображениям при высоком уровне подземной воды для устройства форшахты должна быть отсыпана насыпь.

При разработке грунта для форшахт глинистый раствор в выработке должен поддерживаться на уровне не ниже 50 см от его верха. Разработка грунта не допускается, если уровень глинистого раствора находится ниже низа форшахты.

4.7.12 Сброс отработанного глинистого раствора в водоемы, канализацию и водопропускные сооружения категорически запрещен. Отработанный глинистый раствор должен вывозиться в отвалы.

4.7.13 Для приготовления полимерных растворов используются водорастворимые высокомолекулярные полимеры: полиакрилонитрил (гипан, пасты К-4, К-9), полиакриламид (ПАА), карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), сополимер М-14 и другое.

Оптимальные рецептуры полимерных растворов, показатели качества которых в значительной степени зависят от конкретных геолого-гидрохимических условий участка строительства, подбираются опытным путем. Плотность полимерных растворов обычно составляет $1,01 \div 1,1 \text{ г/см}^3$.

4.7.14 Осадка стандартного конуса, укладываемого в выработку бетона, должна составлять 18-20 см, а крупность заполнителя - не превышать 50 мм.

Укладка бетона в грунтовые выработки может также производиться путем напорного бетонирования, заключающегося в нагнетании бетонной смеси в выработку под избыточным давлением.

4.7.15 Для повышения прочности, сплошности и водонепроницаемости монолитных «стен в грунте» производят укладку в выработку малоподвижных бетонных смесей (осадка конуса $5 \div 9 \text{ см}$) с вибрационным уплотнением, осуществляемым в соответствии с нормативными требованиями.

Вибраторы, служащие для облегчения укладки бетона и его уплотнения, размещаются на нижней части бетонолитной трубы и/или у приемного бункера. Мощность вибраторов и режим виброукладки устанавливаются ППП в зависимости от глубины траншеи и размеров захватки.

4.7.16 Перед укладкой бетона в выработку заполняющий ее загрязненный глинистый раствор должен быть замещен на свежий, а дно выработки очищено от выпавшего шлама. Очистка дна выработки от шлама должна производиться с помощью грейфера, погружных насосов или эрлифтных установок.

4.7.17 Укладка бетона в выработку должна производиться не позже 8 ч. после окончания разработки грунта и не позже 4 ч. после опускания в выработку арматурного каркаса. При вынужденных перерывах глинистый раствор в выработке во избежание его расслаивания должен периодически перемешиваться.

Укладка бетона в выработку должна производиться без перерывов. Скорость бетонирования должна быть не меньше $20 \text{ м}^3/\text{ч}$, скорость подъема укладываемой бетонной смеси в выработке - не меньше 3 м/ч .

4.7.18 В случае вынужденного перерыва в бетонировании укладка бетона в выработку может быть продолжена не раньше, чем через 3 суток. При этом перед началом бетонирования поверхность уложенного бетона должна быть очищена от выпавшего шлама с помощью погружных насосов или эрлифтных установок.

4.7.19 Допустимые отклонения при проведении работ по возведению сооружений способом «стена в грунте» приведены в Таблице 15.

Таблица 15 - Допустимые отклонения при проведении работ по возведению сооружений способом «стена в грунте»

Показатели	Величина	Контроль (метод и объем)
Для ограждающих и несущих стен: смещение осей в плане отклонение от вертикали толщина монолитных стен	+/- 1 см 0,2% + 10 см	Измерительный, не реже, чем через 10 м по длине

толщина сборных стен	+ 1 см	
глубина	+ 20 см	
Для противотрифильтрационных завес:		
смещение осей в плане	+/- 5 см	
отклонение от вертикали	0,5%	
толщина	+ 20 см	
глубина	+ 20 см	

Таблица 16 - Состав входного контроля арматурных каркасов

Состав контроля	Метод и средство контроля	Периодичность
Соответствие каркаса проекту	Визуальный с составлением акта на приемку	Для каждого каркаса
Соответствие установленной в каркасе арматуры сертификату качества	Визуальный	Для каждого каркаса
Обеспеченность соблюдения требуемой толщины защитного слоя	Визуальный	Для каждого каркаса
Приемка арматурных работ по захваткам	Визуальный с составлением акта на скрытые работы	Для каждой захватки

4.7.20 Арматурные каркасы для «стены в грунте», поставляемые на стройплощадку, должны проходить входной контроль. Состав входного контроля арматурных каркасов приведен в Таблице 16.

4.8 Устройство траншейной «стены в грунте»

4.8.1 Траншейная «стена в грунте», как правило, устраивается отдельными захватками. Длина отдельной захватки должна определяться ППР из условия обеспечения устойчивости стенок траншеи, с учетом глубины проходки и размеров рабочего органа землеройного механизма. Объем секции бетонирования при этом, как правило, не должен превышать 100÷120 м³.

4.8.2 Захватки могут быть разработаны за один или несколько проходов рабочего органа землеройного механизма. Захватки длиной 5÷8 м формируются за три прохода: два боковых и один промежуточный.

При длине захватки больше 3÷3,5 м укладка бетона в захватку должна производиться одновременно через две бетонолитные трубы.

4.8.3 При глубине траншей свыше 20 м рекомендуется применять неизвлекаемые ограничители, входящие в конструкцию арматурного каркаса.

4.8.4 Конструкция ограничителей должна обеспечивать их врезку в грунтовые стены траншеи не менее чем на 3÷5 см. Нижний торец ограничителя должен быть заглублен ниже дна траншеи на 30÷50 см. Верх ограничителя должен быть надежно закреплен на форшахте.

4.8.5 Инвентарные ограничители следует во избежание сцепления с бетоном извлекать из захваток через 5÷6 ч. после окончания бетонирования. Формирующиеся в торцах готовых захваток углубления служат для направления землеройного механизма при разработке соседней секции, а после укладки бетона образуют шпоночное соединение.

4.8.6 Перед установкой сборных элементов должна замеряться глубина траншеи, которая при использовании сборных элементов, учитывая неровную поверхность ее дна, должна быть на 15÷20 см больше проектной.

4.8.7 Приготовленный тампонажный раствор должен удовлетворять требованиям, изложенным в Таблице 17.

4.8.8 Прочность затвердевшего тампонажного раствора на одноосное сжатие в возрасте 7 сут должна быть не менее 0,1 МПа (но не меньше прочности окружающего грунта), водонепроницаемость, характеризуемая коэффициентом фильтрации, 10^{-6} - 10^{-8} см/с.

Таблица 17 - Требования к тампонажным растворам

Показатель	Величина	Контроль (метод и объем)
Плотность раствора	Не менее 1,20 г/см ³	Измерительный, 1 раз в смену, из накопительной емкости
Начало схватывания	12-96 ч.	
Водоцементное отношение	2-4	
Расплыв по конусу АзНИИ	12-18 см	
Вязкость по СПВ-5	18-30 с	
Суточный отстой воды	Не более 4%	
Статическое напряжение сдвига (СНС) через 10 мин.	0,4-1 Па	

4.9 Устройство противofильтрационной завесы

4.9.1 Наибольший эффект от противofильтрационной завесы достигается при заглублении ее в водоупорные слои грунта. Глубина врезки завесы в водоупор должна быть не меньше 1 м. При глубоком заложении водоупорных слоев работа противofильтрационной завесы должна совмещаться с открытым водоотливом или водопонижением.

4.9.2 При подборе материала заполнения грунтовой выработки для противofильтрационной завесы следует руководствоваться Таблицей 18.

Таблица 18 - Материал заполнения грунтовой выработки для противofильтрационной завесы

Материал заполнения	Допустимый градиент напора I для противofильтрационной завесы	
	постоянной	временной
Заглинизированный грунт	20	30
Комовая глина	30	50
Глиноцементный раствор	100	150
Бетон	150	200

4.9.3 Комовая глина должна быть плотной, медленно размокаемой в воде, иметь выраженную комовую структуру в насыпи. Основная масса комьев должна быть размером не менее 10 см, максимальный размер комьев не должен превышать 1/3 ширины траншеи, природная влажность должна быть близка к пределу раскатывания, консистенция твердая, полутвердая или тугопластичная.

4.9.4 Для приготовления глиноцементного раствора применяют глины и суглинки с содержанием не менее 30% частиц размером менее 0,05 мм, цементы любой марки, химически стойкие к подземным водам, пески мелкие и средней крупности.

Плотность глиноцементного раствора должна быть выше плотности глинистой суспензии для обеспечения вытеснения последней из траншей. В зависимости от того, какими необходимыми свойствами должен обладать затвердевший раствор, плотность глиноцементного раствора подбирают в пределах 1,5-1,8 г/см³.

4.9.5 Рекомендуется укладку в грунтовую выработку материала заполнения производить не раньше 24 ч. после ее разработки, необходимых для формирования на стенках траншеи глинистой корки и закольматированного слоя, обладающих высокими противofильтрационными свойствами. Оставлять траншею незаполненной на большее время не следует, так как это может привести к вывалу грунта из стен траншеи.

4.9.6 Фильтрационные свойства материала заполнения противofильтрационной завесы (плотность, гранулометрический состав, коэффициент фильтрации) должны контролироваться путем отбора образцов из тела завесы и испытания их в лабораторных условиях из расчета 30 проб на 1000 м³.

4.9.7 Контроль качества укладки материала заполнения в противofильтрационную завесу должен осуществляться путем определения его плотности и влажности через каждые 20-25 м их длины, например, с использованием радиоизотопного метода.

4.10 Гидроизоляционные работы

4.10.1 До устройства фундаментной плиты любой тип гидроизоляции должен наноситься на бетонную или цементно-песчаную подготовку с выровненной поверхностью. Ровность поверхности определяется по [СНиП РК 3.02-29-2004](#). После устройства гидроизоляции она должна быть защищена от механических повреждений цементно-песчаной стяжкой.

4.10.2 Гидроизоляционные работы должны производиться в осушенном котловане на сухой поверхности. При отрицательных температурах на гидроизолируемой поверхности не должно быть снега и наледи. Допустимая влажность поверхности для различных видов гидроизоляционных материалов указана в [СНиП РК 3.02-29-2004](#).

Допустимая температура применения гидроизоляционных материалов должна предоставляться изготовителем данных материалов.

4.10.3 При наличии наблюдательных колодцев дренажей, устраиваемых под фундаментной плитой (и других мест пересечения конструктивных элементов с фундаментной плитой), мест сопряжений свай с фундаментной плитой, сквозных проходок горизонтальной гидроизоляции, следует обратить особое внимание на качественное и надежное сопряжение горизонтальной гидроизоляции с указанными конструкциями. Места перехода вертикальной поверхности на горизонтальную поверхность (внешний угол), должны быть скруглены с R = 50 мм.

4.10.4 В том случае, если подземная часть сооружения строится в открытом котловане или под защитой шпунтового ограждения, гидроизоляционное покрытие должно быть выведено из-под подошвы фундаментной плиты на ее торцевую поверхность. Свободные участки полотнищ гидроизоляции должны быть выведены выше плиты и защищены от загрязнения (в том числе от возможного повреждения) в ожидании их сопряжения с вертикальной гидроизоляцией, наносимой на внешнюю поверхность стен или на шпунтовую стенку. Нанесение гидроизоляции на фанерные щиты или деревянную опалубку не допускается.

4.10.5 В том случае, если в качестве гидроизоляции проектом предусмотрено покрытие из бентонитовых матов, необходимо выполнить их пригрузку в сухом состоянии до возможного первоначального увлажнения так как бентонит, высушенный в свободном состоянии после замачивания, теряет свои противofильтрационные свойства.

4.10.6 Рулонная гидроизоляция из полимерных материалов образцы которой отбираются с различных участков сварных швов, должны проходить систематические

испытания в процессе строительства в специализированной лаборатории по разработанной программе.

4.10.7 При применении рулонных полимерных покрытий, позволяющих за счет их комплектации набором штуцеров и шлангов производить одно- или двукратное нагнетание ремонтных растворов за прижимную стенку на дефектных участках секционированного покрытия, следует исключить их загрязнение или заполнение цементным раствором в процессе строительных работ.

5. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ

5.1 Химическое закрепление грунтов

5.1.1 Силикатизация однорастворная и двухрастворная позволяет закреплять пески с достижением прочности закрепленного грунта (ПЗГ) соответственно 0,3÷0,5 МПа и 0,5÷8,0 МПа, а также закреплять лессовые грунты однорастворной силикатизацией с достижением ПЗГ 0,5÷2,0 МПа. Смолизация однорастворная позволяет закреплять пески с достижением ПЗГ 0,5÷5 МПа.

5.1.2 Порядок производства инъекционных работ назначается проектом в зависимости от конструкции закрепляемого массива, грунтовых и гидрогеологических условий площадки с соблюдением правил:

а) до начала основных работ при закреплении грунтов под существующими сооружениями следует производить вспомогательную цементацию (цементами общестроительного назначения) зоны на контакте фундаментов и основания - в качестве мероприятия против возможных утечек закрепляющих реагентов;

б) нагнетание закрепляющих растворов следует выполнять в режиме с соблюдением величин расхода и давления, не вызывающих в грунте разрывов и выхода за пределы зоны закрепления;

в) последовательность инъекционных работ при закреплении обводненных песчаных грунтов должна обеспечивать гарантированное вытеснение подземных вод из закрепляемого объема грунтового массива нагнетаемыми реагентами; защемление подземных вод в закрепляемом массиве не допускается;

г) в неоднородных по проницаемости грунтах слой с большей проницаемостью следует закреплять в первую очередь;

д) не допускается засорение отвердевшими реагентами и повреждения подземных инженерных коммуникаций (коллекторов, кабельных и телефонных каналов, дренажей и др.), расположенных вблизи участков производства инъекционных работ;

е) промывочные воды и технические отходы должны перекачиваться в специальные емкости, которые следует вывозить с объекта участка и разгружать в установленных для этого местах.

5.1.3 Нагнетание растворов в грунты следует производить под пригрузом, исключающим выходы растворов на поверхность, в качестве которого, может быть расчетный слой грунта толщиной не менее 1,5 м над закрепляемым массивом, а при его отсутствии - специально устроенное покрытие из бетона или другого материала по весу и прочностным свойствам способное исключать прорывы растворов на поверхность.

5.1.4 В случаях возникновения разрывов с выходом растворов на поверхность или в каналы инженерных коммуникаций необходимо нагнетание прекратить и выполнить назначенные авторским надзором мероприятия по ликвидации прорывов.

