ГВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
СТРОИТЕЛЬСТВА

і СССР

# СНиП III-9-74

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

## Часть III

## ПРАВИЛА ПРОИЗВОДСТВА И ПРИЕМКИ РАБОТ

## Глава 9

## Основания и фундаменты

Заменен СН и П 3.02.01-83 с 01.07.83
пост № 22 от 2.02.83
БСТ 4-83 с. 16

Москва 1979

gost.e-ecolog.ru

СОДЕРЖАНИЕ


| | Стр. |
|---|---|
| 1. Общие положения | 3 |
| 2. Естественные основания | 4 |
| 3. Уплотнение просадочных грунтов | 7 |
| 4. Строительное водопонижение | 15 |
| 5. Закрепление грунтов | 30 |
| Общие указания | 30 |
| Силикатизация и смолизация | 31 |
| Цементация, глинизация и битумизация | 34 |
| Термическое закрепление | 37 |
| 6. Искусственное замораживание грунтов | 39 |
| 7. Возведение подземных сооружений способом «стена в грунте» | 46 |
| 8. Свайные фундаменты и шпунтовые ограждения | 51 |
| 9. Опускные колодцы и кессоны | 67 |
| Общие указания | 67 |
| Опускные колодцы | 69 |
| Кессоны | 72 |
| Приемка работ | 73 |
| Приложение 1. Журнал работ по вытрамбовыванию котлованов | 75 |
| Приложение 2. Журнал работ по уплотнению основания грунтовыми сваями | 76 |
| Приложение 3. Журнал работы насосной станции | 77 |
| Приложение 4. Журнал гидрогеологических наблюдений | 78 |
| Приложение 5. Журнал по силикатизации и смолизации грунтов | 79 |
| Приложение 6. Журнал работ по цементации грунтов | 80 |
| Приложение 7. Журнал производства работ по термическому укреплению грунтов | 81 |
| Приложение 8. Паспорт скважины и замораживающей колонки | 82 |
| Приложение 9. Журнал работы замораживающих колонок | 84 |
| Приложение 10. Журнал температур в контрольных термометрических скважинах на различных горизонтах | 85 |
| Приложение 11. Журнал наблюдений за уровнем грунтовых вод в гидрогеологических скважинах | 85 |
| Приложение 12. Журнал разработки траншеи при возведении сооружений способом «стена в грунте» | 86 |
| Приложение 13. Журнал контроля качества глинистого раствора (суспензии) | 87 |
| Приложение 14. Журнал бетонирования при возведении сооружений способом «стена в грунте» | 88 |
| Приложение 15. Журнал забивки свай | 89 |
| Приложение 15а. Сводная ведомость забитых свай | 90 |
| Приложение 16. Журнал погружения шпунта | 91 |
| Приложение 17. Журнал выбропогружения свай-оболочек | 92 |
| Приложение 17а. Сводная ведомость погруженных свай-оболочек | 93 |
| Приложение 18. Журнал изготовления буронабивных свай | 94 |
| Приложение 19. Журнал работ по опусканию колодца | 95 |
| Приложение 20. Журнал работ по опусканию кессона | 96 |

*Издание официальное*

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

# СНиП III-9-74

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

## Часть III

## ПРАВИЛА ПРОИЗВОДСТВА И ПРИЕМКИ РАБОТ

## Глава 9

## Основания и фундаменты

*Утверждены*
*постановлением Государственного комитета*
*Совета Министров СССР*
*по делам строительства*
*от 31 декабря 1974 г. № 264*

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1979

УДК 69+624.15 : 658.51(083.75

Глава СНиП III-9-74 «Основания и фундаменты» разработана Научно-исследовательским институтом оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР с участием Ростовского и Харьковского Промстройниипроектов Госстроя СССР, ГПИ Фундаментпроект, ВНИИГС и треста Союзшахтоосушение Минмонтажспецстроя СССР, ЦНИИС Минтрансстроя, Всесоюзного объединения Гидроспецстрой Минэнерго СССР, НИИСП Госстроя УССР и НИИПромстрой Минпромстроя СССР.

С введением в действие главы СНиП III-9-74 утрачивают силу:

1) глава СНиП III-Б.3-62 «Открытый водоотлив и искусственное понижение уровня грунтовых вод. Правила производства и приемки работ»;

2) глава СНиП III-Б.5-62* «Стабилизация и искусственное закрепление грунтов. Правила производства и приемки работ»;

3) глава СНиП III-Б.6-62* «Фундаменты и опоры из свай и оболочек. Шпунтовые ограждения. Правила производства и приемки работ»;

4) глава СНиП III-Б.7-62* «Опускные колодцы и кессоны. Правила производства и приемки работ»;

5) глава СНиП III-Б.10-62 «Строительство на просадочных грунтах. Правила организации, производства и приемки работ»;

6) Инструкция по погружению и извлечению стального шпунта вибропогружателями (СН 59-59);

7) Указания по глубинному уплотнению просадочных грунтов в основании зданий и сооружений грунтовыми сваями (СН 33-66).

Редакторы: инж. *А. А. Лысогорский* (Госстрой СССР), канд. техн. наук. *Б. С. Федоров* и д-р техн. наук *Е. А. Сорочан* (НИИОСП Госстроя СССР)

С $\frac{30213-612}{047(01)-79}$ Инструкт.-нормат., I вып.—1.II—79. 3201000000

© Стройиздат, 1979

| Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР) | Строительные нормы и правила | СНиП III-9-74 |
|---|---|---|
| | Основания и фундаменты | Взамен СНиП III-Б.3-62, СНиП III-Б.5-62*, СНиП III-Б.6-62*, СНиП III-Б.7-62*, СНиП III-Б.10-62, СН 59-59 и СН 33-66 |

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1.** Требования настоящей главы должны соблюдаться при производстве и приемке работ по устройству оснований и фундаментов зданий и сооружений всех видов.

**1.2.** Очередность и способы производства работ по устройству оснований и фундаментов должны быть взаимно увязаны с работами по прокладке подземных инженерных коммуникаций, строительству подъездных дорог на стройплощадках и другими работами «нулевого цикла».

**1.3.** Выбор способа производства работ по устройству оснований и фундаментов должен учитывать данные инженерно-геологических изысканий, выполненных при проектировании объекта. В случае несоответствия фактических инженерно-геологических условий участка учтенным в проекте должны быть произведены дополнительные исследования грунтов.

**1.4.** Применяемые при устройстве оснований и фундаментов материалы, изделия и конструкции должны удовлетворять требованиям проекта соответствующих государственных стандартов и технических условий.

**1.5.** Законченные при устройстве оснований и фундаментов отдельные ответственные конструкции должны


| Внесены НИИОСП им. Герсеванова Госстроя СССР | Утверждены постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства от 31 декабря 1974 г. № 264 | Срок введения в действие 1 октября 1975 г. |
|---|---|---|

приниматься техническим надзором заказчика с составлением актов промежуточной приемки этих конструкций.

**1.6.** При возведении фундаментов на грунтах с особыми свойствами (просадочные, насыпные, вечномерзлые и др.), а также под особо ответственные сооружения в период строительства должны быть организованы наблюдения за перемещениями фундаментов и деформациями сооружения. Объекты и методика наблюдений устанавливаются в проекте с учетом затрат, необходимых для устройства реперов и марок и осуществления наблюдений.

После окончания строительства наблюдения должны быть продолжены эксплуатирующей организацией.

## 2. ЕСТЕСТВЕННЫЕ ОСНОВАНИЯ

**2.1.** При использовании грунтов в качестве естественных оснований должны применяться методы строительных работ, не допускающие ухудшения природных свойств грунтов и качества подготовленного основания вследствие замачивания, размыва грунтовыми и поверхностными водами, повреждения механизмами и транспортными средствами, промерзания и выветривания.

Перерыв между окончанием разработки котлована и устройством фундамента, как правило, не допускается. При вынужденных перерывах должны быть приняты меры к сохранению природных свойств грунта. Зачистка дна котлована должна производиться непосредственно перед устройством фундамента.

**2.2.** Работы по сооружению фундаментов в вечномерзлых грунтах должны осуществляться с учетом:

состава, особенностей залегания, физико-механических свойств и температурного режима грунтов;

состояния вечномерзлых грунтов при оттаивании, наличия поверхностных и подземных вод, подземных льдов и термокарста, наледей, бугров пучения и их режима;

толщины и времени установления снежного покрова;

выполнения мероприятий по поддержанию принятых температурных режимов грунтов.