5.1.5 Контроль качества закрепления грунтов в отношении сплошности и однородности закрепления, формы и размеров закрепленного массива, прочностных, деформационных и других физико-механических свойств закрепленных грунтов обеспечивается следующими мероприятиями:

а) вскрытием контрольных шурфов;

- б) бурением контрольных скважин с отбором, обследованием и испытанием проб;
- в) испытаниями закрепленного массива статическим или динамическим зондированием;
- г) исследованиями закрепленных массивов геофизическими методами.

5.1.6 Мероприятия по контролю заданных проектом форм, размеров и однородности закрепления должны быть предусмотрены в проекте. Количество контрольных скважин (буровых, зондировочных) должно ориентировочно составлять 3÷5% общего количества рабочих скважин, а число шурфов назначается ориентировочно - один шурф на 1 тыс. м³ закрепленного грунта, но не менее двух шурфов на объект.

5.2 Цементация грунтов

5.2.1 Цементные растворы из цементов общестроительного назначения в силу грубодисперсного состава (удельная поверхность частиц не более $3,5 \cdot 10^3$ см²/г) применяются для укрепления путем пропитки трещиноватых скальных (раскрытие трещин более 0,1 мм, удельное водопоглощение не менее 0,01 л/(мин × м²), крупнообломочных и гравелистых песчаных грунтов (коэффициент фильтрации свыше 80 м/сут).

5.2.2 Работы по цементации грунтов следует выполнять в соответствии с проектом и регламентом. Регламент на улучшение свойств грунтов составляется на основании проекта и должен включать разделы, отражающие требования к технологии производства работ, контролю качества и приемке работ, охране окружающей среды и технике безопасности. В регламенте должны быть отражены расчетные значения параметров, уточняемые на этапе опытных работ. Значения рабочих параметров, являющиеся обязательным элементом при работах по улучшению свойств грунтов, назначаются авторами проекта при научно-техническом сопровождении работ.

5.2.3 В трещиноватых и закарстованных грунтах инъекционные скважины следует бурить способами, обеспечивающими промывку скважины водой или продувку ее воздухом, установку в скважине тампона, поступление цементного раствора в трещины и пустоты грунтов.

5.2.4 Скважины в трещиноватых и закарстованных скальных грунтах по окончании бурения должны быть промыты водой до полного осветления изливающейся воды или водовоздушной смеси.

5.2.5 В случаях, если при бурении скважины наблюдается поглощение промывочной воды или обрушение стенок скважины, бурение следует остановить и приступить к цементации пробуренной части скважины.

5.2.6 Бурение и нагнетание растворов в трещиноватых грунтах при глубине цементируемой породы до 6÷8 м следует производить, как правило, в один прием независимо от характера трещиноватости и величины удельного водопоглощения.

При большей глубине следует производить разделение скважины на зоны и поочередное нагнетание раствора в каждую из них в следующих случаях:

а) в породах, обладающих сравнительно небольшой и одинаковой по всей глубине трещиноватостью (удельное водопоглощение 0,1÷0,2 л/мин) и исключающих обрушение стенок скважин, интервал зоны допускается до 10 м;

б) в породах с переменной трещиноватостью или при больших значениях удельного водопоглощения (0,2÷1,0 л/мин и более) интервал зоны принимается от 3 до 5 м;

в) в породах с карстовыми кавернами и крупными трещинами интервал зоны принимается до 1-3 м.

5.2.7 Для качественного закрепления трещиноватых и закарстованных грунтов должна быть обеспечена, в пределах закрепляемого массива, локализация растворов, нагнетаемых через скважины, и заполнение всех трещин (каналов, полостей). Для этого следует соблюдать следующую последовательность работ:

а) создание защитного барьера против выхода растворов за контур закрепляемого массива путем предварительной цементации крупных трещин, каналов, пустот через барьерные скважины, расположенные по контуру массива;

б) последующая инъекция растворов внутри контура через систему скважин, предусмотренных проектом.

5.2.8 Нагнетание цементного раствора в скважину (зону) в трещиноватые породы следует производить до отказа или до перерыва нагнетания в случаях, предусмотренных проектом. За отказ в поглощении следует принимать снижение расхода раствора до 2÷5 л/мин в зависимости от внутреннего диаметра растворопровода при проектном давлении отказа.

5.2.9 Нагнетание цементного раствора в скважину (зону) в крупнообломочные грунты и гравелистые пески следует производить в проектном объеме. В случае отказа (закачено не более 50%) инъекцию нереализованного проектного объема повторить в ту же скважину (зону) или через вновь пробуренную рядом скважину (зону). За отказ в поглощении следует принимать условие, предусмотренное в 5.2.8.

5.2.10 Нагнетание растворов в трещиноватые, крупнообломочные грунты и гравелистые пески следует производить под пригрузкой, в качестве которой используются залегающие над областью инъекции грунты, само сооружение или специально уложенные бетонные плиты, которые по весу и прочностным свойствам не должны подвергаться разрушению с выходами реагентов на поверхность.

5.2.11 Закрепление песчаных грунтов от крупных до мелких может производиться цементацией в режиме пропитки по технологиям:

а) инъекцией растворов, приготовленных из высокодисперсных цементов (микроцементов), отличающихся показателем удельной поверхности свыше 104 см²/г, через иньектор (скважину);

б) инъекцией растворов, приготовленных из цементов общестроительного назначения, через иньектор с одновременной его вибрацией.

5.2.12 Производство работ по закреплению микроцементами песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации 1÷80 м/сут включает последовательно следующие этапы:

а) погружение иньекторов в грунт или бурение и оборудование иньекционных скважин манжетными колоннами;

б) приготовление цементного раствора в растворомешалках скоростного типа с повышенным числом оборотов турбинки более 2500 об/мин и непрерывное перемешивание в целях сохранения стабильности от расслоения и седиментации цементных частиц до его внедрения в грунт;

в) нагнетание цементного раствора в грунт;

г) извлечение иньекторов или ликвидация иньекционных скважин;

д) работы по контролю качества конструкции из закрепленного грунта.

5.2.13 Качество закрепленного грунта должно соответствовать установленным требованиям проекта. Предельные отклонения в сторону уменьшения измеряемых величин - не более 10%.

5.2.14 Закрепление песков с коэффициентом фильтрации 0,1÷80 м/сут, любой степени влажности производится цементным раствором, приготовленным из цементов общестроительного назначения, по технологии виброцементации. Она состоит в одновременном выполнении процессов погружения иньектора в грунт с помощью высокочастотного вибропогружателя и нагнетания через него цементного раствора.

5.2.15 Диаметр грунтоцементной колонны, образующейся при виброцементации, в зависимости от конструкции иньектора, составляет 0,3÷0,8 м, а прочность камня в зависимости от расхода цемента достигает до 10 МПа и более.

5.2.16 Расход цементного раствора при виброцементации регулируется скоростью погружения иньектора в грунт, которая в среднем составляет 0,4÷1,0 м/мин.

5.3 Цементация грунтов инъекцией в режиме гидроразрывов

5.3.1 Выбор способа нагнетания растворов по технологии гидроразрывов через скважины или инъекторы, порядок производства инъекционных работ, расход растворов, режим нагнетания (давление, расход во времени), требуемые физико-механические характеристики усиленных грунтов назначаются проектом в зависимости от расчетных габаритов закрепляемого массива, грунтовых и гидрогеологических условий, результатов опытных работ.

5.3.2 Нагнетание укрепляющего раствора в скважины (инъекторы), в целях равномерного распределения в границах усиления и изменения НДС грунтов локально направленных гидроразрывов, следует производить зонами (захватками), не превышающими 1 м. Допускается при соответствующем обосновании по результатам опытных работ на экспериментальном участке применять зоны (захватки), превышающие 1 м. Расстояния между скважинами (инъекторами) назначаются проектом и, как правило, не должны превышать 2,5 м для геомассива и 1 м для геотехнического барьера.

5.3.3 Для качественного уплотнения грунтов должна быть обеспечена при выполнении работ локализация нагнетаемых растворов в пределах усиливаемого массива. Для этого в проекте следует предусмотреть следующую последовательность работ:

а) создание защитной зоны против чрезмерного выхода растворов за контур укрепляемого массива путем предварительной цементации скважин (инъекторов), расположенных по внешнему контуру массива;

б) инъекцию растворов внутри контура, которая должна производиться способом последовательного сближения инъецируемых скважин, начиная с максимальных расстояний, при которых гидравлическая связь между ними при заданных проектом давлениях будет отсутствовать.

5.3.4 Нагнетание растворов при уплотнении грунтов следует производить под пригрузом, исключающим выходы растворов на поверхность, в качестве которого может быть само здание (сооружение) на плитном фундаменте либо расчетный слой грунта над закрепляемым массивом, а при его отсутствии - специально устроенное покрытие из бетона или другого материала по весу и прочностным свойствам, способное исключать прорывы растворов на поверхность.

5.3.5 Нагнетание растворов при уплотнении и изменении НДС грунтов в зоны (захватки) в скважинах (инъекторах) следует производить в проектом объеме. В случае отказа (при закачке не более 50%) производить в ту же зону повторную инъекцию нереализованного проектного объема. Допускается производить реализацию через вновь рядом пробуренную скважину (инъектор). За отказ в поглощении следует принимать условие, предусмотренное в [5.2.8](#) настоящего свода правил.

5.3.6 Оценка качества изменения физико-механических свойств уплотненных гидроразрывами грунтов и соответствие их проектным критериям должны выполняться после завершения инъекционных работ способами, назначаемыми проектом: штамповым испытанием, статическим или динамическим зондированием, геофизическими методами, исследованием физико-механических свойств грунтов в открытых шурфах. Количество контрольных скважин с отбором керна и точек зондирования должно составлять не менее 3% общего количества инъекционных скважин. При проведении работ по усилению грунтов оснований существующих и строящихся зданий рекомендуется осуществлять инструментальный мониторинг за осадками их фундаментов.

5.3.7 Выполнение работ при уплотнении и изменении НДС грунтов по гидроразрывной технологии должно сопровождаться входным контролем применяемых материалов, фиксацией исполнения проектных параметров и результатов контрольных работ в соответствующих журналах и другой исполнительной документации в установленном порядке.

5.3.8 Выполнение работ по компенсационному нагнетанию должно сопровождаться инструментальными наблюдениями за перемещениями ограждающих конструкций котлована, фундаментов существующих зданий и сооружений, массива грунта между

ними. Выполнение работ по компенсационному нагнетанию должно фиксироваться в журналах: по бурению и оборудованию инъекционных скважин или погружению в грунт инъекторов; по инъекции растворов в грунт; по инструментальному мониторингу ограждающей конструкции и наблюдаемых зданий и сооружений, а также другой контрольной документации в установленном порядке.

5.4 Цементация грунтов по струйной технологии (Jet Grouting)

5.4.1 Метод струйной цементации может применяться в песчаных, супесчаных, суглинистых и глинистых грунтах. Условием применимости струйной технологии является получение требуемых проектом заданных размеров, форм и характеристик материала грунтоцемента:

- а) прочность на сжатие;
- б) однородность;
- в) долговечность (для постоянных конструкций).

5.4.2 В фундаментостроении метод струйной цементации используется при создании временных и постоянных несущих и ограждающих конструкций из грунтоцементных элементов, выполненных в виде цилиндрических массивов типа свай, и противофильтрационных завес в виде тонких полостей в грунте, заполненных грунтоцементом, или конструкций из взаимно пересекающихся грунтоцементных элементов (jet-свай).

5.4.3 Струйная технология включает в себя следующие основные операции:

а) бурение направляющей лидерной скважины без обсадки на глубину, превышающую глубину заложения свай или завесы на 1 м;

б) размыв в грунте по мере подъема инструмента (монитора) прорези или цилиндрической полости с одновременным смешением грунтового шлама с цементным или цементоглинистым раствором.

5.4.4 Закрепление грунтов методом струйной цементации, в зависимости от грунтовых условий, назначения и требуемой прочности и фильтрационных свойств создаваемой грунтоцементной конструкции, может производиться по следующим трем технологиям:

а) однокомпонентная технология (Jet1). Разрушение грунта производится струей цементного (цементоглинистого) раствора. Технология наиболее простая в исполнении, достигается наибольшая плотность и прочность грунтоцемента. Прочность на сжатие грунтоцемента при оптимальном расходе цемента (350-400 кг/м³) в песчаных грунтах, выполненных по технологии (Jet1), составляет в среднем 5-10 МПа, в глинистых грунтах - до 4 МПа. Диаметр грунтоцементных свай в глинистых грунтах не превышает 500 мм, в песчаных грунтах - 700 мм. Возможны более высокие показатели диаметра и прочности при повышенных расходах цемента вплоть до полного замещения грунта цементным раствором;

б) двухкомпонентная технология (Jet2). Для увеличения объема закрепляемого грунта используется дополнительно энергия сжатого воздуха, создающего искусственный воздушный поток вокруг струи раствора. Плотность и прочность грунтоцемента ниже на 10-15%, чем по технологии Jet1, диаметр грунтоцементных элементов больше и достигает в глинистых грунтах 700 мм, в песках 1000 мм;

в) трехкомпонентная технология (Jet3). Разрушение грунта производится водной струей в искусственном воздушном потоке, а цементный (цементоглинистый) раствор подается в виде отдельной струи. Плотность и прочность грунтоцемента значительно ниже, чем при Jet1 и Jet2, диаметр грунтоцементных элементов больше и может достигать при оптимальном расходе цемента в глинах 900 мм, в песках 1500 мм.

5.4.5 Комплект технологического оборудования, необходимый для струйной цементации грунтов по технологии с использованием технологий Jet1, Jet2, Jet3, в зависимости от решаемых технических задач, включает:

а) буровой станок со струйным монитором, предназначенный для бурения направляющей скважины и перемещения в ней струйного монитора с вращением или без него;

б) растворный узел, скомпонованный растворомешалками для приготовления и хранения до реализации твердеющего раствора и высоконапорными насосами для подачи через монитор размывающего и твердеющего растворов;

в) компрессор для подачи сжатого воздуха с целью создания воздушного потока (для Jet2, Jet3);

г) склад (силос) для хранения и механизированной подачи цемента для приготовления твердеющего раствора.

5.4.6 Контроль качества и оценка завершенности работ по закреплению грунтов методом струйной цементации, относящихся к скрытым работам, должен производиться систематически на всех этапах производства работ, включая:

а) входной контроль поступающих материалов, заключающийся в проверке соответствия их стандартам, техническим условиям, паспортам и другим документам, подтверждающим качество материалов, в проверке соблюдения требований их разгрузки и хранения;

б) контроль за скважинами, их расположением в плане, габаритами (диаметром и глубиной), направлением и отклонением от вертикали в массиве;

в) оперативный контроль за соблюдением технологического режима производства работ (скорость подъема и вращения монитора, консистенция и расход цементного раствора, давление нагнетания размывающего и твердеющего растворов), соответствующего проектным рекомендациям;

г) контрольные работы по определению результатов укрепления основания струйной цементацией и соответствие их проектным требованиям.