**2.3.** Возведение фундаментов на основаниях из насыпных грунтов допускается в случаях, предусмотренных

проектом, после подготовки основания с учетом состава и состояния грунтов и в соответствии с принятым решением по способу их отсыпки и уплотнения.

Использование в качестве оснований насыпей из шлаков и других негрунтовых материалов допускается при наличии специальных указаний, разработанных в проекте и предусматривающих порядок производства, технологию и контроль качества работ.

**2.4.** Крепления котлованов должны быть, как правило, инвентарными (за исключением случаев крепления небольших котлованов, траншей и приямков сложной конфигурации, разрабатываемых вручную). Крепления должны выполняться так, чтобы они не препятствовали производству последующих работ по устройству фундаментов. Последовательность разборки креплений должна обеспечить устойчивость стенок котлованов до окончания работ по устройству фундаментов.

Применяемый для крепления котлованов стальной шпунт должен допускать возможность его извлечения и последующего использования.

**2.5.** Разработка грунта в котлованах или траншеях при переменной глубине заложения фундаметов должна вестись уступами. Отношение высоты уступа к его длине устанавливается проектом, но должно быть не менее: при связных грунтах — 1 : 2, при несвязных грунтах — 1 :3.

**2.6.** Грунты в основании, не соответствующие в природном залегании требуемой проектом плотности и водонепроницаемости, следует доуплотнять с помощью уплотняющих средств (катков, тяжелых трамбовок и др.).

Степень уплотнения, выражаемая объемным весом скелета грунта, должна быть задана в проекте и должна обеспечивать повышение прочностных свойств грунта, уменьшение его деформативности и водопроницаемости.

**2.7.** Засыпка пазух грунтом и его уплотнение должны выполняться с обеспечением сохранности гидроизоляции фундаментов и стен подвалов, а также расположенных рядом подземных коммуникаций (кабелей, трубопроводов и др.).

**2.8.** Засыпка пазух должна доводиться до отметок, гарантирующих надежный отвод поверхностных вод.

В зимних условиях грунт для засыпки пазух должен быть талым.

**2.9.** Во время возведения фундамета поступающую в котлован воду надлежит откачивать, не допуская затопления свежего слоя бетона или раствора до приобретения ими не менее 30% проектной прочности. Для предупреждения вымывания раствора из кладки должны быть устроены водосборные колодцы и водоотводные лотки. Водоотлив из котлованов следует выполнять с учетом требований раздела 4 настоящей главы.

В случаях устройства дренажей необходимо соблюдать требования к составу, размерам и свойствам дренирующих материалов, а также к соблюдению заданных уклонов дренажей.

**2.10.** При переменной глубине заложения фундамента возведение его должно вестись, начиная с нижних отметок основания. Вышерасположенные участки или блоки фундамента надлежит укладывать на основание с предварительным уплотнением засыпки пазух нижележащих участков или блоков.

**2.11.** Если грунты основания должны быть сохранены в вечномерзлом состоянии, то разработку котлованов и устройство фундаметов следует выполнять, как правило, при устойчивой среднесуточной температуре воздуха ниже 0° С. В случае разработки котлованов при положительной температуре необходимо принять меры по защите основания от оттаивания. Производить обогрев возводимых фундаментов способами, которые могут вызвать оттаивание грунта основания, запрещается.

Если грунты основания используются в оттаявшем состоянии, то разработка котлована может производиться в любое время года. При этом не должно допускаться промерзание пучинистых грунтов.

**2.12.** До начала работ по устройству фундаментов подготовленное основание должно быть принято по акту комиссией с участием заказчика и подрядчика, а при необходимости—представителя проектной организации.

Комиссия должна установить соответствие расположения, размеров, отметок дна котлована, фактического напластования и свойств грунтов учтенным в проекте, а также возможность заложения фундаментов на проектной или измененной отметке.

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

**2.13.** При возведении фундаметов необходимо контролировать глубину их заложения, размеры и расположение в плане, устройство отверстий и ниш, выполнение гидроизоляции и качество применяемых материалов и конструкций. На устройство (подготовку) основания и на устройство гидроизоляции фундаментов обязательно составление актов освидетельствования скрытых работ.

## 3. УПЛОТНЕНИЕ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ

**3.1.** Для уплотнения просадочных грунтов следует применять способы:

в пределах деформируемой зоны основания или ее части — поверхностное уплотнение тяжелыми трамбовками, устройство грунтовых подушек и вытрамбовывание котлованов заданной формы и глубины;

в пределах всей просадочной толщи основания — глубинное уплотнение грунтовыми сваями и предварительное замачивание.

Выбор одного или сочетания нескольких способов уплотнения определяется проектом.

**3.2.** При устройстве оснований на просадочных грунтах должны быть приняты меры, обеспечивающие сток атмосферных вод со строительной площадки. Размещение временных сооружений и складов, а также отвадов грунта не должно препятствовать стоку этих вод. Снег из котлованов и канав должен незамедлительно убираться за их пределы в низовую сторону рельефа.

Сети временного водоснабжения и канализации, размещаемые на расстояниях менее полуторной величины просадочной толщи грунта от постоянных зданий и сооружений, должны укладываться в грунт на небольшой глубине или открыто (при необходимости с утеплением). Пункты водоразбора следует располагать не ближе 15 м от строящихся сооружений, причем площадки вокруг этих пунктов должны иметь в радиусе 4 м водонепроницаемое покрытие с организованным отводом по-

терь воды в водостоки. Отключение сетей временного водоснабжения должно осуществляться немедленно.

Используемые в период строительства временные здания, сооружения и установки с мокрыми процессами должны размещаться, как правило, с низовой стороны участка на расстоянии не менее 20 м от зданий и сооружений, а при расположении их на повышенных отметках по отношению к строящимся или существующим зданиям указанное расстояние увеличивается до 30 м.

**3.3.** Уплотнение просадочных грунтов должно выполняться на основе материалов инженерно-геологических изысканий, содержащих данные о наличии на площадке грунтовых вод, величине просадочной толщи, типе грунтов по просадочности, возможной величине просадки от нагрузки фундаментов и собственного веса, а также основным характеристикам грунтов в природном состоянии (объемный и удельный вес, влажность на границе раскатывания и на границе текучести, относительная просадочность, начальное просадочное давление и др.).

**3.4.** Проектные решения по уплотнению просадочных грунтов должны содержать:

а) при поверхностном уплотнении трамбовками — план и разрезы котлована с размерами уплотняемой площади и контурами фундаментов, указания о необходимой глубине уплотнения, требуемой плотности и оптимальной влажности грунта, выбору типа грунтоуплотняющей машины, необходимому количеству ударов трамбовки и количеству проходов машины по одному следу, величине понижения уровня трамбуемой поверхности;

б) при устройстве грунтовых подушек — планы и разрезы котлованов, физико-механические характеристики отсыпаемого грунта, указания по толщине отсыпаемых слоев, рекомендуемым механизмам для уплотнения грунта и режимам их работы, а также плотности грунтов в подушках;

в) при вытрамбовывании котлованов — данные по вертикальной планировке застраиваемой территории, план расположения и размеры отдельных котлованов, указания по срезке и использованию существующего плодородного слоя почвы и уплотнению подсыпки, применению навесного оборудования и рекомендуемым режимам

работы трамбующих механизмов, физико-механическим характеристикам грунтов основания;

г) при уплотнении грунтовыми сваями — план размещения свай с указанием их диаметра и глубины, требования к влажности, а также средней и минимальной плотности уплотняемых грунтов, характеристику применяемого оборудования, общий вес грунта и вес отдельных порций, засыпаемых в скважины, указания по толщине «буферного» слоя грунта и способу его ликвидации доуплотнением или срезкой;

д) при уплотнении предварительным замачиванием — план разбивки уплотняемой площади на отдельные участки с указанием их глубины и очередности замачивания, расположения поверхностных и глубинных марок, схему сети водовода, данные по среднесуточному расходу воды на 1 м$^2$ уплотняемой площади и времени замачивания каждого котлована или участка, а в случае замачивания через скважины — дополнительно план расположения скважин с указанием их глубины, диаметра, способа проходки и вида дренирующего материала для засыпки.

**3.5.** До начала работ по уплотнению должна уточняться природная влажность и плотность грунта на глубину, определенную проектом.