5.4.7 Оценка прочности материала цилиндрических грунтоцементных массивов (свай) производится путем испытания на одноосное сжатие кернов, выбуренных из тела сваи (в центре и на периферии) не ранее, чем через 7 сут после ее изготовления.

5.4.8 Качество закрепленных грунтов методом струйной цементации (сплошность и однородность закрепления, формы и размеры массива, прочностные и деформационные характеристики закрепленных грунтов) должно соответствовать требованиям проекта. Предельные отклонения с уменьшением измеряемых величин - не более 10%.

5.5 Цементация грунтов по бурсмесительной технологии

5.5.1 Цементация грунтов по технологии бурсмесительного способа позволяет создавать в слабых грунтах, включая пески, глинистые грунты, илы и лессы, конструкции из грунтоцемента в виде цилиндрических массивов (свай) диаметром до 0,8÷1,0 м длиной до 10 м, а в илах до 30 м.

5.5.2 Работы по закреплению грунтов бурсмесительным способом следует производить специальными бурсмесительными машинами или станками вращательного бурения с крутящим моментом не менее 2,5 кН × м (250 кгс × м) - при диаметре грунтоцементных свай до 0,7 м и не менее 5 кН × м (500 кгс × м) - при диаметре до 1 м.

5.5.3 Технологический режим, связанный с частотой вращения и линейной скоростью перемещения бурсмесителя, последовательностью нагнетания и расхода цементного раствора, числом дополнительных (перемешивающих) проходов бурсмесителя, назначается проектом на основании результатов опытно-производственных работ или по аналогу с идентичными грунтовыми условиями.

5.5.4 Для нагнетания цементного раствора следует применять растворонасосы, развивающие давление не менее 0,7 МПа (7 кгс/см²) и обеспечивающие непрерывную дозированную подачу раствора.

5.5.5 Контроль качества производства работ обеспечивается обязательным ведением журнала, в котором указывается: дата, время начала и окончания работы на скважине; диаметр бурсмесителя и глубина закрепления (длина илцементной сваи); расход

цемента ($\text{кг}/\text{м}^3$ сваи); водоцементное отношение по массе; линейная скорость погружения и подъема буросмесителя ($\text{м}/\text{мин}$); частота вращения буросмесителя при погружении и подъеме ($\text{об}/\text{мин}$); кратность перемешивания; производительность растворонасоса при погружении и подъеме буросмесителя ($\text{л}/\text{мин}$); порядок нагнетания цементного раствора (при погружении или подъеме).

5.5.6 Оценка прочности материала грунтоцементных свай производится путем испытания на одноосное сжатие кернов, выбуренных из тела сваи (в центре и на периферии) не ранее, чем через 7 сут после ее изготовления. Несущая способность грунтоцементных свай определяется не ранее, чем через 28 сут после ее изготовления, путем приложения осевой сжимающей нагрузки в соответствии с действующими нормативными документами [ГОСТ 5686-94](#) и СП РК 5.01-103-201.

5.6 Термическое закрепление грунтов

5.6.1 Метод термического обжига лессовых и глинистых грунтов с содержанием глинистых частиц не менее 7% и коэффициентом водонасыщения не более 0,5 применяется для ликвидации их просадочных и пучинистых свойств.

5.6.2 Образование массива следует считать законченным, если установленные в расчетном контуре термодатчики зафиксировали достижение заданной расчетной температуры, но не менее 350°C .

5.6.3 Качество термического закрепления грунтов надлежит контролировать по результатам лабораторных испытаний на прочность, деформируемость и водостойкость образцов закрепленных грунтов, отбираемых из контрольных скважин. При этом учитываются также зафиксированные в рабочих журналах результаты замеров расхода топлива (электроэнергии) и сжатого воздуха, данные о температуре и давлении газов в скважинах в процессе термообработки грунтов. При необходимости, определяемой проектом, прочностные и деформационные характеристики закрепленных грунтов, кроме того, определяются полевыми методами.

5.7 Уплотнение грунтов, устройство грунтовых подушек и предпостроечное уплотнение слабых водонасыщенных грунтов

5.7.1 Уплотнение грунтов, устройство грунтовых подушек

5.7.1.1 Принятые к производству работ проектные решения по уплотнению грунтов должны содержать:

- для всех способов уплотнения - исходные и требуемые значения показателей качества уплотнения (плотность сухого грунта или коэффициент уплотнения), глубина уплотнения, величина понижения поверхности и другие, подлежащие проверке в составе операционного и приемочного контроля, а также перечень технологических параметров и показателей качества, подлежащих уточнению в ходе опытного уплотнения; допускаемые расстояния от работающих механизмов или уплотняемых площадей до существующих зданий и сооружений; данные об объемах уплотняемых грунтов и массивов;

- при поверхностном уплотнении грунтов естественного залегания трамбовками - план и размеры котлована с отметками и размерами уплотняемой площади или отдельных участков под фундаментами и контурами фундаментов, указания о необходимой глубине уплотнения, оптимальной влажности грунта, выборе типа грунтоуплотняющего механизма, диаметра, веса и необходимого числа ударов трамбовками или числа проходов уплотняющей машины по одному следу, величине понижения трамбуемой поверхности;

- при устройстве грунтовых подушек - планы и разрезы котлованов с отметками, физико-механические характеристики отсыпаемого грунта, указания по толщине отсыпаемых слоев, рекомендуемым машинам для уплотнения грунта и режимам работы, а также плотность сухого грунта или коэффициент его уплотнения в подушках;

- при вытрамбовывании котлованов - план котлована под здание или сооружение с отметками, с которых следует производить вытрамбовывание котлованов под фундаменты, размеры в плане и глубину отдельно вытрамбованных котлованов, конструкцию фундаментов с предельными нагрузками на основание, размеры, форму,

массу и высоту сбрасывания трамбовки и ориентировочное число ударов при вытрамбовывании котлованов на заданную глубину; допустимый диапазон изменения влажности грунтов, минимально допустимые расстояния между вытрамбованными котлованами, размеры уширений в их основании, а также объем и вид жесткого грунтового материала (щебень, гравий, песчано-гравийная смесь и т.д.), втрамбовываемого в дно котлована, число порций и объем одной порции;

- при уплотнении грунтовыми сваями - план котлована с размещением свай, с указанием их диаметра и глубины, требования к влажности уплотняемых грунтов, характеристику применяемого оборудования, общее количество грунта и отдельных порций, засыпаемых в скважины, а также высоту разрыхленного верхнего (буферного) слоя грунта и способ его доуплотнения;

- при уплотнении предварительным замачиванием и замачиванием с глубинными взрывами - план уплотняемой площади и разбивки ее на отдельные участки (карты) с указанием их глубины и очередности замачивания, расположение и конструкции поверхностных и глубинных марок, схему сети водовода, данные по среднесуточному расходу воды на 1 м² уплотняемой площадки и времени замачивания каждого котлована или участка (карты), величину условной стабилизации просадки, а в случае замачивания через скважины, дополнительно - план расположения скважин с указанием их глубины, диаметра, способа проходки и вида дренирующего материала для засыпки, способы уплотнения верхнего недоуплотненного (буферного) слоя грунта. При уплотнении просадочных грунтов замачиванием и глубинными взрывами дополнительно должны быть приведены план расположения, диаметр, глубина скважин для установки зарядов, а также технология взрывных работ с указанием противосейсмических мероприятий и техники безопасности производства взрывных работ;

- при глубинном виброуплотнении - план площадки с указанием глубины уплотнения, схему точек погружения виброуплотнителя, основные его характеристики, режим работы виброустановки, расчетное значение показателя уплотнения грунта.

5.7.1.2 Опытное уплотнение следует выполнять в соответствии с Приложением В по программе, учитывающей гидрогеологические условия площадки, предусмотренные проектом средства уплотнения, сезон производства работ и другие факторы, влияющие на технологию и результаты работ.

5.7.1.3 До начала работ по уплотнению необходимо уточнить природную влажность и плотность сухого грунта на глубину, определяемую проектом по нормативным требованиям или экспресс-методами, зондированием, а также оптимальную влажность и максимальную плотность уплотняемого грунта по [ГОСТ 22733](#).

Если природная влажность грунта окажется ниже оптимальной на величину $w_{opt} (1 - A)$, надлежит производить его доувлажнение расчетным количеством воды.

5.7.1.4 Поверхностное уплотнение грунтов трамбованием следует выполнять с соблюдением следующих требований:

- при различной глубине заложения фундаментов уплотнение грунта следует производить, начиная с более высоких отметок;

- по окончании поверхностного уплотнения верхний недоуплотненный слой грунта необходимо доуплотнить по указанию проекта;

- уплотнение грунта трамбованием в зимнее время допускается при немерзлом состоянии грунта и естественной влажности. Необходимая глубина и степень уплотнения его при влажности грунта ниже оптимальной достигается увеличением веса, диаметра или высоты сбрасывания трамбовки;

- контрольное определение отказа производится двумя ударами трамбовки при сбрасывании ее с высоты, принятой при производстве работ, но не менее 6 м. Уплотнение признается удовлетворительным, если понижение уплотняемой поверхности под действием двух ударов не превышает величины, установленной при опытном уплотнении.

5.7.1.5 Устройство грунтовых подушек следует производить с соблюдением следующих требований:

- грунт для устройства грунтовой подушки должен уплотняться при оптимальной влажности в соответствии с [5.7.1.3](#);
- отсыпку каждого последующего слоя надлежит производить только после проверки качества уплотнения и получения проектной плотности по предыдущему слою;
- устройство грунтовых подушек в зимнее время допускается из талых грунтов с содержанием мерзлых комьев размером не более 15 см и не более 15% общего объема при среднесуточной температуре воздуха не ниже минус 10°C. В случае понижения температуры или перерывов в работе подготовленные, но не уплотненные слои и участки котлована должны укрываться теплоизоляционными материалами или рыхлым маловлажным грунтом.

Отсыпка грунта на замороженный слой допускается как исключение при толщине мерзлого слоя не более 0,4 м, когда влажность отсыпаемого грунта не превышает 0,9 влажности на границе раскатывания; в противном случае замороженный грунт должен быть удален.

5.7.1.6 Вытрамбовывание котлованов под фундаменты следует выполнять с соблюдением следующих требований:

- вытрамбовывание котлована под отдельно стоящие фундаменты надлежит выполнять сразу на всю глубину котлована без изменения положения направляющей штанги трамбуемого механизма;
- доувлажнение грунта в необходимых случаях следует производить от отметки дна общего котлована под здания или сооружения на глубину не менее полуторной ширины ниже дна вытрамбовываемого котлована;
- втрамбовывание в дно котлована жесткого материала для создания уширенного основания следует производить сразу же после вытрамбовывания котлована на заданную глубину;
- фундаменты, как правило, устраиваются сразу же после приемки вытрамбованных котлованов. Максимальный перерыв между вытрамбовыванием и бетонированием - одни сутки. При этом толщина дефектного (замороженного, размокшего и т.п.) слоя на стенах и дне котлована не должна превышать 3 см;
- бетонирование фундамента следует производить враспор;
- вытрамбовывание котлованов в зимнее время следует производить при талом состоянии грунта. Промерзание грунта с поверхности допускается на глубину не более 20 см.

Оттаивание мерзлого грунта следует производить на всю глубину промерзания в пределах площадки, стороны которой равны полуторным размерам сторон котлована; вытрамбовывание котлована при отрицательной температуре воздуха следует производить без дополнительного увлажнения грунта;

- при массе трамбовок 3 т и выше запрещается вытрамбовывать котлованы на расстояниях менее: 10 м - от эксплуатируемых зданий и сооружений, не имеющих деформаций и относящихся к I - нормальной категории состояния и 15 м - от зданий и сооружений при их II - удовлетворительной категории состояния, а также от инженерных коммуникаций, выполненных из чугунных, железобетонных, керамических, асбестоцементных и пластмассовых труб. При массе трамбовок менее 3 т указанные расстояния могут быть уменьшены в 1,5 раза.

5.7.1.7 Глубинное уплотнение грунтовыми сваями следует выполнять с соблюдением требований:

- пробивка скважин станками ударно-канатного бурения с помощью навесного оборудования на грузоподъемные машины (экскаваторы, краны и др.) должна производиться с поверхности дна котлована;

- расширение скважин с помощью взрыва допускается при природной влажности грунта, близкой к оптимальной, а при меньшей влажности грунт должен быть доувлажнен см. п. 5.7.1.3);

- скважины надлежит устраивать через одну, а пропущенные - только после засыпки и уплотнения ранее пройденных;

- перед засыпкой каждой скважины, полученной взрывом, должны производиться замеры ее глубины; при образовании завала высотой до двух диаметров скважины он должен быть уплотнен 20 ударами трамбующего снаряда с удельной энергией удара 250-350 кДж/м², более двух диаметров - завал удаляется выбуриванием грунта;

- скважины заполняют грунтом порциями, каждая из которых уплотняется, в качестве грунтового материала используются суглинки и супеси (без включений растительных остатков и строительного мусора), имеющие оптимальную влажность; объем грунта в порции назначают из расчета получения столба рыхлого грунта в скважине высотой не более двух ее диаметров;

- засыпку скважин при отрицательной температуре воздуха необходимо производить только немерзлым грунтом.

5.7.1.8 Уплотнение грунтов предварительным замачиванием следует выполнять с соблюдением требований:

- замачивание надлежит выполнять путем затопления котлована водой с поддержанием глубины воды 0,3÷0,5 м и продолжать до тех пор, пока не будут достигнуты промачивание до проектной влажности всей толщи просадочных грунтов и условная стабилизация просадки, за которую принимается просадка менее 1 см в неделю;

- в процессе предварительного замачивания необходимо вести систематические наблюдения за осадкой поверхностных и глубинных марок, а также расходом воды; нивелирование марок необходимо производить не реже одного раза в 5÷7 дней;

- фактическую глубину замачивания следует устанавливать по результатам определения влажности грунта через 1 м по глубине на всю просадочную толщу;

- при отрицательных температурах воздуха предварительное замачивание следует производить с сохранением дна затопляемого котлована в немерзлом состоянии и подачей воды под лед.

5.7.1.9 Уплотнение просадочных грунтов замачиванием и энергией взрыва следует выполнять с соблюдением требований:

- замачивание необходимо выполнять через дно котлована, дренажные, взрывные или совмещенные скважины, заполненные дренирующим материалом, и продолжать до промачивания всей просадочной толщи до проектной влажности;

- по окончании замачивания и после производства взрывных работ следует проводить наблюдения за осадкой поверхностных и глубинных марок. Нивелирование после взрыва зарядов ВВ надлежит производить в течение последующих 15÷20 сут;

- глубину котлована или распределительных траншей, отрываемых за счет срезки грунта, следует назначать из условия сохранения слоя воды при замачивании 0,3÷0,5 м. В зимнее время уровень воды в котловане и траншеях следует поддерживать на одной отметке;

- в необходимых случаях, когда уплотнение грунта производится на больших площадях, допускается предусматривать устройство песчано-гравийных подушек, позволяющих ускорить начало строительно-монтажных работ на уплотненном участке;

- взрыв снарядов ВВ необходимо производить одновременно на площади шириной не менее 0,25Hsl, а в случаях замачивания площадей шириной менее 0,25Hsl по периметру их до начала замачивания выполнять узкие прорезы на глубину $h \geq 0,25Hsl$;

- после взрыва зарядов ВВ следует проверить, все ли заряды взорвались, а не взорвавшиеся заряды извлечь из скважин;

- разрыв между окончанием замачивания и взрывами зарядов ВВ, в зависимости от размеров площадки, должен составлять не более 3÷8 ч.

5.7.1.10 После предварительного замачивания оснований и замачивания с глубинными взрывами зарядов ВВ следует производить уплотнение верхнего слоя грунта.

5.7.1.11 Глубинное виброуплотнение водонасыщенных песчаных грунтов следует выполнять с соблюдением требований:

- точки погружения уплотнителя должны быть размещены по треугольной сетке для крупного и средней крупности песков со сторонами до 2 м при самопогружающихся виброуплотнителях, до 1 м - глубинными вибраторами; до 3 м - при погружаемых сверху виброуплотнителях ВУУП и для мелкого песка соответственно до 1,5; 0,7 и 2 м;
- уровень подземных вод должен быть не ниже чем 0,5 м от дна котлована;
- полный цикл уплотнения на глубину до 6 м в одной точке должен продолжаться не менее 15 мин. и состоять из 4÷5 чередующихся погружений и подъемов уплотнителя; при большей глубине продолжительность цикла должна быть установлена проектом и результатами опытных работ.

5.7.1.12 При глубинном виброуплотнении песчаных грунтов, обладающих структурной прочностью, предварительно следует производить глубинное рыхление грунтов с помощью установки, применяемой для их водонасыщения по точкам, расположенным по треугольной схеме между точками глубинного виброуплотнения.

5.7.1.13 При производстве работ по уплотнению грунтов естественного залегания и устройству грунтовых подушек состав контролируемых показателей, предельные отклонения, объем и методы контроля должны соответствовать требованиям Приложения К.

5.7.2 Предпостроечное уплотнение слабых водонасыщенных грунтов

5.7.2.1 Принятые к производству работ проектные решения по предпостроечному уплотнению слабых водонасыщенных грунтов для ускорения протекающего во времени процесса их консолидации временной пригрузочной насыпью должны содержать:

- для всех способов предпостроечного уплотнения слабых водонасыщенных грунтов - требования подпункта [5.7.1.1](#);

- при предпостроечном уплотнении слабых водонасыщенных грунтов временной пригрузочной насыпью (без дрен и прорезей) - план участка с указанием его контура, величину, форму и размеры временной пригрузочной насыпи, конструкции и план расположения поверхностных и глубинных марок, расчетную величину конечной осадки основания от временной пригрузочной насыпи и величину упругого подъема после снятия нагрузки, схему производства работ по устройству и снятию пригрузочной насыпи с указанием применяемого оборудования, режим нагружения и снятия временной нагрузки;

- при предпостроечном уплотнении слабых водонасыщенных грунтов временной пригрузочной насыпью с вертикальными дренами - все требования подпункта [5.7.2.1](#), а также тип и план расположения вертикальных дрен, сечение песчаных и конструкция заводских дрен, расстояние между осями дрен (шаг), вид и состав засыпаемого дренирующего материала, схему производства работ по погружению дрен с указанием применяемого оборудования и механизмов;

- при предпостроечном уплотнении слабых водонасыщенных грунтов временной пригрузочной насыпью с дренажными прорезями - все требования подпункта 5.7.2.1, а также план расположения дренажных прорезей, расстояние между их осями (шаг), их глубину и ширину, механизмы для устройства и способ их проходки, вид и состав засыпаемого дренирующего материала;

- при предпостроечном уплотнении слабых водонасыщенных грунтов с помощью известковых колонн - все требования подпункта 5.7.2.1, а также план расположения вертикальных известковых колонн, расстояние между их осями (шаг), глубину и их диаметр, состав негашеной извести и необходимые добавки, технологические параметры и последовательность устройства известковых колонн, механизмы для их устройства.

5.7.2.2 Временную пригрузочную насыпь следует выполнять путем отсыпки сухого грунта с фильтрующей прослойкой или намыва песка с соблюдением требований:

- песчаный дренирующий слой должен быть толщиной 0,4÷0,5 м;
- величина временной пригрузки (огрузка) на основание фундаментных плит или сооружений, которая назначается в зависимости от предельно допустимой средней осадки для данного сооружения или принимается равной эксплуатационной с превышением на 10% для практического отсутствия осадок при последующем строительстве и эксплуатации, при этом степень консолидации в расчетах следует принимать равной 90%;
- размеры временной пригрузочной насыпи по верху должны превышать размеры здания или сооружения в каждую сторону не менее чем на 0,5b (b - ширина ленточного, столбчатого фундамента) и не менее чем на 1,5 м больше ширины и длины плитного фундамента или размеров здания и сооружения;
- заложение откосов насыпи следует определять в соответствии с применяемыми в практике проектирования методами устойчивости откосов, основанием которых служат слабые водонасыщенные грунты в нестабилизированном состоянии.

5.7.2.3 Вертикальные дрены используются при наличии в основании слабых водонасыщенных глинистых грунтов толщиной более 3 м. Возможно также уплотнение временной пригрузкой основания большей толщины без применения дрен. Выбор варианта уплотнения определяется на основе технико-экономических расчетов и сроков строительства.

5.7.2.4 Проект производства работ по уплотнению грунтов с применением вертикальных дрен составляется в соответствии с действующими нормативными документами с учетом требований по технологии производства работ, а также указаний о выборе применяемого оборудования и правил техники безопасности.

5.7.2.5 В проекте предпостроечного уплотнения грунтов основания сооружения должны быть указаны:

- план расположения дрен (в вершинах квадратов или равносторонних треугольников) с указанием расстояния между их осями и план расположения поверхностных и глубинных марок или приборов других систем для измерения осадок основания; шаг дрен рассчитывается на основании заданного времени при степени консолидации основания, равной 90%;
- разрезы по уплотненному основанию с указанием его геологического строения с нанесенными на них дренами, причем отметку низа дрены назначать на глубине не менее 90% величины толщи слабого грунта при наличии дренирующего подстилающего слоя;
- схема производства работ по погружению дрен, устройству и снятию временной насыпи с указанием необходимого оборудования и календарный план производства работ.

5.7.2.6 В проекте инженерной подготовки территории должен указываться объем песка для планировки территории с учетом необходимого строительного подъема.

5.7.2.7 Песчаные дрены изготавливаются путем засыпки песка в вертикальную скважину, изготовленную в грунте. Вертикальные песчаные дрены, обычно диаметром от 150 до 600 мм и расположенные на расстоянии от 1 до 6 м между их центрами, изготавливаются либо путем погружения закрытого пробойника для изготовления скважины в грунте, либо с использованием водяной струи для образования скважины.

5.7.2.8 Дрены, изготавливаемые с помощью пробойника, обычно устраивают значительно быстрее, но при этом может быть нарушен и ослаблен окружающий грунт, в результате чего условия дренажа могут быть ухудшены. В результате применения водяной струи образуются дрены неправильной формы, и, таким образом, трудно определить их действительный размер и соответственно эффективный радиус. При проходке скважин с помощью водяной струи особое внимание должно быть уделено размещению вымытого струей грунта с тем, чтобы избежать загрязнения окружающего пространства, протекающих рядом рек, близлежащих озер и водоемов. Чтобы исключить заклинивание песка во время его засыпки в дренах, избежать образования пустот и проседаний необходимо укладывать в скважину водонасыщенный песок.

5.7.2.9 Дрены заводского изготовления должны содержать сердечники прямоугольного, трапециевидного или круглого поперечного сечения. Сердечник должен быть с каналами для тока воды, прочным и не разрушаться на глубине от давления грунта. В качестве оберточного материала используется специальным образом обработанная бумага и нетканые материалы, изготовленные из полипропилена, полиэстера, полиэтилена.

5.7.2.10 При устройстве песчаных дрен выполняются следующие операции:

- погружение в грунт с помощью вибропогружателя инвентарной обсадной трубы на проектную глубину;

- заполнение погруженной инвентарной трубы песком или другим природным дренирующим материалом с добавлением, при необходимости, воды для обеспечения свободного выхода дренирующего материала из обсадной трубы при ее извлечении;

- вибрирование инвентарной обсадной трубы с одновременным извлечением ее из грунта.

5.7.2.11 При невозможности погружения обсадной трубы на проектную глубину в какой-либо точке из-за наличия в грунте твердых включений обсадная труба извлекается, образованная скважина заполняется дренирующим материалом, после чего рядом осуществляется устройство дополнительной дрены.

5.7.2.12 Извлечение обсадной трубы из грунта осуществляется при работающем вибраторе с постоянной скоростью, примерно равной 10 м/мин. Выключение вибратора производится в момент, когда в грунте остается нижний конец трубы длиной не более 0,5 м.

5.7.2.13 При качественном изготовлении дрены объем дренирующего материала, остающегося на поверхности после извлечения трубы из грунта, не должен превышать 5% объема дрены.

5.7.2.14 После завершения работ по устройству вертикальных дрен осуществляется послойная отсыпка нагрузочной насыпи. Толщина отдельных слоев насыпи не должна превышать 1,5 м.

5.7.2.15 При уплотнении слабых водонасыщенных грунтов на больших площадях нагрузочную насыпь рекомендуется выполнять на отдельных участках с последующим перемещением материала насыпи на соседние участки. Размеры отдельных участков следует назначать из условий эффективного использования технических средств.

5.7.2.16 Указания по особенностям производства работ по устройству вертикальных дрен в зимнее время приведены в Приложении И.

5.7.2.17 При устройстве сооружений большой площади на слое сильносжимаемых водонасыщенных глинистых грунтов толщиной до 6 м для вертикального дренажа значительно экономичнее вместо многочисленных вертикальных песчаных дрен устраивать вертикальные песчаные прорези.

5.7.2.18 Вертикальные дренажные прорези представляют собой траншеи глубиной до 5,5 м и шириной 20÷80 см, засыпанные дренирующими материалами (обычно песком). Над вертикальными дренирующими прорезями отсыпают горизонтальную дренирующую (песчаную) подушку.

5.7.2.19 Возможно совместное устройство вертикальных дренажных прорезей (на небольшую глубину) и вертикальных дрен. При таком сочетании быстро уплотняемая верхняя толща слабых грунтов служит как бы «жесткой плитой», которая равномерно «садится» в процессе отжатия воды из глубоких слоев в вертикальные дрены.

5.7.2.20 Предпостроечное уплотнение слабых водонасыщенных грунтов с помощью известковых колонн с наибольшим эффектом может быть использовано для стабилизации заиленных глин с низкими показателями пластичности, а также глинистых отложений, покрытых водой или заросших болотной растительностью.

5.7.2.21 В соответствии с ППР на строительной площадке должны быть заранее выполнены следующие работы:

- все материалы: щебень, бетон, асфальт и лесоматериалы должны быть удалены со строительной площадки;
- должна быть устроена площадка, на которой будет действовать специальное оборудование для глубинной стабилизации, путем засыпки и планировки песчаного слоя или другого дренажного материала толщиной $0,4 \div 0,5$ м;
- разметка точек для устройств известковых колонн на спланированном дренирующем слое;
- подготовительные работы, включающие снабжение энергией, транспортирование стабилизирующего агента и подачу сжатого воздуха на строительную площадку;
- организация работ должна обеспечивать непрерывную подачу стабилизирующего агента в процессе производства работ.

5.7.2.22 При устройстве грунтовых колонн, стабилизированных известью, выполняются следующие работы:

- ввинчивание бура в грунт на глубину, соответствующую длине колонны;
- порошкообразная негашеная известь и необходимые добавки подают в грунт под давлением сжатого воздуха через отверстие, расположенное непосредственно над горизонтальной лопастью бура, в то время как бур вращается в обратном направлении и одновременно поднимается вверх;
- для того, чтобы гарантировать тщательное перемешивание стабилизирующего агента с грунтом, скорость подъема инструмента должна быть отрегулирована так, чтобы составлять $1/5$ скорости, при которой бур ввинчивается в грунт;
- подача стабилизирующего агента должна быть остановлена в тот момент, когда бур находится на глубине $0,5$ м от поверхности грунта.

Если грунтовые включения, присутствующие в подстилающем слое, препятствуют проникновению бура на заданную глубину, бур должен быть извлечен с одновременной стабилизацией этой небольшой по размеру колонны, и дополнительная колонна должна быть сделана и стабилизирована рядом

5.8 Искусственное замораживание грунтов

5.8.1 Искусственное замораживание грунтов осуществляют холодоносителем (охлажденным до отрицательных температур рассолом), циркулирующим в рассолопроводах и замораживающих колонках.

Допускается для искусственного замораживания грунтов применять холодильные установки с использованием в качестве холодоносителя аммиака или фреона. В обоснованных случаях допускается использовать жидкий азот.

Вид, концентрация и температура холодоносителя должны определяться в зависимости от температуры, засоленности и скорости движения подземных вод. Как правило, в качестве холодоносителя следует использовать водный раствор хлористого кальция.

5.8.2 Скважины для замораживающих колонок должны располагаться по контуру котлована с шагом $1,0 \div 1,5$ м по проекту. Расстояние между рядами скважин при их многорядном расположении следует принимать равным $2 \div 3$ м.

5.8.3 Дополнительные скважины в случае их необходимости следует бурить после анализа планов расположения скважин и ледогрунтовых цилиндров проектных диаметров. При качественном выполнении буровых работ в случае замораживания до глубины 100 м число дополнительных скважин должно быть не более: вертикальных - 10%, наклонных - 20%; при глубине замораживания свыше 100 м, не более: вертикальных - 20%, наклонных - 25%.