Если природная влажность грунта окажется ниже оптимальной на 0,05 и более, надлежит производить его доувлажнение заливкой воды. Потребное количество воды $A$ на 1 м$^3$ грунта определяется по формуле

$$A = \gamma_{ск} (kW_0 - W), \quad (1)$$

где $\gamma_{ск}$ — среднее значение объемного веса скелета уплотненного грунта, т/м$^3$; $W_0$ — оптимальная влажность, доли единицы; $W$ — природная влажность, доли единицы; $k$ — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение, принимаемый равным 1,1.

**3.6.** Основным работам по уплотнению просадочных грунтов должно предшествовать в процессе строительства опытное уплотнение, которое производится для уточнения отдельных параметров проекта.

Опытное уплотнение при однородном напластовании грунтов производится в одном, а при разнородном напластовании или при значительном изменении влажности грунтов — не менее чем в двух характерных пунктах строительной площадки.

Размеры опытных участков принимаются не менее 3,0×3,0 диаметра трамбовки или двойной ширины рабочего органа трамбующей машины при уплотнении трамбованием и не менее 6×12 м при уплотнении укаткой.

При глубинном уплотнении грунтовыми сваями опытный участок уплотняется не менее чем тремя смежными сваями, расположенными в плане в вершинах равностороннего треугольника на расстоянии согласно проекту.

Опытное уплотнение грунта предварительным замачиванием осуществляется в котловане глубиной 0,8 м и шириной, равной толщине слоя просадочного грунта, но не менее 20 м.

3.7. Методика опытного уплотнения грунтов должна предусматривать соблюдение изложенных ниже требований.

При уплотнении трамбовками через каждые два удара трамбовки (прохода трамбующей 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), должна определяться плотность и влажность грунта.

При устройстве грунтовых подушек опытное уплотнение производится при трех вариантах: числа прохода катков 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 1,2 $W_p$, 1,0 $W_p$ и 0,8 $W_p$ ($W_p$ — влажность на границе раскатывания).

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

Опытное вытрамбовывание производится с замером понижения дна котлована после каждых двух ударов трамбовки. Нивелирование выполняется 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 по глубине и в сторону от центра через 0,25 м. Для установления результатов опытного глубинного уплотнения грунтовыми сваями на строительной площадке должен отрываться контрольный шурф на глубину не менее 0,7 просадочной толщи с определением влажности и плотности грунта через каждые 0,5 м на глубину 3 м, а ниже — через каждый 1 м. На каждом горизонте определяется плотность грунта в двух точках в пределах каждой грунтовой сваи и в пределах межсвайного пространства.

Для наблюдения за просадкой уплотняемого грунта в процессе опытного замачивания следует устанавливать 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.

**3.8.** Выполнение опытного уплотнения грунтов должно фиксироваться актами, где указываются рекомендуемые величины отказов при уплотнении грунтов и грунтовых подушек различными грунтоуплотняющими машинами, графики понижения трамбуемой поверхности и дна вытрамбовываемых котлованов в зависимости от режимов работы трамбующих машин, данные по необходимому количеству ударов на одну порцию грунта, загружаемого в скважину при устройстве грунтовых свай, графики просадки глубинных и поверхностных марок, расхода воды при замачивании грунтов и другие результаты опытного уплотнения, регламентирующие технологию основных работ с обеспечением соответствующих показателей по качеству и срокам.

**3.9.** Поверхностное уплотнение грунтов трамбованием должно выполняться с соблюдением требований:

а) отрывку котлованов и траншей следует вести отдельными участками, размеры которых назначаются в зависимости от производительности оборудования из расчета сохранения оптимальной влажности грунта в открытом котловане на период трамбования;

б) доувлажнять грунт следует, заливая расчетное количество воды равномерно по всей площади участка или карты, причем уплотнение грунта начинается только по-

сле впитывания заливаемой воды и подсыхания грунта на поверхности до влажности, близкой к оптимальной;

в) уплотнение грунта в пределах отдельных участков должно производиться циклами с последовательным переходом от следа к следу, при различной глубине заложения фундаментов уплотнение грунта следует производить, начиная с более высоких отметок;

г) по окончании поверхностного уплотнения верхний взрыхленный слой грунта должен доуплотняться при оптимальной влажности ударами трамбовки с высоты 0,5—1 м;

д) уплотнение грунта трамбованием в зимнее время допускается при талом состоянии грунта и естественной влажности; необходимая глубина уплотнения при влажности грунта ниже оптимальной достигается увеличением веса, диаметра или высоты сбрасывания трамбовки.

**3.10.** Устройство грунтовых подушек должно производиться в котлованах, отрытых ниже проектной отметки заложения фундаментов на глубину, равную толщине грунтовой подушки, с соблюдением требований:

а) толщина отсыпаемых слоев должна приниматься в зависимости от уплотняющей способности применяемых механизмов;

б) грунт для устройства грунтовой подушки следует доставлять в котлован в состоянии оптимальной влажности или производить доувлажнение его до оптимальной влажности на месте укладки;

в) отсыпка каждого последующего слоя должна производиться только после проверки качества уплотнения и получения удовлетворительных результатов по предыдущему слою;

г) устройство грунтовых подушек в зимнее время допускается из талых грунтов с содержанием мерзлых комьев размером не более 15 см не выше 15% общего объема при среднесуточной температуре воздуха не ниже минус 10° С; в случае понижения температуры или перерывов в работе подготовленные, но неуплотненные участки котлована должны укрываться теплоизоляционными материалами или рыхлым сухим грунтом; отсыпка грунта на промороженный слой допускается, как исключение, при толщине мерзлого слоя не более 0,5 м и влажности грунта не выше влажности на границе раскатывания.

**3.11.** Вытрамбовывание котлованов под фундаменты должно выполняться с соблюдением следующих требований:

а) вытрамбовывание котлованов под отдельно стоящие фундаменты надлежит выполнять сразу на всю глубину котлована без изменения положения направляющей штанги трамбующего механизма;

б) доувлажнение грунта (в необходимых случаях) следует производить от отметки дна котлована на глубину не менее полуторной ширины котлована;

в) оттаивание мерзлого грунта следует производить на всю глубину промерзания в пределах площади, стороны которой равны полуторным размерам сторон котлована; вытрамбовывание котлованов при отрицательной температуре воздуха следует производить без дополнительного увлажнения грунта.

**3.12.** Глубинное уплотнение грунтов грунтовыми сваями должно выполняться с соблюдением требований:

а) проходка скважин станками ударно-канатного бурения должна осуществляться, как правило, при природной влажности грунта; станки должны быть устойчивы, а штанги ударного снаряда должны быть строго вертикальны; проходку скважин надлежит производить с использованием преимущественно ударных снарядов диаметром до 0,45 м и весом не менее 3 тс при высоте сбрасывания 0,8—1,2 м;

б) устройство скважин с помощью взрыва допускается, если влажность грунта находится на пределе раскатывания, а при меньшей влажности грунт должен быть доувлажнен; в случае отсутствия указаний в проекте шпуры бурятся диаметром 80 мм, а ВВ принимается в виде патронов аммонита № 9 или № 10 весом по 50 г в количестве от 5 до 10 шт. на 1 пог. м шпура; при проходке скважин взрывом их надлежит устраивать через одну, а пропущенные — только после засыпки и послойного уплотнения ранее пройденных;

в) перед засыпкой каждой скважины, полученной взрывом, должны производиться замеры ее глубины; в случае обнаружения завала высотой до 1,5 м он должен быть уплотнен 20 ударами трамбующего снаряда; если завал более 1,5 м — делается новая скважина;

г) для уплотнения грунта в скважинах следует преимущественно применять станки ударно-канатного бурения, обеспечивающие возможность использования грунтов с отклонением от оптимальной влажности в пределах от +0,02 до —0,06;

д) проходка скважин станками ударно-канатного бурения в зимнее время допускается при промерзании грунта на глубину не более 0,3 м, а при большей глубине — только после оттаивания промерзшего слоя или проходки его бурением; набивку скважин при отрицательной температуре воздуха необходимо производить талым грунтом.

**3.13.** Уплотнение грунтов предварительным замачиванием должно выполняться с соблюдением требований:

а) котлован или отдельные карты для замачивания должны отрываться в основном за счет удаления растительного и насыпного слоев; дно котлована планируется срезкой грунта;

б) замачивание должно выполняться путем затопления котлована водой с поддержанием уровня на высоте 0,3—0,8 м от дна и продолжаться до промачивания всей толщи просадочных грунтов и условной стабилизации просадки, за которую принимается просадка менее 1 см в неделю;

в) в процессе предварительного замачивания должны вестись систематические наблюдения за осадкой поверхностных и глубинных марок, а также за расходом воды; нивелирование марок должно производиться не реже одного раза в 5—7 дней;

г) глубину замачивания следует устанавливать по результатам определения влажности грунта через метр по глубине на всю просадочную толщу;

д) при отрицательных температурах воздуха предварительное замачивание должно производиться с сохранением дна затапливаемого котлована в талом состоянии и подачей воды под лед.

**3.14.** Качество работ по уплотнению грунтов надлежит проверять путем определения плотности грунта при уплотнении трамбованием через 0,25—0,5 м по глубине, а при послойном уплотнении — укаткой в середине каждого слоя; количество пунктов определения плотности устанавливается из расчета одного пункта на каждые

300 м² уплотненной площади и должно быть взято не менее 2 проб при уплотнении трамбованием и 3 проб в каждом слое при послойном уплотнении укаткой. При уплотнении тяжелыми трамбовками грунтов с оптимальной влажностью качество уплотнения допускается проверять контрольным определением отказа из расчета 1 определение на каждые 100 м² уплотненного грунта.

Качество работ при уплотнении грунтовыми сваями проверяется путем определения плотности уплотненных грунтов на отметке заложения фундаментов в пределах участков между тремя грунтовыми сваями, расположенными в плане по вершинам равностороннего треугольника; количество пунктов устанавливается из расчета один на каждые 1000 м² уплотненной площади. Фактическое расстояние и глубина их должны соответствовать проекту. В случае если расстояние между центрами грунтовых свай окажется больше проектного на 0,4 диаметра, устраиваются дополнительные грунтовые сваи.

Качество уплотнения грунта при любом способе производства работ признается удовлетворительным, если средняя плотность грунтов в уплотняемом основании соответствует проекту. Допустимое отклонение в сторону уменьшения плотности, принятой в проекте, не должно превышать 0,05 тс/м³ в количестве не более 10% общего числа определений.

**3.15.** Результаты работ по уплотнению просадочных грунтов должны фиксироваться в соответствующих журналах (приложения 1, 2).

Приемка работ по уплотнению просадочных грунтов производится по данным определения плотности и влажности уплотненных грунтов с составлением акта.

## 4. СТРОИТЕЛЬНОЕ ВОДОПОНИЖЕНИЕ

**4.1.** Правила настоящего раздела распространяются на работы по искусственному понижению уровня грунтовых вод способами открытого водоотлива, дренажа, иглофильтровым, вакуумным, электроосмотическим и открытых водопонизительных скважин, которые применяются самостоятельно или в различных сочетаниях в период строительства зданий и сооружений.

4.2. Выбор способов водопонижения должен учитывать природную обстановку, размеры осушаемой зоны, способы производства строительных работ в котловане и вблизи него, их продолжительность и другие местные условия строительства.

При осуществлении работ по водопонижению должны предусматриваться меры против нарушения природных свойств грунтов в основании существующих и вновь возводимых сооружений и меры, препятствующие нарушению устойчивости откосов и дна котлована.

Водопонизительные работы должны быть взаимоувязаны с земляными и другими строительными работами в зоне действия водопонизительных систем по срокам и технологии производственных процессов, а также по условиям размещения технических средств.

4.3. Способ открытого водоотлива может быть применен в разнообразных грунтовых условиях и при различной глубине, если соблюдение всех требований п. 4.2 не представляет затруднений.

4.4. Дренажи в виде открытых или заполненных фильтрующим материалом канав и траншей, а также трубчатых дрен с фильтрующей обсыпкой разрешается размещать как вне котлована, так и непосредственно в нем. Устройство дренажей в виде подземных галерей разрешается в случае их использования в дальнейшем в период постоянной эксплуатации сооружений.

4.5. Иглофильтровый способ следует применять в неслоистых грунтах, имеющих коэффициенты фильтрации от 1 до 50 м/сут, с использованием установок типа ЛИУ, позволяющих достигать понижения уровня грунтовых вод одной ступенью на глубину до 4—5 м от оси насоса.

4.6. Вакуумный способ, при котором вакуум развивается в зоне фильтра водоприемника, следует применять в грунтах, имеющих коэффициенты фильтрации от 0,05 до 2 м/сут:

при необходимой глубине понижения уровня грунтовых вод до 6—7 м — с использованием установок вакуумного водопонижения типа УВВ и иглофильтров с обсыпкой;

при необходимой глубине понижения уровня грунтовых вод до 10—12 м — с использованием эжекторных иглофильтров с обсыпкой;

при переслаивании водоносных и водоупорных грунтов — с использованием эжекторных вакуумных водопонизительных установок типа ЭВВУ с вакуумными концентрическими скважинами, позволяющих достигать понижения уровня грунтовых вод до 20—22 м.

**4.7.** Электроосмотический способ, при котором отсасывание воды из грунта происходит под действием электроосмотических сил, возникающих при пропускании через грунт постоянного тока, следует применять в слабопроницаемых грунтах, имеющих коэффициенты фильтрации менее 0,05 м/сут, как средство усиления эффекта осушения слабопроницаемых грунтов на глубину, зависящую от типа основных водопонизительных средств.

**4.8.** Открытые (соединяющиеся с атмосферой) водопонизительные скважины следует применять в виде:

а) скважин — колодцев, оборудованных насосами, — при больших (начиная с 4 м и более) глубинах требуемого понижения уровня грунтовых вод, а также при небольших глубинах водопонижения (менее 4 м), когда использование иглофильтров затруднительно из-за больших притоков, необходимости осушения значительных площадей и стесненности территории;

б) самоизливающихся скважин различного наклона— для снятия избыточного давления в напорных водоносных горизонтах, а также для глубокого водопонижения (горизонтальные скважины на откосах открытых котлованов, лучевые водозаборы, восстающие скважины из подземных выработок);

в) водопоглощающих скважин, с помощью которых грунтовые воды сбрасываются в нижележащие пласты, — для водопонижения в условиях, когда ниже водоупора, подстилающего верхние водоносные грунты, залегают неводоносные грунты, имеющие коэффициенты фильтрации не ниже 10 м/сут, или при значительной разности пьезометрических уровней водоносных пластов;

г) сквозных фильтров, через которые поступающие в них грунтовые воды сбрасываются в подземные выработки, — для глубокого водопонижения в условиях, когда на площадке имеются или сооружаются для эксплуатационного периода подземные выработки или подземные дренажные галереи.

**4.9.** Материалы инженерно-геологических и гидрогео-

логических изысканий для водопонизительных работ должны содержать:

общие данные о природных условиях района с описанием местоположения и рельефа площадки, имеющихся вблизи нее открытых водоемов и водотоков;

характеристику инженерно-геологического строения и физико-механических свойств грунтов, водоносных слоев, источников и областей их питания, взаимосвязи между ними, естественного дренажа грунтовых вод, их химического состава и температур;

коэффициенты фильтрации, пьезопроводности, уровнепроводности и водоотдачи грунтов, определенные с помощью опытных откачек, а для электроосмотического водопонижения дополнительно коэффициент электроосмоса и омическое сопротивление грунтов;

карты распространения водоносных слоев с показанием рельефа их кровли и подошвы, а также гидроизогипс или гидроизопьез;

геологические разрезы и профили на участке работ и при необходимости в пределах распространения водоносных слоев до областей питания и дренажа на глубину до основного водоупорного пласта.

**4.10.** Проектные решения по водопонижению должны содержать:

описание исходных данных по согласованным местам сброса откачиваемых грунтовых вод;

характеристику возводимых и существующих на участке сооружений, а также методов и сроков строительных работ «нулевого цикла»;

обоснование принятых способов водопонижения, общее решение водопонизительной системы, изложение результатов расчетов водопонижения, чертежи водопонизительных и водоотводящих устройств и решения о методах их сооружения и противокоррозионной защиты, спецификации необходимого оборудования, решения по энергоснабжению, объемы и продолжительность выполнения работ; при электроосушении — указания об источнике, рабочем напряжении и силе постоянного электрического тока, подаваемого к электродам;

размещение наблюдательных скважин и пьезометров, а также указания по наблюдению за снижением уровня грунтовых вод.

**4.11.** В проектах водопонижения, рассчитанного на длительную продолжительность, должно предусматриваться поэтапное выполнение работ с постепенным вводом в действие водопонизительных устройств.