5.8.4 Скважины должны быть заглублены в водоупорный слой грунта не менее чем на 3 м. Толщина водоупорного слоя должна быть определена расчетом на возможный прорыв подземных вод.

5.8.5 Для наблюдения за процессом замораживания следует устраивать контрольные скважины - гидрогеологические и термометрические. Количество и места их расположения определяются в зависимости от инженерно-геологических условий.

5.8.6 Нагнетательные линии рассолопроводов должны быть смонтированы с уклоном 1-2% в сторону конденсатора, а всасывающие линии - 0,5% в сторону испарителей.

5.8.7 После монтажа рассольная сеть должна быть промыта водой, а затем испытана на герметичность гидравлическим давлением в 1,5 раза превышающим рабочее давление, но не менее чем 0,6 МПа. Сеть считается пригодной для эксплуатации, если в течение 15 мин. давление опрессовки не изменяется и при осмотре сети не обнаружено течи в соединениях и трубах.

5.8.8 Перед заполнением рассольной сети холодоносителем ее надлежит повторно промыть водой, которая затем должна быть полностью удалена. Перед зарядкой системы хладагентом и холодоносителем в ней следует создать вакуум.

5.8.9 Подключенные к рассольной сети замораживающие колонки, если порядок их включения в работу особо не оговорен проектом, следует вводить в эксплуатацию постепенно за период до 5 суток. Включение колонок в работу группами допускается только при соответствующем обосновании, при этом в первую очередь вводят в действие смежные колонки, имеющие наибольшие отклонения разного знака от проектных положений.

5.8.10 В процессе замораживания водоносных пластов, заключенных между глинистыми прослойками, следует постоянно контролировать обеспечение свободного подъема подземной воды через разгрузочные скважины.

5.8.11 Выемку грунта из открытого котлована при положительных температурах воздуха необходимо производить, защищая ледогрунтовые стенки по мере их вскрытия от действия атмосферных осадков и солнечных лучей с регистрацией защитных мероприятий в журнале работ.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (информационное)

Указания к производству работ по устройству насыпей и обратных засыпок

При производстве работ по устройству насыпей и обратных засыпок состав контролируемых показателей, предельные отклонения, объемы и методы контроля должны соответствовать Таблице А.1. Точки определения показателей характеристик грунта должны быть равномерно распределены по площади и глубине.

Таблица А.1 - Технические требования при устройстве насыпей и обратных засыпок

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1. Гранулометрический состав грунта, предназначенного для устройства насыпей и обратных засыпок (при наличии специальных указаний в проекте)	Должен соответствовать проекту. Выход за пределы диапазона, установленного проектом, допускается не более чем в 20% определений	Измерительный и регистрационный по указаниям проекта
2. Содержание в грунте,		

<p>предназначенном для устройства насыпей и обратных засыпок:</p> <p>а) древесины, волокнистых материалов, гниющего или легкосжимаемого строительного</p> <p>б) растворимых солей в случае применения засоленных грунтов</p> <p>в) для насыпей, возводимых без уплотнения</p> <p>г) для пазух и подсыпок внутри зданий</p> <p>д) для грунтовых подушек</p>	<p>Не допускается</p> <p>Количество не должно превышать указанного в проекте</p> <p>50</p> <p>Не допускается</p> <p>15%</p>	<p>Ежесменный, визуальный мусора</p> <p>Измерительный, по указаниям проекта, но не реже чем одно определение</p> <p>На 10 тыс. м³ грунта</p>
<p>3. Содержание мерзлых комьев в насыпях (кроме гидротехнических) и обратных засыпках от общего объема отсыпаемого грунта:</p> <p>а) для наружных пазух зданий и верхних зон траншей с уложенными коммуникациями</p> <p>б) для насыпей, уплотняемых укаткой</p> <p>в) для насыпей, уплотняемых трамбованием</p>	<p>Не должно превышать, %:</p> <p>20</p> <p>20</p> <p>30</p>	<p>Визуальный, периодический (устанавливается в ППР)</p>
<p>4. Размер твердых включений, в т.ч. мерзлых комьев, в насыпях и обратных засыпках</p>	<p>Не должен превышать 2/3 толщины уплотненного слоя, но не более 15 см для грунтовых подушек и 30 см для прочих насыпей и обратных засыпок</p>	<p>То же</p>
<p>5. Наличие снега и льда в насыпях, обратных засыпках и их основаниях</p>	<p>Не допускается</p>	
<p>6. Температура грунта, отсыпаемого и уплотняемого при отрицательной температуре воздуха</p>	<p>Должна обеспечивать сохранение пластичного состояния грунта до конца его уплотнения</p>	<p>Измерительный, периодический устанавливается в ППР</p>
<p>7. Средняя по проверяемому участку плотность сухого грунта обратных засыпок</p>	<p>Не ниже проектной, а при отсутствии в проекте указаний должна быть не ниже плотности, соответствующей контрольным значениям коэффициента уплотнения. Допускаются значения плотности сухого грунта ниже проектных на 0,06</p>	<p>То же, объем устанавливается проверяющей организацией</p>

	г/см ³ в отдельных определениях, но не более чем в 20% определений	
8. Средняя по принимаемому участку плотность сухого грунта для дорожных, гидротехнических насыпей, грунтовых подушек под фундаменты	Не ниже проектной Допускаются значения, плотности сухого грунта ниже проектных не более чем в 10% определений при летней отсыпке и в 20% при зимней отсыпке	То же, по указаниям проекта, а при отсутствии указаний - ежесменно, но не реже чем одно определение на 300 м ³ насыпи
9. Средняя по проверяемому участку плотность сухого грунта планировочных и других уплотняемых насыпей, для которых эта величина не задана проектом	Не ниже плотности сухого грунта, соответствующей контрольным значениям коэффициента уплотнения, приведенным в таблице И.2	Измерительный, объем устанавливается проверяющей организацией
10. Средняя по принимаемому участку плотность сухого грунта насыпных грунтовых оснований под полы	Не ниже проектной. Допускаются значения плотности сухого грунта ниже проектных не более чем в 20% определений	То же, по указаниям проекта, но не реже чем одно определение на 200 м ² основания при толщине подсыпки до 1 м или на 300 м ³ подсыпки - при большей толщине
11. Коэффициент водонасыщения при устройстве насыпи из грунтов повышенной влажности	Не более 0,85. Допускаются значения более 0,85 в отдельных измерениях, но не более чем в 20% определений	То же, по указаниям проекта, а при отсутствии таких указаний ежесменно, но не менее одного определения на 300 м ³ насыпи
12. Влажность грунта в теле насыпи	Должна быть в пределах, установленных проектом. Допускаются отклонения значений влажности за пределы, установленные проектом, не более чем в 10% определений	То же, по указаниям проекта, но не менее одного определения на 20-50 тыс. м ³ насыпи
13. Коэффициент фильтрации ядер, экранов, понуров и других противофильтрационных элементов насыпей	Должен соответствовать проекту. Допускаются отклонения выше проектных значений не более чем в 10% определений	Измерительный, по указаниям проекта

14. Прочие характеристики грунтов, контроль которых предусмотрен проектом	Должны соответствовать проекту	По указаниям проекта
15. Отклонения геометрических размеров насыпей: а) положения оси насыпей железных дорог б) то же, автомобильных дорог в) ширины насыпей по верху и по низу г) отметок поверхностей насыпей д) крутизны откосов насыпей	<p style="text-align: center;">+/- 10 см</p> <p style="text-align: center;">+/- 20 см</p> <p style="text-align: center;">+/- 15 см</p> <p style="text-align: center;">+/- 5 см</p> <p>Увеличение не допускается</p>	<p>Измерительный, в местах размещения знаков разбивки, но не реже чем через 100 м на прямолинейных участках и 50 м на криволинейных участках</p> <p>То же</p> <p>Измерительный, через 100 м на прямолинейных участках, 50 м на криволинейных участках и для планировочных насыпей</p> <p>Измерительный, через 100 м</p>

Таблица А.2 - Контрольные значения коэффициента уплотнения

Тип грунта	Контрольные значения коэффициента уплотнения K_{com} при нагрузке на поверхность уплотненного грунта, МПа, при общей толщине отсыпки, м											
	0				0,05-0,2				Св. 0,2			
	до 2	2,01-4	4,01-6	св. 6	до 2	2,01-4	4,01-6	св. 6	до 2	2,01-4	4,01-6	св. 6
Глинистые	0,92	0,93	0,94	0,95	0,94	0,95	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97	0,98
Песчаные	0,91	0,92	0,93	0,94	0,93	0,94	0,95	0,96	0,94	0,95	0,96	0,97

ПРИМЕЧАНИЕ. Коэффициентом уплотнения называется отношение достигнуто плотности сухого грунта к максимальной плотности сухого грунта, полученной в приборе стандартного уплотнения.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Указания по особенностям производства гидромеханизированных работ по устройству земляных сооружений, штабелей и отвалов

Б.1 Порядок производства работ на судоходных реках и морских акваториях должен быть согласован строительной организацией с местными организациями речного или морского флота по принадлежности; оснащение судов, участвующих в производстве работ.

Б.2 В составе подготовительных и вспомогательных работ должны быть выполнены:

- разбивка прорезей в габаритах каналов, котлованов, других выемок с установкой створных знаков;
- разбивка намываемых сооружений, отвалов, отстойников;
- трассировка и устройство пульпопроводов и водоводов, канав, дамб, перемычек, линий электроснабжения и связи;
- установка водомерных реек с увязкой их нулей с постоянным репером;
- установка ограждающих знаков по контуру допустимого подхода землесосных снарядов и плавучего пульпопровода к подводным кабелям, трубопроводам, другим сооружениям в зоне разработки;
- подготовка мертвых якорей, причальных и швартовых устройств (при работе на водохранилищах);
- установка на картах намыва реек для закрепления контрольных поперечников и створов.

Проведение указанных работ подлежит сплошному (по каждому объекту) визуальному контролю с регистрацией в журнале работ.

Б.3 Конструкции пересечений пульпопроводами и водоводами железных и автомобильных дорог, линий электроснабжения и связи, трассы укладки труб в зоне действующих предприятий и вблизи от строений должны быть согласованы с организациями, эксплуатирующими эти объекты.

Б.4 При разработке котлованов зданий и сооружений способом гидромеханизации переборы или другие нарушения естественного сложения грунта ниже проектных отметок подошвы фундаментов, бетонной подготовки или каменной отсыпки не допускаются; следует оставлять защитный слой грунта, подлежащий разработке землеройными средствами.

Б.5 Глубина разработки грунта плавучими землесосными снарядами, необходимость в послонной работе и число слоев, специальные требования к технологии отработки выемки и качеству ее основания должны соответствовать указаниям ПОС, а ширина прорезей - ППР.

Б.6 При разработке гидромониторами трудноразмываемых грунтов следует предварительно рыхлить их механическими средствами или взрывным способом. Технология ведения гидромониторных работ, выбор типа гидромонитора и его параметров, число уступов, наибольшая высота уступа с учетом безопасного ведения работ, частота передвижки и способы уменьшения недомывов должны быть установлены в ПОС.

Б.7 При гидромониторных работах в полезных выемках (котлованы, каналы, дорожные выемки и т.п.) зачистку дна выемки следует производить бульдозерами или другими землеройными машинами.

Таблица Б.1 - Технические требования при производстве работ по защите котлована от подземных вод

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1. Контрольное давление воды при проверке герметичности системы трубопроводов	Выше расчетного значения не менее чем на 50%	Измерительный, каждая система

2. Уклон трубопроводов иглофильтровых установок: всасывающих напорных распределительных водосборных	Не менее: 0,005 от насоса 0,001 « « 0,005 в сторону циркуляционного бака	То же, 1/3 всех трубопроводов
3. Фильтры водопонизительных скважин	Не допускаются обрывы нитей, неплотные стыки, трещины и др.	Визуальный, каждый элемент
4. Отклонение продольного уклона водоотводных канав от проектного значения	Не более +/- 0,0005 Нивелирование трассы на участках между	Измерительный поворотами, примыканиями, но не менее чем через 50 м
5. Концентрация химических веществ и взвесей в воде, сбрасываемой в естественные водотоки и водоемы	Не более предельно допустимых концентраций, установленных	Лабораторные исследования, не реже двух раз в месяц
6. Контроль работы водопонизительных установок	По данным заводского паспорта на оборудование и проекта	Измерительный, по показаниям приборов, ежемесячно
7. Контроль за положением статического и динамического уровней воды в скважинах	Согласно проекту	То же, ежедневно по результатам замеров
8. Контроль за состоянием откосов и дна котлованов и траншей	Не допускается сосредоточенная фильтрация, вынос грунта и оплывание откосов	Визуальные наблюдения, ежедневно
9. Контроль за осадками зданий, сооружений и коммуникаций в связи с влиянием установленных строительных работ	Осадки не должны превышать величин установленным на дополнительных осадок зданий или сооружений	Нивелирование по маркам
	<i>(текст таблицы соответствует оригиналу)</i>	

Намыв земляных сооружений, штабелей и отвалов

При проведении намывных работ необходимо:

- вдоль границ намываемых территорий и сооружений устраивать канавы для отвода фильтрационной воды и осуществлять другие мероприятия для предотвращения заболачивания окружающей территории;

- земляное полотно существующих железных и автомобильных дорог, а также другие сооружения, расположенные в районе намывных работ, защищать от повреждения водой дамбами обвалования или канавами;

- территорию намыва защищать от ливневого или паводкового стока.

Намыв земляных сооружений на просадочных макропористых и илистых грунтах следует, как правило, проводить в два этапа: устройство уширенной нижней части («подушки»); последующий домыв верхней части после стабилизации осадок основания и подушки.

При большой интенсивности намыва удаление воды из обводненных откосов может производиться с применением водопонижающих устройств (дренажей, закладываемых на период строительства, иглофильтров и т.п.).

Пазухи бетонных сооружений допускается замывать при наличии данных об обеспечении устойчивости конструктивных элементов при воздействии разжиженного грунта.

Дамбы первичного обвалования допускается возводить из песчаных и песчано-гравийных грунтов, а при их отсутствии - из местных грунтов с выносом дамбы за пределы профиля сооружения. На заболоченных или затопленных территориях, при намыве подводных частей сооружения и в других предусмотренных ПОС случаях дамбы первичного обвалования могут возводиться из предварительно намытого грунта.