В сложных условиях, когда по материалам изысканий не представляется возможным произвести достаточно обоснованные расчеты водопонижения или окончательно выбрать водопонизительную систему и водопонизительные устройства, в проекте следует предусматривать опытно-производственные работы, результаты которых используются для внесения коррективов в проект.

**4.12.** Расчетами системы водопонижения должны определяться:

а) понижение уровней грунтовых вод в расчетных точках, в том числе и в водопонизительных устройствах, на различных этапах строительства;

б) притоки к водопонизительным устройствам и ко всей водопонизительной системе по этапам ее развития;

в) производительность, пропускная способность, размеры, число, размещение и другие параметры водопонизительных, водосборных и водоотводящих устройств.

В необходимых случаях расчетами определяется также время достижения требуемого понижения уровня грунтовых вод.

**4.13.** Расчеты водопонижения следует выполнять исходя из линейного закона фильтрации $v=ki$. Уравнения притока грунтовых вод, которые при установившемся режиме фильтрации и совершенной водопонизительной системе (скважинах, доходящих до водоупора) имеют вид:

для плоского потока $$Q=\frac{mk(H-y)l}{R-x}; \qquad (2)$$

для радиального потока $$Q=\frac{2\pi mk(H-y)}{\ln\frac{R}{x}}, \qquad (3)$$

где $v$ — скорость фильтрации, м/сутки; $k$ — коэффициент фильтрации, м/сутки; $i$ — гидравлический градиент; $Q$ — приток, м³/сутки; $m$ — толщина водоносного слоя при напорной фильтрации, или средняя толщина потока, равная $\frac{H+y}{2}$ при безнапорной фильтрации, м;

$H$ — напор грунтовых вод, м; $y$ — напор в расчетной точке, м; $l$ — длина расчетного участка линейной водопонизительной системы, м; $x$ — расстояние от оси линейной или от центра контурной водопонизительной системы до расчетной точки, м; $R$ — радиус депрессии (зоны влияния), величина которого определяется на основе данных об источниках и условиях питания водоносных слоев, а в случаях наличия в районе работ водоема принимается при плоском потоке равной расстоянию, а при радиальном потоке удвоенному расстоянию от центра водопонизительной системы до водоема.

**4.14.** При отсутствии данных об источниках и условиях питания водоносных горизонтов величину радиуса депрессии допускается определять расчетом по формулам:

при безнапорной фильтрации

$$R = A + 2S\sqrt{kH}; \qquad (4)$$

при напорной фильтрации

$$R = A + 10S\sqrt{k}, \qquad (5)$$

где $A$ — приведенный радиус водопонизительной системы, м, принимаемый для контурных водопонизительных систем с соотношением ее сторон менее 10 равным $A = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$ при соотношении ее сторон более 10 и для коротких линейных водопонизительных систем $A = 0{,}25l$, для длинных линейных водопонизительных систем $A = 0$; $F$ — площадь, оконтуренная водопонизительными устройствами, м²; $S$ — понижение уровня грунговых вод в области водозабора (в котловане), отсчитываемое от первоначального уровня грунтовых вод, м.

**4.15.** В случаях глубокого залегания водоупора требуемая величина понижения уровня грунтовых вод ниже дна котлована должна определяться в зависимости от скорости восстановления уровня воды за время аварийных отключений насосов. В случаях высокого положения водоупора следует исходить из практически достижимой глубины водопонижения и применения дополнительных мероприятий для защиты котлована от притока грунтовых вод.

Требуемое снижение и величина допускаемого напора в напорном водоносном горизонте, залегающем ниже дна котлована, определяются из условия обеспечения устойчивости грунтов в основании и предотвращения прорывов воды в котлован.

**4.16.** При неустановившемся режиме фильтрации грунтовых вод допускается для расчетов водопонижения

применять метод последовательной смены стационарных состояний, предполагающий, что в каждый данный момент фильтрация является как бы установившейся. При этом радиус депрессии определяется в зависимости от времени — пока он не достигнет величины, соответствующей величине при установившемся режиме.

В случаях выполнения крупных водопонизительных работ с продолжительным неустановившимся режимом, необходимости учета особых условий питания грунтовых вод, применения несовершенных (не доходящих до водоупора) водопонизительных скважин и дрен и в других сложных случаях расчеты водопонижения допускается выполнять, основываясь на балансе динамических и статических ресурсов грунтовых вод, используя методы фрагментов, электрогидродинамических аналогий и моделирования, а также методы, основанные на теории упругого режима.

**4.17.** Расположение водопонизительных скважин, их количество и заглубление надлежит определять исходя из притока грунтовых вод и необходимого понижения их уровня.

Расчетная производительность одной скважины $q_{скв}$ не должна превышать допустимой предельной производительности, принимаемой по опытным данным с учетом исключения выноса частиц грунта.

В случае отсутствия опытных данных $q_{скв}$ допускается определять из условия

$$q_{скв} \leqslant 200 l_ф d \sqrt[3]{k}, \qquad (6)$$

где $l_ф$ и $d$ — длина и диаметр смоченной части фильтра.

Оптимальная подача, развиваемый напор и мощность электродвигателей насосов должны соответствовать расчетной производительности скважин.

**4.18.** Всасывающие трубопроводы, насосы иглофильтровых установок, циркуляционные резервуары и водосборные лотки следует размещать по возможности на низких отметках. Для водопонизительных устройств, размещаемых в пределах откосов, должны предусматриваться площадки и бермы.

Вакуумные концентрические скважины должны располагаться таким образом, чтобы во избежание прорыва атмосферного воздуха в них через грунт минимальное

расстояние от фильтровой части скважины до поверхности грунта составляло не менее 3 м.

**4.19.** Водосборники и водоотводящие канавы для открытого водоотлива, как правило, следует располагать за пределами основания сооружения. В стесненных условиях, когда неизбежно расположение водосборников в пределах основания, они должны быть надежно укреплены. Фильтрующие стенки и дно водосборников должны быть защищены от размыва. Ширина водоотводящих канав по дну должна быть не менее 0,3 м, а уклон должен быть от 0,002 до 0,005. Откосы и дно водоотводящих канав в оплывающих грунтах следует укреплять.

При невозможности сброса воды в существующие водостоки или естественные водоемы за пределами зоны влияния водопонизительной системы должны быть предусмотрены пруды-накопители.

**4.20.** Резерв водопонизительных скважин, оборудованных насосами, должен составлять не более 20% расчетного количества скважин водопонизительной системы. Для систем крупных объектов количество резервных скважин может быть уточнено проектом.

Водопонизительные системы, применяемые для предотвращения прорыва водоупорных слоев, должны быть обеспечены резервными самоизливающимися скважинами, пробуренными со дна котлована.

**4.21.** В насосных станциях открытого водоотлива должны устанавливаться резервные насосы в количестве 50% числа работающих при их числе более одного и 100% при одном работающем насосе.

**4.22.** Для объектов, где прекращение откачки воды может нарушить безопасное производство работ, следует предусматривать два независимых источника электроснабжения водопонизительной системы.

**4.23.** До начала работ по водопонижению необходимо обследовать техническое состояние зданий и сооружений, находящихся в зоне работ, уточнить состояние существующих подземных коммуникаций и произвести расчистку и планировку участков расположения водопонизительных и водоотводящих устройств.

**4.24.** В процессе водопонижения должно обеспечиваться оперативное регулирование режима работы водопонизительной системы путем полного, частичного или

периодического отключения насосных агрегатов по мере уменьшения расхода откачиваемой воды. Водопонизительные системы следует снабжать устройствами, обеспечивающими сигнализацию на диспетчерский пункт и автоматическое отключение любого агрегата.

**4.25.** При бурении скважин и последующей установке в них фильтров следует учитывать требования:

а) бурение скважин ударно-канатным способом необходимо вести так, чтобы низ обсадной трубы опережал уровень разрабатываемого забоя не менее чем на 0,5 м, а подъем буровой желонки должен производиться со скоростью, исключающей подсасывание грунта через нижний конец обсадной трубы; при проходке грунтов, в которых возможно образование пробок, в полости обсадной трубы необходимо поддерживать уровень воды, превышающий статический уровень грунтовых вод;

б) отклонение от вертикали скважин, предназначенных для установки глубинных насосов с трансмиссионным валом, не должно превышать 0,005 глубины скважины;

в) бурение водопонизительных скважин с глинистой промывкой допускается, если перед этим на площадке опытным путем будет установлена эффективность их разглинизации;

г) перед опусканием фильтров и извлечением обсадных труб скважины должны быть очищены от бурового шлама; в скважинах, пробуренных в супесях или в песках со значительным содержанием глинистых частиц, а также в переслаивающихся водоносных и водоупорных слоях внутренняя полость обсадной трубы должна быть промыта водой; контрольный замер глубины скважины должен производиться непосредственно перед установкой фильтра;

д) при бурении скважин должны отбираться пробы для уточнения границ водоносных слоев и зернового состава грунтов.

**4.26.** При погружении в грунт фильтров или обсадных труб подмывом должна обеспечиваться непрерывность подачи воды, а при наличии грунтов, сильно поглощающих воду, следует дополнительно подавать в забой сжатый воздух.

Иглофильтры, как правило, должны погружаться гидравлическим способом, за исключением случаев наличия прослоек плотных грунтов или включений, не допускающих подмыва, когда иглофильтры устанавливаются в скважины, пробуренные механическим способом.

**4.27.** Фильтры водопонизительных скважин должны отвечать следующим требованиям:

а) сетка или просечной лист фильтра не должны иметь оборванных нитей, неплотных стыков и просечек недопустимых размеров; в проволочной обмотке должны быть строго выдержаны зазоры между витками спирали; фильтры из профилированной ленты не должны иметь деформаций цилиндрической поверхности и нарушений «замка» между витками; пористые блоки фильтров не должны иметь трещин и повреждений краев;

б) фильтры, предназначенные для установки в предварительно пробуренные скважины, должны быть оборудованы фонарями для центровки фильтровой колонны относительно обсадной трубы, а применяемые при откачке грунтовой воды с агрессивными свойствами должны иметь антикоррозионные покрытия;

в) трубы фильтровых и надфильтровых звеньев, а также всасывающих и напорных коммуникаций не должны иметь на внутренней поверхности наплывов или заусенцев;

г) если водопонизительная скважина прорезает несколько осушаемых водоносных горизонтов, то фильтры должны предусматриваться в каждом из них.

**4.28.** При установке фильтров в предварительно пробуренные скважины в нескальных грунтах вокруг фильтровой части скважины должна устраиваться обсыпка из отсортированного и промытого песчано-гравийного материала, который не должен содержать частиц диаметром менее 0,5 и более 7 мм.

Состав обсыпки необходимо подбирать из условия

$$5 \leqslant \frac{D_{50}}{d_{50}} \leqslant 10,$$

где $D_{50}$ — диаметр частиц, мельче которых в подбираемом слое обсыпки содержится 50% по весу; $d_{50}$ — диаметр частиц, мельче которых в грунте водоносного слоя или в наружном слое обсыпки содержится 50% по весу.

Диаметр отверстий или ширина щелей фильтра должны быть не более $D_{50}$ слоя обсыпки, непосредственно прилегающего к фильтру.

Толщина одного слоя обсыпки $\delta$ устанавливается из следующих двух условий:

$$\delta \geqslant 30\,D_{80};\quad \delta \geqslant 0{,}25D,$$

где $D_{80}$ — размер частиц, меньше которых в обсыпке содержится 80% по весу; $D$ — наружный диаметр фильтра.

Толщина обсыпки фильтров из просечного листа, проволочной обмотки, щелевых и дырчатых труб должна быть не менее 60 мм.

**4.29.** Обсыпка фильтров должна осуществляться с учетом следующих требований:

а) подача обсыпки должна производиться равномерно и непрерывно слоями высотой не более 30-кратной толщины обсыпки; после каждого очередного подъема обсадной трубы над ее низом должен оставаться слой обсыпки высотой не менее 0,5 м;

б) верхняя граница обсыпки вакуумной концентрической скважины должна располагаться не более чем на 1 м выше отметки верхней кромки фильтра, а над обсыпкой до поверхности земли должен устраиваться глиняный тампон;

в) при устройстве обсыпки иглофильтров величину расхода подмывной струи и скорость опускания иглофильтра следует подбирать таким образом, чтобы диаметр скважины по всей ее высоте составлял не менее 150 мм; при заполнении обсыпкой кольцевого зазора подача подмывной струи не должна прекращаться, а ее расход должен снижаться до величины, при которой происходит вынос только мелких и глинистых частиц; в затрубном пространстве иглофильтров на глубину не менее чем 1 м от устья скважины должен устраиваться глиняный тампон.

**4.30.** После установки фильтров скважины должны быть проверены на водопоглощение наливом воды. Если в проверяемой скважине наблюдается резкое замедление поглощения воды по сравнению с другими, то следует установить причину этого и принять меры к восстановлению работоспособности скважины.

После проверки скважин на водопоглощение необходимо немедленно произвести откачку из них грунтовой воды до полного ее осветления. При откачке воды из скважин, оборудованных эжекторными водоподъемниками, необходимо для предотвращения загрязнения циркуляционной воды откачиваемую эжектором загрязненную воду вместе с рабочей водой отводить в сторону.

**4.31.** При монтаже насосов, всасывающих и напорных трубопроводов должна быть обеспечена герметичность всех соединений. Монтаж насосов в скважинах должен производиться после проверки скважин на проходимость шаблоном длиной 5 м и диаметром на 50 мм более диаметра насоса. Каждый насос должен быть снабжен задвижкой на изливе, а эжекторные водоподъемники — двумя пробковыми кранами (на ответвлениях от напорного трубопровода и на изливе).

Звенья труб для напорных колонн в скважинах должны очищаться и проверяться на герметичность опрессовкой при давлении воды, на 50% превышающем расчетное.

**4.32.** Трубопроводы водопонизительных установок должны укладываться на инвентарных опорах по спланированной поверхности:

напорный распределительный трубопровод установок типа ЭВВУ — с уклоном не менее 0,001 от насоса, а водосборный безнапорный трубопровод — с уклоном не менее 0,005 в сторону циркуляционного резервуара;

всасывающие трубопроводы установок типа ЛИУ и УВВ — с уклоном не менее 0,005 от насоса.

**4.33.** Трубчатые дренажи следует устраивать со смотровыми колодцами через 50 м по длине прямолинейных дрен и в местах изменения их направления.

Дренажные трубы должны быть рассчитаны на прочность, иметь диаметр не менее 100 мм и пропускную способность, соответствующую притоку. Они должны располагаться, как правило, на расстоянии 0,6—0,8 м от сооружения, укладываться с уклоном не менее 0,002 и пригружаться грунтом против промерзания. При расположении под сооружениями дренажные трубы должны быть заключены в защитные футляры.

Фильтрующая обсыпка трубчатых дренажей подбирается аналогично обсыпке фильтров водопонизитель-

ных скважин. Толщина каждого слоя обсыпки должна быть не менее 150 мм, а слой, непосредственно прилегающий к трубе, должен удовлетворять условиям:

$$1 \leqslant \frac{d}{D_{50}} \leqslant 3$$ при круглых отверстиях в дренажных трубах;

$$1 \leqslant \frac{d}{D_{50}} \leqslant 1{,}5$$ при щелевых отверстиях,

где $d$ — диаметр круглого отверстия или ширина щели в трубе.

**4.34.** До приемки и ввода водопонизительных систем в эксплуатацию должны производиться пробные откачки, в процессе которых проверяется:

соответствие расхода откачиваемой воды и напора, развиваемого насосами, их паспортным данным, а для эжекторных установок соответствие напора циркуляционной воды напору, предусмотренному проектом;

герметичность уплотнительных узлов вакуумных скважин, надежность глиняных тампонов в устьях скважин, плотность стыков трубопроводов и отсутствие подсосов воздуха во всасывающих коммуникациях;

отсутствие в откачиваемой воде (в конце пробной откачки) частиц грунта;

соответствие устройств водоотвода и мест сброса воды проекту (с соблюдением требований санитарного надзора и органов по регулированию использования и охране вод и сельскохозяйственных земель).

При пробной откачке должны измеряться: расход откачиваемой воды, величина понижения уровня воды в контрольных скважинах и пьезометрах, а также должны фиксироваться показания вакуумметра и манометра на насосе, соответствующие моментам замера расхода и понижения уровня воды. При пробном пуске установок для электроосмотического водопонижения дополнительно должны измеряться напряжение и сила тока, пропускаемого через грунт между электродами.

Водопонизительная система может быть введена в действие при условии исправной ее работы в течение суток после монтажа.