На насыпях, откосы которых подлежат креплению железобетонными плитами, и в случаях, когда на откосе необходимо обеспечить установленную для сооружения плотность грунта, дамбы обвалования из намытого грунта следует частично или полностью выносить за контур сооружения согласно указаниям в ПОС.

Внешний откос дамб обвалования должен соответствовать профилю сооружения, принятому в ППР.

При намыве насыпей с обоими принудительно профилируемыми откосами землесосными снарядами и землесосными установками водопроизводительностью 2500 м³/ч и выше с устройством обвалования бульдозерами минимальная ширина гребня намывной части должна быть не менее 20 м. При необходимости возведения насыпи с меньшей шириной гребня ее верхнюю часть следует отсыпать насухо.

Водосбросные трубопроводы на картах намыва должны быть пригружены во избежание всплывания, а при намыве напорных земляных сооружений - обеспечены диафрагмами против фильтрации вдоль стенок труб. Диафрагмы в зависимости от конструкции сооружения и фильтрационных характеристик грунта должны устанавливаться через 15-25 м, но не менее двух на водосбросной трубе (без учета диафрагмы в обваловании, устанавливаемой на всех намывных сооружениях и штабелях). Размеры диафрагмы и расстояние между отдельными диафрагмами устанавливаются ППР.

Грунт для пригрузки трубопроводов должен быть аналогичен намываемому.

При намыве гидротехнических сооружений должны применяться водосбросные колодцы с регулируемым сливным фронтом, если другие конструкции не предусмотрены ПОС.

После возведения напорного сооружения водосбросные колодцы и трубы должны быть затампонированы в соответствии с проектом. Как правило, следует заполнять трубы цементным (песчано-цементным) раствором.

Поверхности незаконченных намываемых сооружений перед сезонным или другим длительным (более трех месяцев) перерывом в намыве должны быть приведены в состояние, исключающее скопление застойной воды.

Производство работ в зимних условиях

Гидромеханизированные земляные работы в зимний период следует выполнять по специальному ППР.

В зимних условиях преимущественно надлежит применять намыв сооружений под воду. Допустимое возвышение конусов грунта над уровнем воды определяется проектом

организации строительства. При намыве под лед должна обеспечиваться достаточная для укладки грунта глубина прудка-отстойника.

Намыв грунта без постоянного прудка-отстойника разрешается при обеспечении незамерзания пульпы в зоне временного технологического прудка.

Прослойки и линзы льда в грунте намывных сооружений не допускаются.

В процессе намыва не допускается примерзание ледяного поля прудка-отстойника к стенкам колодца и к поверхности карты намыва. Образовавшаяся наледь подлежит удалению. Куски льда крупностью свыше 1/4 диаметра водосбросной трубы не должны попадать в колодцы. Сбросные каналы необходимо постоянно очищать от льда. Дамбы обвалования надлежит возводить только из талого грунта.

При возобновлении после перерыва надводного намыва необходимо производить вскрытие мерзлой корки до талого грунта, если ранее намывная часть или естественное основание возводимого сооружения промерзли на глубину более 0,4 м.

Вскрытие мерзлого слоя для возобновления намыва следует осуществлять путем устройства воронок диаметром не менее 0,5 м до талого грунта по сетке от 6×6 до 10×10 м, если иное не предусмотрено в ПОС.

В холодных районах при соответствующем обосновании в проекте разрешается возводить намывные сооружения из песчаного и песчано-гравелистого грунта с сохранением промерзания грунта основания и последовательного промораживания намывного в насыпь грунта.

ПРИЛОЖЕНИЕ В (информационное)

Указания к производству работ по уплотнению грунтов естественного залегания и устройству грунтовых подушек

При производстве работ по уплотнению грунтов естественного залегания и устройству грунтовых подушек состав контролируемых показателей, предельные отклонения, объем, и методы контроля должны соответствовать Таблице В.1.

Таблица В.1 - Технические требования при уплотнении грунтов

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1. Влажность уплотняемого грунта	Должна быть в пределах установленных проектом	Измерительный, по указаниям проекта
2. Поверхностное уплотнение: а) средняя по принимаемому участку плотность уплотненного грунта	То же, не ниже проектной. Допускается снижение плотности сухого грунта на 0,05 т/м ³ или коэффициента уплотнения на 0,02 не более чем в 10% определений	То же, по указаниям проекта, а при отсутствии указаний один пункт на 300 м ² уплотненной площади с измерениями в пределах всей уплотненной толщи через 0,25 м по глубине при толщине уплотненного слоя до 1 м и через 0,5 м при большей толщине; числе проб в каждой точке не менее двух
б) величина понижения	Не должна превышать	Измерительный, одно

поверхности грунта (отказа) при уплотнении тяжелыми трамбовками	установленной при опытном уплотнении	определение на 300 уплотняемой площади м ²
3. Средняя по принимаемому участку плотность сухого грунта при устройстве грунтовых подушек	Должна быть не ниже установленной проектом. Допускается снижение плотности на 0,05 т/м ³ или коэффициента уплотнения на 0,02 не более чем в 10% определений	То же, один пункт на каждые 300 м ² площади подушки, не менее трех измерений в каждом слое или коэффициента уплотнения на 0,02 не более чем в 10% определений
4. Устройство фундаментов в вытрамбованных котлованах: а) положение котлована относительно центра и осей фундамента	Отклонения от проектного не должны превышать: центра +/- 3 см, разворот осей +/- 5°	Измерительный, каждый котлован
б) глубина вытрамбованного котлована в) высота сбрасывания трамбовки, общее число ударов, объем и число порций засыпаемого жесткого материала число ударов для втрамбовывания каждой порции	Отклонение от проектной не должно превышать +/- 5 см Должны соответствовать величинам, определенным в результате опытного вытрамбовывания	То же
5. Глубинное уплотнение грунтов грунтовыми сваями, в том числе с помощью взрыва: а) влажность грунта в уплотняемом массиве: при проходке скважин с помощью взрыва при проходке скважин другими способами б) влажность грунта, засыпаемого в скважину в) глубина и состояние скважин г) плотность грунта, уплотненного в массиве	Должна быть не ниже оптимальной или влажности на границе раскатывания. То же, в пределах, установленных проектом Допускаются отклонения от оптимальной влажности не более значений Высота завалов не должна превышать двух диаметров скважин Средняя плотность сухого грунта на отметке заложения фундаментов	Измерительный, одно определение на 1000 м ² уплотняемой площади. То же Измерительный, ежемесячно То же, каждая скважина То же, один пункт на 500 м уплотненной площади

д) расположение грунтовых свай в плане	должна быть не ниже проектной. Допускается снижение плотности на 0,05 т/м ³ или коэффициента уплотнения на 0,02 не более чем в 10% определений Отклонения от проектного положения не должны превышать 0,4 м	То же, каждая свая
6. Уплотнение просадочных грунтов замачиванием, в том числе с применением взрыва, а также водонасыщенных грунтов временной нагрузкой с вертикальными дренами: а) размеры котлованов, пригрузочной насыпи б) условная стабилизация осадок по поверхностным и глубинным маркам в) осадка поверхностных и глубинных марок г) плотность и влажность грунта в пределах зоны уплотнения	Должны соответствовать проекту То же, в пределах установленных проектом В пределах, полученных по результатам опытных работ Должны быть не ниже проектных значений	Измерительный, по проекту То же, по проекту То же, по проекту То же, один пункт на 500 м ² площади с определением не реже чем через 1-2 м по глубине в пределах уплотненной толщи
7. Глубинное виброуплотнение песчаных грунтов	Средняя по принимаемому участку плотность сухого грунта должна быть не ниже проектной. Допускается снижение плотности на 0,05 т/м ³ или коэффициента уплотнения на 0,02 не более чем в 10% определений	Измерительный, зондированием или радиоизотопным способом одно определение не реже чем на 500 м ² уплотненной площади или коэффициента уплотнения на 0,02 не более чем в 10% определений

**Таблица В.2 - Основные машины и оборудование для уплотнения грунтов
 Основные требования к машинам и оборудованию при производстве работ по уплотнению грунтов**

Машины и оборудование	Толщина слоя уплотненного грунта, м	Количество проходов (ударов)
-----------------------	-------------------------------------	------------------------------

	песчаного	глинистого	трамбовки)
1. Самоходные и прицепные пневмокотки массой, т:			
25	0,5	0,6	10-12
40	0,6	0,7	10-12
2. Грузевые автосамосвалы типа			
БелАЗ	0,6	0,7	8-10
КрАЗ	0,5	0,5	10-12
КамАЗ	0,4	0,4	-
3. Вибрационные катки массой, т:			
2	0,7	0,3	2-3
5	1,2	0,4	2-3
4. Самоходные вибрационные (виброударные) машины массой, т:			
0,5	0,5	0,15 (0,3)	2-3
1	0,7	0,2 (0,4)	2-3
2	1	0,3 (0,6)	2-3
5. Тракторы, бульдозеры (типа Т-100, Т-140)	0,3	0,2	8- 0
6. Подвесные падающие трамбовки:			
- диаметром 1,2 м, массой 2,5 т	2,2	2	10-12
- диаметром 1,4 м, массой 3,5 т	2,6	2,4	-
- диаметром 1,6 м, массой 4,5 т	3	2,7	-
- диаметром 2 м, массой 6 т	3,6	3,2	-
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. В таблице приведены средние значения толщины уплотненного грунта, достигаемые при уплотнении грунтов до коэффициента уплотнения $k_{com} = 0,95$ при их влажности близкой к оптимальной w_o и количестве проходов (ударов) - до «отказа».</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. При уплотнении грунтов с пониженной влажностью, близкой к предельным значениям по 7.6, а также до коэффициента уплотнения $k_{com} = 0,98$ толщина уплотненных слоев грунтов должна быть снижена на 20-30%.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. При заданном минимальном значении коэффициента уплотнения $k_{com} = 0,92$ толщину уплотненного слоя следует принимать на 15-20% больше.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 4. В рыхлом состоянии толщину отсыпаемых грунтов следует принимать больше приведенных в таблице величин для песчаных грунтов на 10-15%, а глинистых на 20-25%.</p>			

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
 (информационное)

Опытное уплотнение грунтов естественного залегания и грунтовых подушек

Г.1 Опытное уплотнение грунтов выполняется с целью уточнения технологических параметров и режимов работы уплотняющих машин: толщины отсыпаемых слоев, глубины уплотнения, расстояний между точками погружения уплотняющих рабочих

органов (при глубинном уплотнении), минимальных расстояний от уплотняющих рабочих органов до строительных конструкций.

Г.2 При отсутствии данных по основным характеристикам уплотняемых грунтов в процессе опытного уплотнения должны выполняться лабораторные исследования на образцах грунта с нарушенной естественной структурой по нормативным требованиям:

- максимальной плотности уплотненных грунтов $\rho_d \max$;
- оптимальной влажности w_{opt} ;
- допустимый диапазон изменения влажности уплотняемых грунтов Δw с уточнением коэффициентов А и В по таблице 9;
- величины плотности грунта $\rho_d \text{ com}$ при заданном коэффициенте уплотнения K_{com} и наоборот K_{com} при заданном или полученном значении $\rho_d \text{ com}$.

Основные характеристики уплотненных грунтов ($\rho_d \max$, w_{opt} , Δw и коэффициенты А и В, $\rho_d \text{ com}$ и K_{com}) должны определяться для разновидностей уплотняемых грунтов тяжелыми трамбовками, в том числе при вытрамбовывании котлованов, укаткой и вибрационными машинами при устройстве грунтовых подушек; грунтовыми сваями; глубинным виброуплотнением.

Г.3 Опытное уплотнение грунтов естественного залегания следует производить в зависимости от геологического строения грунтов на стройплощадке по указаниям проекта:

- при однородном напластовании грунта - в одном месте;
- при однородном напластовании грунта, но при значительном изменении влажности - в двух местах;
- при разнородном напластовании грунтов - в двух-трех местах.

Г.4 Размеры участка для опытного уплотнения должны быть не менее трех диаметров трамбовки или двойной ширины рабочего органа трамбуемой машины при уплотнении трамбованием, не менее 6×12 м при уплотнении укаткой и 10×10 м при виброуплотнении.

Опытные котлованы следует вытрамбовывать из расчета по одному котловану на каждый: типоразмер используемой трамбовки; вид фундамента (без уширения, с уширенным основанием, спаренные и др.).

Г.5 При глубинном уплотнении просадочных грунтов грунтовыми сваями опытный участок уплотняется тремя смежными сваями, расположенными в плане в вершинах равностороннего треугольника на расстоянии согласно проекту.

Г.6 Опытное уплотнение просадочных грунтов предварительным замачиванием, в том числе с применением глубинных взрывов, осуществляется в опытном котловане глубиной $0,4 \div 0,8$ м, шириной, равной толщине слоя просадочного грунта, но не менее 20 м.

Г.7 При уплотнении грунтов трамбовками через каждые два удара трамбовки (прохода трамбуемой машины) по забитым в грунт штырям нивелированием определяется понижение уплотняемой поверхности. Для контрольного определения толщины уплотненного слоя в центре уплотненной площади на глубину, равную двум диаметрам трамбовки (через 0,25 м по глубине), следует определять плотность и влажность грунта.

Г.8 Опытное вытрамбовывание котлованов грунтов следует производить с замером понижения дна котлована после каждых двух ударов трамбовки. Нивелирование надлежит выполнять по верху трамбовки в двух диаметрально противоположных точках. Для контрольного определения размеров уплотненной зоны в центре котлована отрывается шурф на глубину, равную двум диаметрам или двойной ширине основания трамбовки с отбором проб грунта через каждые 0,25 м. На каждом горизонте пробы берутся в центре и со смещением на 0,25 м в сторону на расстоянии от края котлована, равном удвоенному размеру среднего сечения трамбовки. По отобранным образцам определяются плотность и влажность грунтов.

Г.9 При опытном вытрамбовывании котлованов с уширением основания фиксируется объем каждой порции и общего количества втрамбовываемого материала (щебня, гравия и т.п.) и размеры в плане глубины полученного уширения.

Г.10 При устройстве грунтовых подушек опытное уплотнение производится при трех вариантах: числе проходов катка 6, 8 и 10 или ударов трамбовки (проходов трамбующей машины) по одному следу - 8, 10 и 12. Уплотнение производится для всех разновидностей применяемых грунтов не менее чем при трех значениях их влажности, равных $1,2w_p$; $1,0w_p$ и $0,8w_p$ (w_p - влажность на границе раскатывания).

Г.11 После уплотнения грунта на опытном участке надлежит определить плотность и влажность уплотненного грунта на двух горизонтах, соответствующих верхней и нижней части уплотненного слоя.

Г.12 Определение плотности сухого грунта следует производить методом режущих колец. Допускается производить контроль плотности экспресс-методами - зондированием, радиоизотопным и другими методами. При использовании экспресс-методов 5% общего числа измерений следует выполнять методом режущих колец.

Г.13 Для установления результатов опытного глубинного уплотнения грунтовыми сваями на строительной площадке, выполненного по Г.5 настоящего приложения, следует отрывать контрольный шурф на глубину не менее $0,7$ просадочной толщи или глубины уплотнения с определением влажности и плотности грунта через каждые $0,5$ м на глубину 3 м, а ниже - через каждый метр. На каждом горизонте определяется плотность сухого грунта в двух точках в пределах каждой грунтовой сваи и в межсвайном пространстве.

Г.14 Для наблюдения за просадкой уплотняемого грунта в процессе опытного замачивания, в том числе глубинными взрывами, следует установить на дне котлована и за его пределами по двум взаимно-перпендикулярным сторонам котлована поверхностные марки через 3 м на расстоянии, равном полуторной толщине слоя просадочного грунта, а в центре котлована - куст глубинных марок в пределах всей просадочной толщи через 3 м по глубине.

При выполнении опытного замачивания с применением энергии глубинных взрывов дополнительно следует осуществлять инструментальные замеры в целях уточнения радиуса зоны разрушения структуры грунта от одиночного заряда и равномерности просадки массива при взрыве смежных зарядов.

Г.15 Опытное виброуплотнение водонасыщенных песчаных грунтов следует производить в пределах площадки, имеющей наиболее характерный гранулометрический состав грунта, без «рыхления» - в семи точках, с «рыхлением» - в шести. Оценка гидровиброуплотнения производится по показателю плотности сухого грунта или коэффициента уплотнения косвенными либо прямыми методами приведенные в пункте Г.12 данного приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное)

Выбор типа молота для забивки свай и шпунта

Д.1 Необходимую минимальную энергию удара молота E_h , кДж, следует определять по формуле:

$$E_h = 0,045 N, \quad (\text{Д.1})$$

где N - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю, кН.

Принятый тип молота с расчетной энергией удара $E_d \geq E_h$, кДж, должен удовлетворять условию

$$\frac{m_1 + m_2 + m_3}{E_d} \leq K, \quad (\text{Д.2})$$

где К - коэффициент применимости молота, значения которого приведены в Таблице Д.1;

- m₁ - масса молота, т;
- m₂ - масса сваи с наголовником, т;
- m₃ - масса подбабка, т.

Таблица Д.1 - Значения коэффициента применимости молота

Тип молота	Коэффициент К, т/кДж, при материале свай		
	железобетон	сталь	дерево
Трубчатые дизель-молоты и молоты двойного действия	0,6	0,55	0,5
Молоты одиночного действия и штанговые дизель-молоты	0,5	0,4	0,35
Подвесные молоты	0,3	0,25	0,2
ПРИМЕЧАНИЕ. При погружении свай любого типа с подмывом, а также свай из стальных труб с открытым нижним концом указанные значения коэффициентов увеличиваются в 1,5 раза.			

Д.2 При забивке наклонных свай расчетную энергию удара молота E_h следует определять с учетом повышающего коэффициента, значение которого принимается для свай с наклоном 5:1; 4:1; 3:1; 2:1 соответственно равным 1,1; 1,15; 1,25 и 1,4.

Д.3 Выбранный в соответствии с рекомендациями п. 1 молот следует проверить на минимально допустимый отказ свайного элемента S_{min}, который принимается равным минимально допустимому отказу для данного типа молота, указанному в его техническом паспорте, но не менее 0,002 м - при забивке свай, и не менее 0,01 м - при забивке шпунта.

Выбор молота при забивке свай длиной свыше 25 м или с расчетной нагрузкой на сваю более 2000 кН производится расчетом, основанным на волновой теории удара.

Д.4 Забивку свай до проектных отметок следует выполнять, как правило, без применения лидерных скважин и без подмыва путем использования сваебойного оборудования с достаточной для этого энергией удара. Применение лидерных скважин допускается только в тех случаях, когда для погружения свай до проектных отметок требуются несерийные молоты с большой массой ударной части, а также при прорезке сваями прasadочных грунтов.

Значение необходимой энергии удара молота E_h, кДж, обеспечивающей погружение свай до проектной отметки без дополнительных мероприятий, следует определять по формуле:

$$E_h \geq \frac{\sum F_i H_i}{B_i} \left(n + \frac{m_1}{m_4} \right), \quad (\text{Д.3})$$

- где F_i - несущая способность сваи в пределах i-го слоя грунта, кН;
- H_i - толщина i-го слоя грунта, м;
- B - число ударов молота в единицу времени, ударов в 1 мин.;
- t - время, затраченное на погружение свай (без учета времени подъемно-транспортных операций);

B_t - число ударов молота, необходимое для погружения сваи, принимаемое обычно равным не более 500 ударов;

n - параметр, принимаемый равным $n = 4,5$ - при паровоздушных механических и штанговых дизель-молотах и $n = 5,5$ - при трубчатых дизель-молотах;

m_2 - масса сваи, т;

m_4 - масса ударной части молота, т.

Д.5 Значение контрольного остаточного S_a , м, отказа при забивке и добивке железобетонных и деревянных свай длиной до 25 м в зависимости от энергии удара E_d выбранного молота и несущей способности сваи F_d , указанной в проекте, должно удовлетворять условию:

$$s_a \leq \frac{\eta A F_d}{F_d (F_d + \eta A)} \cdot \frac{m_1 + \varepsilon^2 (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3} \quad (Д.4)$$

Если фактический (измеренный) остаточный отказ $s_a < 0,002$ м, то следует предусмотреть применение для погружения свай молота с большей энергией удара, при которой остаточный отказ будет $s_a \geq 0,002$ м, а в случае невозможности замены сваебойного оборудования - общий контрольный отказ сваи $s_a + s_{el}$, м (равный сумме остаточного и упругого отказов), должен удовлетворять условию:

$$s_a + s_{el} \leq \frac{2F_d \frac{m_1}{m_1 + m_2} + F_d s_{el}}{F_d \left[\left(2 + \frac{F_d}{4} \right) \left(\frac{\eta_p}{A} + \frac{\eta_f}{A_f} \right) \frac{m_4}{m_4 + m_2} \sqrt{2g(H-h)} \right]} \quad (Д.5)$$

В формулах (Д.4) и (Д.5) приняты обозначения:

η - коэффициент, принимаемый по Таблице Д.2 в зависимости от материала сваи, кН/м²;

A - площадь, ограниченная наружным контуром сплошного или полого поперечного сечения ствола сваи (независимо от наличия или отсутствия у сваи острия), м²;

E_d - расчетная энергия удара молота, кДж, принимаемая по Таблице Д.3;

m_1 - масса молота, т;

m_2 - масса сваи и наголовника, т;

m_3 - масса подбабка, т;

ε - коэффициент восстановления удара, принимаемый при забивке железобетонных свай и свай-оболочек молотами ударного действия с применением наголовника с деревянным вкладышем, $\varepsilon^2 = 0,2$;

s_a - фактический остаточный отказ, равный значению погружения сваи от одного удара молота;

s_{el} - упругий отказ сваи (упругие перемещения грунта и сваи), определяемый с помощью отказомера, м;

η_p и η_f - коэффициенты перехода от динамического (включающего вязкое сопротивление грунта) к статическому сопротивлению грунта, принимаемые соответственно равными: для грунта под нижним концом сваи $\eta_p = 0,00025 \text{ с} \cdot \text{м/кН}$ и для грунта на боковой поверхности сваи $\eta_f = 0,025 \text{ с} \cdot \text{м/кН}$;

A_f - площадь боковой поверхности сваи, соприкасающейся с грунтом, м²;

m_4 - масса ударной части молота, т;

g - ускорение свободного падения, принимаемое равным $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

H - фактическая высота падения ударной части молота, м;

h - высота первого отскока ударной части дизель-молота, а для других видов молотов $h = 0$, м.

ПРИМЕЧАНИЕ. При забивке свай через грунт, подлежащий удалению в результате последующей разработки котлована, или через грунт для водотока значение расчетного отказа следует определять исходя из несущей способности свай, вычисленной с учетом неудаленного или подверженного возможному размыву грунта, а в местах вероятного проявления отрицательных сил трения - с учетом последнего.

Таблица Д.2 - Значения коэффициента η в зависимости от материала свай

Виды свай	Коэффициент η , кН/м ²
Железобетонные с наголовником	1500
Деревянные без подбабка	1000
Деревянные с подбабком	800

Таблица Д.3 - Значения расчетной энергии удара молота

Тип молота	Расчетная энергия удара молота E_d , кДж
Подвесной или одиночного действия	GH
Трубчатый дизель-молот	$0,9 GH$
Штанговый дизель-молот	$0,4 GH$
Принятые обозначения G - вес ударной части молота, кН; H - фактическая высота падения ударной части дизель-молота, м.	

Д.6 Расчетный отказ для железобетонных свай длиной свыше 25 м, а также для стальных трубчатых свай следует определять расчетом, основанным на волновой теории удара.

При выборе молота для забивки шпунта и назначении режима его работы по высоте падения ударной части необходимо соблюдать условие:

$$\frac{G}{A} \leq K_f K_m, \quad (Д.6)$$

где G - вес ударной части молота, МН;

A - площадь поперечного сечения шпунта, м²;

K_f - безразмерный коэффициент, принимаемый по Таблице Д.4 в зависимости от типа шпунта и расчетного сопротивления шпунтовой стали по пределу текучести;

K_m - коэффициент, принимаемый в зависимости от типа молота и высоты падения его ударной части (Таблица Д.5).

Таблица Д.4 - Коэффициент, принимаемый в зависимости от типа шпунта и расчетного сопротивления шпунтовой стали по пределу текучести

Тип стального шпунта	Коэффициент K_f при расчетном сопротивлении шпунтовой стали, МПа, по пределу текучести					
	210	250	290	330	370	410

Плоский	0,70	0,83	0,96	1,10	1,23	1,36
Зетовый	0,80	0,98	1,16	1,37	1,57	1,78
Корытный	0,90	1,15	1,40	1,70	2,0	2,30

Таблица Д.5 - Коэффициент, принимаемый в зависимости от типа молота и высоты падения его ударной части

Тип молота	Высота падения ударной части, м	Коэффициент K_m , МПа
Паровоздушный одиночного действия или подвесной	0,4	7,5
	0,8	4,5
	1,2	3,0
Паровоздушный двойного действия	-	2,0
	2,0	4,5
	2,5	3,0
Дизельный трубчатый	3,0	2,0
	-	5,0
Дизельный штанговый	-	5,0

ПРИМЕЧАНИЕ. Для промежуточных значений сопротивлений шпунтовой стали и высот падения ударной части значения коэффициентов K_f и K_m в таблицах Д.4 и Д.5 определяются интерполяцией.

Д.7 При проверке контрольных отказов в случаях, когда в проекте дана только расчетная нагрузка на сваю N , кН, несущую способность сваи F_d , кН, следует принимать равной

$$F_d = \gamma_k N, \quad (Д.7)$$

где γ_k - коэффициент надежности; $\gamma_k = 1,4$ при расчетах по формуле (Д.4) и $\gamma_k = 1,25$ при расчетах по формуле (Д.5) для всех зданий и сооружений.

Таблица Д.6 - Объем и методы контроля при производстве работ по устройству свайных фундаментов, шпунтовых ограждений

Технические требования	Предельные отклонения		Контроль (метод и объем)	
	Без кондуктора, мм	С кондуктором, мм		
1. Установка на место погружения свай размером по диагонали или диаметру, м:			Измерительный, каждая свая	
	до 0,5	+/- 10		+/- 5
	0,6-1	+/- 20		+/- 10
	св. 1	+/- 30		+/- 12
2. Величина отказа забиваемых свай	Не должна превышать расчетной величины		То же	
3. Амплитуда колебаний в конце вибропогружения свай и свай-оболочек	Не должна превышать расчетной величины		Измерительный, каждая свая	

4. Положение в плане забивных свай диаметром или стороной сечения до 0,5 м включ.:	Не должна превышать расчетной величины		Измерительный, каждая свая
а) однорядное расположение свай: поперек оси свайного ряда	+/- 0,2d		То же
а) однорядное расположение свай: поперек оси свайного ряда	+/- 0,2d		
вдоль оси свайного ряда	+/- 0,3d		
б) кустов и лент с расположением свай в два и три ряда:			
крайних свай поперек оси свайного ряда	+/- 0,2d		
остальных свай и крайних свай вдоль свайного ряда	+/- 0,3d		
в) сплошное свайное поле под всем зданием или сооружением:			
крайние сваи	+/- 0,2d		
средние сваи	+/- 0,4d		
г) одиночные сваи	+/- 5 см		
д) сваи-колонны	+/- 3 см		
5. Положение в плане забивных, набивных и буронабивных свай диаметром более 0,5 м:			
а) поперек ряда	+/- 10 см		
б) вдоль ряда при кустовом расположении свай	+/- 15 см		
в) для одиночных полых круглых свай под колонны	+/- 8 см		
6. Положение свай, расположенных по фасаду моста:	В плане		Наклон оси в уровне
	в уровне поверхности суши	в уровне акватории	
а) в два ряда и более	+/- 0,05d	+/- 0,1d	100:1
б) в один ряд	+/- 0,02d	+/- 0,04d	200:1
7. Отметки голов свай:			
а) с монолитным ростверком	+/- 3 см		
б) со сборным ростверком	+/- 1 см		
в) безростверковый фундамент со сборным оголовком	+/- 5 см		
г) сваи-колонны	+/- 3 см		
8. Вертикальность оси забивных свай, кроме свай стоек	2:100		Измерительный, 20% свай, выбранных