**4.35.** Приемку водопонизительных систем надлежит оформлять актом, к которому прилагаются уточненные геологические разрезы и исполнительная документация, включающая следующие данные:

а) для открытого водоотлива — расположение в плане и отметки водопонизительных и водоотводящих устройств, наблюдательных скважин, характеристики насосных установок;

б) для горизонтальных дренажей — расположение дрен с указанием их типов, нумерация смотровых колодцев, продольные профили дрен, конструкция фильтров и характеристики насосных станций;

в) для иглофильтровой установки — способ погружения иглофильтров отметки фильтровых звеньев, способ устройства обсыпки, отметка оси насоса, расположение наблюдательных скважин, данные пробной откачки;

г) для эжекторной установки (в том числе с вакуумными концентрическими скважинами) — способ устройства скважин, конструкция фильтра и скважины, способ устройства обсыпки, отметки расположения фильтровой части и рабочих органов эжекторов, расположение контрольно-измерительной аппаратуры, а также пьезометров и наблюдательных скважин с указанием уровня воды в них, данные пробной откачки;

д) для электроосмотической установки — расположение и способ погружения электродов, отметки фильтровых звеньев, способ устройства обсыпки, отметка оси насоса, расположение наблюдательных скважин, соответствие монтажа электропроводки требованиям проекта и данные пробной откачки;

е) для открытых водопонизительных скважин — расположение и отметки скважин, способы их устройства, конструкция фильтров и способ устройства обсыпки, тип насосов и отметки расположения его всасывающих и сливных патрубков, расположение контрольных пьезометров и наблюдательных скважин с указанием уровня воды в них, данные пробной откачки.

**4.36.** После сдачи водопонизительной системы в эксплуатацию вода должна откачиваться непрерывно.

При уменьшении притока воды к водопонизительной установке в связи с развитием зоны депрессии, когда невозможно выключать установленное оборудование из эксплуатации, разрешается регулировать работу насосов, не допуская повышения уровня грунтовых вод выше заданных отметок. Насосы, установленные в резервных скважинах, а также резервные насосы открытых устано-

вок должны периодически включаться в работу в целях поддержания их в рабочем состоянии.

**4.37.** 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 грунтовых вод за его пределами; режим работы водопонизительной установки следует регулировать так, чтобы не допускать резкой разницы уровней воды в котловане и вне его.

**4.38.** В период откачки воды должны производиться систематические наблюдения за состоянием дна и откосов котлована (выработки). При обнаружении возрастающих просадок или очагов сосредоточенной фильтрации воды с выносом грунта должны быть незамедлительно приняты меры по ликвидации дефектов.

**4.39.** При эксплуатации водопонизительных систем в зимнее время должны быть предусмотрены необходимые меры по утеплению насосного оборудования и коммуникаций, а также по опорожнению водопонизительных установок от воды на случай их остановки.

**4.40.** В течение всего периода работ по водопонижению необходимо вести журналы (прил. 3 и 4), в которых указываются:

а) сведения о расходе воды, откачиваемой насосами;

б) показания вакуумметров и манометров, соответствующие времени измерения расхода воды;

в) сведения об уровнях воды в наблюдательных скважинах, расположенных в пределах выработки и за ее пределами;

г) данные о простоях насосов и их причины.

**4.41.** Законченные работы по устройству системы водопонижения должны быть оформлены актами освидетельствования скрытых работ с указанием заложения всех подземных устройств.

**4.42.** Демонтаж установок должен производиться способами и средствами, обеспечивающими использование демонтированного оборудования для повторного применения.

Демонтаж многоярусных водопонизительных установок следует начинать с нижнего яруса. Во время демонтажа должна продолжаться работа установок, расположенных на более высоких отметках.

## 5. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ

### Общие указания

**5.1.** Закрепление грунтов может производиться с целью повышения их прочности и устойчивости или придания им водонепроницаемости способами цементации, глинизации, битумизации, силикатизации, смолизации и термического закрепления.

Применение всех указанных способов, кроме термического закрепления, возможно при температуре инъектируемых грунтов не ниже 0° С и температуре растворов, поступающих в грунт не ниже +5° С. Работы по термическому закреплению грунтов, кроме вечномерзлых, могут производиться при отрицательных температурах.

**5.2.** Материалы инженерно-геологических изысканий участка, где предусматриваются работы по закреплению грунтов, должны содержать следующие данные:

инженерно-геологическое строение и гидрогеологические условия участка;

удельный и объемный вес, пористость, влажность грунта;

прочностные характеристики и модуль деформации природного грунта;

коэффициент фильтрации грунта; направление и скорость движения грунтовых вод и их химический состав;

временное сопротивление одноосному сжатию образцов грунта, закрепленного в лабораторных или опытно-полевых условиях.

**5.3.** Проектные решения по закреплению грунтов должны содержать:

данные об объемах закрепляемых массивов, общем количестве материалов, необходимых для выполнения работ, намечаемых сроках работ, обеспечении работ системами электроснабжения, водоснабжения, канализации и транспорта, а также обоснования принятого варианта проекта;

план участка с указанием контура закрепляемого массива;

схемы расположения инъекторов или рабочих и контрольных скважин (вертикальное, горизонтальное, наклонновеерное) с указанием их конструкции, глубин,

диаметров и допустимых отклонений по направлению;

схемы растворопроводов (газо-, воздухопроводов и др.);

перечень бурового, инъекционного и насосного оборудования;

указания по режиму процесса закрепления грунтов (удельные расходы и температуры применяемых растворов, давления и продолжительность нагнетания);

решения по технологической последовательности работ.

**5.4.** Тип и размеры фундаментов и оснований из закрепленного грунта, а также средняя величина давления на основание из закрепленного грунта при расчете на основное и особое сочетание нагрузок должны быть установлены проектом сооружения.

**5.5.** Приемка работ по закреплению грунтов должна установить соответствие требованиям проекта размеров массива и характеристик закрепленного грунта.

При приемке работ должны быть представлены:

планы и профили закрепленного массива с обозначением фактического местоположения инъекторов и скважин;

технические паспорта применяемых материалов;

журналы контроля работ (прил. 5, 6 и 7);

данные о прочности, водонепроницаемости, водоустойчивости и морозостойкости закрепленного грунта.

### Силикатизация и смолизация

**5.6.** Силикатизацию и смолизацию следует предусматривать как способы постоянного закрепления грунтов оснований зданий и сооружений, создания фундаментов из закрепленного грунта и устройства водонепроницаемых завес в песчаных и просадочных грунтах.

Силикатизация и смолизация грунтов осуществляются путем нагнетания через систему инъекторов (забиваемых в грунт или опускаемых в пробуренные скважины) водных растворов силиката натрия или смолы с отвердителем. Вид, концентрация и рецептура указан-

ных химических растворов определяются в зависимости от инженерно-геологических условий и назначения закрепленного грунта. В качестве основных исходных материалов применяются водные растворы силиката натрия и карбамидной смолы, а в качестве отвердителей — хлористый кальций, соляная, щавелевая и кремнефтористоводородная кислоты. Эти способы применимы в песчаных грунтах, имеющих коэффициент фильтрации от 2 до 50 м/сут, а в просадочных грунтах — от 0,2 до 2 м/сут.

5.7. Растворы, используемые при силикатизации и смолизации грунтов, должны удовлетворять следующим требованиям:

силикат натрия должен иметь модуль в пределах от 2,7 до 3 и плотность от 1,2 до 1,3 г/см$^3$ при закреплении песчаных грунтов и от 1,1 до 1,2 г/см$^3$ при закреплении просадочных грунтов;

карбамидная смола должна иметь плотность от 1,08 до 1,16 г/см$^3$ и обладать активностью, обеспечивающей заданную прочность;

рецептура химических растворов для закрепления песчаных и просадочных грунтов должна назначаться в зависимости от водопроницаемости и других свойств природного грунта, а также прочностных требований, предъявляемых к закрепленному грунту.

5.8. Разбивку мест размещения скважин и забивных инъекторов следует производить от основных осей сооружений с допустимыми отклонениями ±5 см. Для бурения скважин и погружения инъекторов в грунт следует принимать меры, предупреждающие отклонения скважин и инъекторов от проектного направления путем установки кондукторов. Максимальные отклонения не должны превышать при глубине до 40 м — 1%, а при большей глубине — 0,5%.

5.9. В проекте закрепления грунтов способами силикатизации и смолизации могут быть предусмотрены дополнительные (резервные) скважины и инъекторы в количестве не более 10% их общего числа, определенного расчетом.

5.10. При силикатизации и смолизации грунтов оснований существующих сооружений в стесненных условиях погружение инъекторов допускается производить из спе-

циально пройденных колодцев, штолен и траншей, закрепленных для предупреждения деформаций существующих сооружений.