		случайным образом
9. Положение шпунта в плане:		
а) железобетонного, на отметке поверхности грунта	+/- 10 см	
б) стального, при погружении плавучим краном на отметке:		
верха шпунта	+/- 30 см	
поверхности воды	+/- 15 см	
в) на отметке верха шпунта при погружении с суши	+/- 15 см	
10. Клиновидность шпунтин, используемых для ликвидации веерности шпунта в стенке	+/- 0,01	Измерительный, 10% всех шпунтин
11. Размеры скважин и уширений буронабивных свай:		
а) отметки устья, забоя и уширений оборудовании	+/- 10 см	То же, каждая скважина по отметкам на буровом
б) диаметр скважины	+/- 5 см	То же, 20% принимаемых скважин, выбранных случайным образом
в) диаметр уширения	+/- 10 см	То же
г) вертикальность оси скважины	+/- 1%	
12. Расположение скважин в плане	По поз. 5	По поз. 5
13. Сплошность ствола свай, выполненных методом подводного бетонирования 13. Сплошность, выбуренных в сваях другим методом подводного бетонирования кернов или испытание образцов, взятых	Ствол сваи не должен иметь нарушений сплошности	Измерительный, испытание образцов, взятых из выбуренных в сваях кернов или другим способом Измерительный, из выполненных ствола свай способом
14. Сплошность ствола полых набивных свай 14. Сплошность набивных свай ствола полых	Ствол не должен иметь вывалов бетона площадью свыше 100 см ² или обнажений рабочей арматуры	Визуальный, каждая свая Визуальный, каждая свая или обнажений

			рабочей арматуры
15. Глубина скважин под сваи-стойки, устанавливаемые буроопускным способом, для ростверка установленной	Отклонения не должны превышать см:		Измерительный каждая свая по отметке головы сваи, в скважину
Технические требования	Предельные отклонения		Контроль (метод и объем)
а) монолитного	+ 5, - 20		
б) сборного	+ 3, - 20		
16. Требования к головам свай, кроме свай, на которые нагрузки передаются непосредственно без оголовка(платформенный стык)	Торцы должны быть горизонтальными с отклонениями не более 5°, ширина сколов бетона по периметру сваи не должна превышать 50 мм, клиновидные сколы по углам должны быть не глубже 35 мм и длиной не менее чем на 30 мм короче глубины заделки		Технический осмотр, каждая свая
Технические требования	Предельные отклонения		Контроль (метод и объем)
17. Требования к головам свай, на которые нагрузки передаются непосредственно без оголовка (платформенный стык)	Торцы должны быть горизонтальными с отклонениями не более 0,02, не иметь сколов бетона по периметру шириной более 25 мм, клиновидных сколов углов на глубину более 15 мм		То же
18. Монтаж сборных ростверков:	Смещение относительно разбивочных осей, мм	Отклонения в отметках поверхностей, мм	Измерительный, каждый ростверк
а) фундаменты жилых и общественных зданий	+/- 10	+/- 5	
б) фундаменты промышленных зданий	+/- 20	+/- 10	
19. Смещение осей оголовка относительно осей свай	+/- 10 мм		Измерительный, каждый оголовок
20. Толщина растворного шва между ростверком и оголовком	Не более 30 мм		То же
21. Толщина шва после монтажа при платформенном опирании	Не должна превышать 8 мм		
22. Толщина зазора между поверхностью грунта и нижней плоскостью ростверка в	Не менее установленной в проекте		Измерительный, каждый ростверк

набухающих грунтах		
23. Толщина растворного шва безростверковых свайных фундаментов:	Должна быть, мм, не более:	То же
между плитой и оголовком	30	
между стеновой панелью и оголовком	20	
Обозначение, принятое в таблице: d - диаметр круглой сваи или меньшая сторона прямоугольной. Примечание. Предельные отклонения и методы их контроля для свайных элементов гидротехнических морских и речных транспортных сооружений определяются согласно СП РК 3.04-101-2014.		

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

Выбор типа вибропогружателя для погружения свайных элементов

Е. 1 Значение необходимой вынуждающей силы вибропогружателя F_0 , кН, определяют по формуле:

$$F_0 = \frac{\gamma_g N - 2,8G_n}{k_s}, \quad (E.1)$$

где γ_g - коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным 1,4;

N - расчетная нагрузка на свайный элемент по проекту, кН, а в случае погружения свайных элементов до расчетной глубины - соответствующее этой глубине сопротивление углублению в грунт свайного элемента по проекту;

G_n - суммарный вес вибросистемы, включая вибропогружатель, свайный элемент и наголовник, кН;

k_s - коэффициент снижения бокового сопротивления грунта во время вибропогружения, принимаемый по Таблице Е.1 (для песчаных грунтов) и Таблице Е.2 (для глинистых грунтов).

Необходимое значение минимальной вынуждающей силы вибропогружателя F_0 окончательно принимается не ниже $1,3G_n$ при погружении свай-оболочек (с извлечением грунта из внутренней полости в ходе погружения) и $2,5G_n$ - при погружении полых свай без извлечения грунта.

Таблица Е.1 - Коэффициент k_s для грунтов песчаных, влажных средней плотности

Коэффициент k_s для грунтов песчаных, влажных средней плотности				
гравелистых	крупных	средних	пылеватых	мелких
2,6	3,2	4,9	5,6	6,2

Таблицы Е.2 - Коэффициент k_s для грунтов глинистых с показателем текучести I_L

Коэффициент k_s для грунтов глинистых с показателем текучести I_L

0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,5	3,0	3,3	3,5

ПРИМЕЧАНИЕ 1. Для водонасыщенных крупных песков значения k_s увеличиваются в 1,2 раза, средних песков - в 1,3 раза, мелких и пылеватых - в 1,5 раза.
 ПРИМЕЧАНИЕ 2. Для заиленных песков значения k_s понижаются в 1,2 раза.
 ПРИМЕЧАНИЕ 3. Для плотных песков значения k_s понижаются в 1,2 раза, а для рыхлых - увеличиваются в 1,1 раза.
 ПРИМЕЧАНИЕ 4. Для промежуточных значений показателя текучести глинистых грунтов значения k_s определяются интерполяцией.
 ПРИМЕЧАНИЕ 5. При слоистом напластовании грунтов коэффициент k_s определяется как средневзвешенный по глубине.

По принятой необходимой вынуждающей силе следует подбирать тот вибропогружатель наименьшей мощности, у которого статический момент массы дебалансов K_m (или промежуточное значение K_m для вибропогружателя с регулируемыми параметрами), кг × м, удовлетворяет условию:

$$K_m \geq M_c A_0 / 100, \quad (E.2)$$

где M_c - суммарная масса вибропогружателя, сваи и наголовника, кг;
 A_0 - необходимая амплитуда колебаний при отсутствии сопротивлений грунта, см, принимается по Таблице Е.3.

Таблица Е.3 - Значения амплитуды колебаний при отсутствии сопротивлений грунта

Характеристика прорезаемых свайными элементами грунтов по трудности вибропогружения	А ₀ , см, при глубине погружения, м	
	до 20	св. 20
Водонасыщенные пески и супеси, илы, мягко- и текучепластичные, глинистые грунты с показателем текучести $I_L > 0,5$	0,7	0,9
Влажные пески, супеси, тугопластичные, глинистые грунты с показателем текучести $I_L > 0,3$	1,0	1,2
Полутвердые и твердые, глинистые грунты, гравелистые маловлажные плотные пески	1,4	1,6

ПРИМЕЧАНИЕ. При выборе типа вибропогружателя для заглубления полых свай и свай-оболочек с извлечением грунта из внутренней полости указанные значения A_0 понижаются в 1,2 раза. При слоистом напластовании грунтов значение A_0 принимается для слоя самого тяжелого грунта из числа прорезаемых слоев.

При окончательном выборе типа вибропогружателя следует учитывать, что при равной вынуждающей силе большей погружающей способностью обладает вибропогружатель с большим статическим моментом массы дебалансов K_m , а при прочих равных условиях следует выбирать вибропогружатель с регулируемыми в процессе работы параметрами.

Для погружения тяжелых свай-оболочек допускается предусматривать использование спаренных вибропогружателей. В этом случае их моменты дебалансов суммируются.

Е.2 В конце вибропогружения висячего свайного элемента при скорости вибропогружения V в последнем залеге не менее 2 см/мин должно удовлетворяться условие

$$N \leq \left[\frac{6 \cdot 10^3 W - 2nF_s \left(2A_r - \frac{V}{n} \right)}{V} + F_s(k_s - 1) + G_n \right] \frac{f_r}{\gamma_g}, \quad (\text{E.3})$$

где N - расчетная нагрузка на свайный элемент, кН;

W - мощность, расходуемая на движение вибросистемы, кВт, определяемая по формуле:

$$W = \eta W_h - W_0, \quad (\text{E.4})$$

где η - КПД электродвигателя, принимаемый по паспортным данным в размере 0,83-0,90 в зависимости от нагрузки;

W_h - потребляемая из сети активная мощность в последнем залеге, кВт;

W_0 - мощность холостого хода, принимаемая при отсутствии паспортных данных равной 25% номинальной мощности вибропогружателя, кВт;

F_s - боковое сопротивление грунта при вибропогружении, кН, определяемое по формуле

$$F_s = \frac{1,5 \cdot 10^3 W}{A_r \left(n + \frac{V+2}{2A_0} \right)}, \quad (\text{E.5})$$

где n - фактическая частота колебаний вибросистемы, мин⁻¹;

A_r - фактическая амплитуда колебаний, принимаемая равной половине полного размаха колебаний свайного элемента на последней минуте погружения, см;

A_0 - расчетная амплитуда колебаний вибросистемы без сопротивления, см, определяемая по формуле:

$$A_0 = \frac{100 K_m}{M_c}, \quad (\text{E.6})$$

где K_m - статический момент массы дебалансов вибропогружателя, кг × м, в последнем залеге;

M_c - суммарная масса вибросистемы, кг;

k_s - коэффициент снижения бокового сопротивления грунта во время вибропогружения, принимаемый по Таблице Е.1;

G_n - вес вибросистемы, равный суммарному весу сваи, наголовника и вибропогружателя, кН;

f_r - коэффициент влияния инерционных и вязких сопротивлений на несущую способность сваи, принимаемый по Таблице Е.4;

γ_g - коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным 1,4.

Таблица Е.4 - Значения коэффициента влияния инерционных и вязких сопротивлений на несущую способность сваи

Вид грунта по боковой поверхности свайного элемента	Коэффициент f_r
Пески и супеси твердые	1,00
Супеси пластичные, суглинки и глины твердые	0,95
Суглинки и глины:	
полутвердые	0,90
тугопластичные	0,85
мягкопластичные	0,80
ПРИМЕЧАНИЕ. При прорезании сваей слоистых грунтов коэффициент f_r определяется как средневзвешенный.	

Е.3 Контроль за погружением свай методом вдавливания следует осуществлять по глубине погружения и усилию вдавливания N . В конце погружения, когда нижний конец сваи достиг отметок, близких к проектным, прекращать погружение сваи допускается при условии

$$N \geq k_g \frac{F_d}{m}, \quad (E.7)$$

где N - усилие вдавливания, кН;
 k_g - коэффициент надежности, принимаемый равным $k_g = 1,2$;
 F_d - несущая способность сваи, кН, указанная в проекте;
 m - коэффициент условий работы, принимаемый при отсутствии опытных данных $m = 0,9$.

ПРИМЕЧАНИЕ. Величину коэффициента m допускается уточнить по результатам статических испытаний свай.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
 (обязательное)

Технические требования при производстве работ по защите котлована от подземных вод

Таблица Ж.1 - Основные требования при производстве работ по защите котлована от подземных вод

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1. Контрольное давление воды при проверке герметичности системы трубопроводов	Выше расчетного значения не менее чем на 50%	Измерительный, каждая система
2. Уклон трубопроводов иглофильтровых установок: всасывающих напорных распределительных водосборных	Не менее: 0,005 от насоса 0,001 « 0,005 в сторону циркуляционного бака	То же, 1/3 всех трубопроводов
3. Фильтры водопонизительных	Не допускаются обрывы	Визуальный, каждый

скважин	нитей, неплотные стыки, трещины и др.	элемент
4. Отклонение продольного уклона водоотводных канав от проектного значения	Не более +/- 0,0005 Нивелирование трассы на участках между	Измерительный. Нивелирование трассы на участках между Поворотами, примыканиями, но не менее чем через 50 м
5. Концентрация химических веществ и взвесей в воде, сбрасываемой в естественные водотоки и водоемы	Не более предельно допустимых концентраций, установленных	Лабораторные исследования, не реже двух раз в месяц
6. Контроль работы водопонизительных установок	По данным заводского паспорта на оборудование и проекта	Измерительный, по показаниям приборов, ежемесячно
7. Контроль за положением статического и динамического уровней воды в скважинах	Согласно проекту	То же, ежедневно по результатам замеров
8. Контроль за состоянием откосов и дна котлованов и траншей	Не допускается сосредоточенная фильтрация, вынос грунта и оплывание откосов	Визуальные наблюдения, ежедневно
9. Контроль за осадками зданий, сооружений и коммуникаций в связи с влиянием установленных строительных работ	Осадки не должны превышать величин установленным на дополнительных осадок здании или сооружении	Нивелирование по маркерам, установленным на зданиях и сооружениях, маркам

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(информационное)

Указания по особенностям производства работ устройства вертикальных дрен в зимнее время

И.1 Уплотнение грунтов с использованием вертикальных дрен из природных материалов рекомендуется производить при температуре наружного центра не ниже минус 15°С.

И.2 При производстве работ в зимнее время должен быть обеспечен надежный отвод воды с территории, на которой осуществляется уплотнение и должно быть обеспечено бесперебойное снабжение механизмов электроэнергией и паром.

И.3 Дренирующий материал, используемый для изготовления вертикальных дрен, должен быть защищен от смерзания.

И.4 Если толщина слоя промерзающего грунта превышает 0,2 м, погружение инвертарной обсадной трубы следует осуществлять в лидерные скважины или в

предварительно оттаиваемый грунт. Литерные скважины рекомендуется проходить бурением или пробивкой. Оттаивание грунта может быть осуществлено с помощью электро- или паропрогрева.

И.5 Поперечное сечение лидерной скважины или области оттаиваемого грунта должны быть не менее наружного диаметра обсадной трубы. Литерные скважины или оттаивание должны быть осуществлены на всю глубину промерзшего грунта.

И.6 Для предотвращения промерзания грунта обсадная труба должна быть оборудована устройством ее подогрева. Дренирующий материал, подаваемый в трубу, не должен иметь мерзлых комьев и кусков льда.

И.7 После изготовления дрен на поверхности грунта рекомендуется уложить теплоизолирующий слой.

И.8 Для беспрепятственной осадки грунта, уплотняемого насыпью в зимний период, площадки рекомендуется разбить на участки размерами 25×25 м, по границам участков следует прорезать траншеи на всю глубину промерзшего слоя грунта.

Ключевые слова: Грунт, горизонтальное перемещение, просадка, деформации основания сооружений, просадочное давление, просадочная влажность, подрабатываемая застройка, основание сооружения, относительная просадочность, подземное сооружение или подземная часть сооружения.