**5.11.** Выбор инъекционного оборудования должен производиться с учетом удельных расходов, давлений и степени агрессивности химических растворов. Для инъекторов, погружаемых забивкой, должны применяться стальные цельнотянутые трубы с внутренним диаметром от 25 до 50 мм. Для нагнетания кислых растворов следует предусматривать применение кислотоупорных насосов.

**5.12.** Нагнетание химических растворов должно производиться по заходкам, обеспечивающим монолитность закрепления грунта. Предельная величина давления нагнетания определяется проектом и в песчаных грунтах может достигать 30 кгс/см$^2$, а в просадочных грунтах не должна превышать 5 кгс/см$^2$.

Нагнетание раствора в однородные по водопроницаемости грунты производится заходками сверху вниз или снизу вверх. В неоднородных по водопроницаемости грунтах слой грунта с большой водопроницаемостью закрепляется в первую очередь.

**5.13.** В процессе производства работ по силикатизации и смолизации грунтов надлежит вести постоянный контроль качества химических растворов, гелеобразующих смесей, а также исходных материалов с определением показателей плотности, вязкости, времени гелеобразования и др.

Контроль качества химических растворов и гелеобразующих смесей должен осуществляться, кроме того, путем испытания закрепленных образцов грунта. Период гелеобразования должен контролироваться путем систематического отбора проб.

**5.14.** Качество закрепления массива грунта следует проверять бурением скважин и проходкой шурфов с отбором монолитов для лабораторных испытаний, а также методами электрокаротажа и зондирования.

Количество контрольных скважин и шурфов, мест электрокаротажа и зондирования определяется проектом. К контрольному бурению и вскрытию шурфов следует приступать не ранее двух суток после окончания работ по закреплению грунтов.

**Цементация, глинизация и битумизация**

**5.15.** Цементацию и глинизацию следует применять как способы постоянного закрепления скальных, песчаных и гравелистых грунтов в основании зданий и сооружений, а также для устройства противофильтрационных завес. Эти способы применимы при коэффициентах фильтрации грунтов не менее: для скальных грунтов 0,01 м/сутки, а для песчаных грунтов 20 м/сутки.

Горячая битумизация предусматривается как вспомогательный способ для тампонирования крупных трещин в скальных грунтах в целях предотвращения вымыва цементных и глинистых растворов при наличии больших скоростей потока грунтовых вод.

**5.16.** Для приготовления цементных растворов должен использоваться портландцемент марки не ниже 300. Допускается использование сульфатостойкого цемента и шлакопортландцемента, а также тампонажного портландцемента.

Использование смесей различных видов цемента допускается только после проведения лабораторных испытаний с определением сроков схватывания и твердения.

Физико-механические свойства цемента, предназначенного для приготовления цементационных растворов, должны быть проверены для каждой партии цемента, поступающей на строительство, независимо от паспортных данных завода-поставщика.

При наличии агрессивных грунтовых вод следует применять стойкие по отношению к ним цементы.

Для ускорения схватывания цементационных растворов применяются жидкое стекло и хлористый кальций. Для увеличения стабильности цементационных растворов применяется бентонит.

**5.17.** Нагнетание цементационных и глинистых растворов производится при давлении: до 100 ати специальными насосами; до 15 ати и применении очень густых растворов — диафрагмовыми насосами; до 6 ати и допустимости перерыва в подаче раствора в грунт — пневматическими нагнетателями.

Для уменьшения перерывов между закачками раствора в случае применения пневматических нагнетате-

лей следует использовать агрегаты из двух нагнетателей.

Цементационные и глинистые растворы в течение всего периода нагнетания должны перемешиваться.

**5.18.** Бурение скважин для цементации и глинизации грунтов должно производиться по указаниям проекта способом последовательного сближения скважин, начиная с расстояний, на которых гидравлическая связь между ними в процессе нагнетания инъекционных растворов практически отсутствует.

Бурение скважин в неустойчивых грунтах, залегающих выше цементируемой зоны, должно производиться в обсадных трубах. В скальных грунтах после окончания бурения скважины должны промываться водой или продуваться сжатым воздухом.

**5.19.** Бурение очередных зон по высоте одной и той же скважины и нагнетание в них растворов при отсутствии напорных грунтовых вод может производиться вслед за окончанием цементации или глинизации предыдущих зон без задержки на время твердения цементного камня в зацементированной зоне.

При наличии напорных грунтовых вод, а также в случае прекращения инъекции из-за отказа в поглощении грунтом раствора необходима выдержка на время твердения цементного камня.

**5.20.** В крупнообломочных и песчаных грунтах цементацию и глинизацию следует производить через перфорированные трубы с помощью двойного тампона, позволяющего инъектировать раствор зонами по 0,3—0,5 м.

Во избежание прорыва раствора вдоль ствола скважины затрубное пространство между трубой и грунтом должно быть заполнено цементно-глинистым раствором.

Для предотвращения попадания раствора в перфорированную трубу отверстия следует закрывать резиновыми манжетами.

**5.21.** В скальных грунтах цементация и глинизация может производиться:

а) на всю глубину пробуренной скважины;

б) способом «снизу вверх», при котором инъекционная скважина разбуривается сразу на полную проектную глубину, а нагнетание производится восходящими зонами по 4—6 м путем последовательной перестановки

передвижного тампона (уплотнителя), начиная с кровли нижней зоны;

в) способом «сверху вниз», при котором инъекционная скважина разбуривается на глубину первой зоны (4—6 м) и после ее цементации бурится следующая и т. д. до проектной глубины; при этом тампон следует устанавливать в кровле очередной зоны только до глубины, позволяющей применять высокое давление без опасных деформаций вышележащей толщи грунта.

**5.22.** В трещиноватых скальных грунтах цементация или глинизация должны производиться до полного отказа в поглощении раствора или до условного отказа, за который принимается расход, не превышающий 0,5 л/мин, зафиксированный в течение 15—20 мин.

При больших поглощениях раствора предельно густой консистенции, при прорывах раствора на поверхность или в соседние скважины следует снизить давление инъекции или сделать перерыв в нагнетании.

**5.23.** Нагнетание горячего битума должно производиться насосами через пробуренные скважины с установленными в них специальными инъекторами, обеспечивающими подогрев битума в стволе скважины.

Насосы должны иметь оборудование для обратного сброса, регулирующего расход битума.

**5.24.** Давление при нагнетании битума должно возрастать постепенно. Нагнетание следует производить в несколько циклов с перерывами, обеспечивающими остывание битума до температуры, резко снижающей его подвижность. Первый цикл нагнетания следует производить при давлении не выше 2—3 ати.

Перед повторными циклами битум, заполняющий скважину, должен разогреваться в течение 1—2 ч. При большом сопротивлении остывающего в скважине и грунте битума давление может быть временно повышено до 80 ати, а после ликвидации «пробки» должно быть немедленно снижено.

Перерывы в нагнетании битума необходимо делать при отсутствии возрастания давления в течение 2—3 ч с начала нагнетания, а также в случае резкого снижения давления и при прорыве битума на поверхность или в соседние скважины.

**5.25.** Процесс нагнетания битума в каждую скважину считается законченным в случае отказа в поглощении битума грунтом при повторных циклах нагнетания.

### Термическое закрепление

**5.26.** Способ термического закрепления грунтов путем нагнетания в пробуренные скважины высокотемпературных газов следует применять преимущественно в маловлажных просадочных грунтах, имеющих достаточную газопроницаемость; способ применяется в целях постоянного упрочнения оснований существующих зданий и сооружений или создания фундаментов из закрепленного грунта.

Контур фундамента из термически закрепленного грунта ограничивается изотермой 300° С.

Для получения массива закрепленного грунта заданной формы необходимо соблюдение следующих условий: надежная герметизация устья скважины; перемещение фронта горения топлива по длине скважины; поддержание в скважине указанной в проекте температуры.

**5.27.** Для производства работ по термическому закреплению грунтов применяются:

устройства для сжигания топлива (горелки или форсунки);

затворы, обеспечивающие экранирование заданных участков скважин и герметизацию их устьев;

насосная установка для подачи жидкого топлива или оборудование для регулирования подачи газообразного топлива;

воздухонагреватели и установки для подачи сжатого воздуха (компрессоры, воздуходувки, вентиляторы высокого давления);

напорные рукава и бензостойкие шланги для воздушных и топливных коммуникаций;

приборы для замера расхода и давления воздуха и топлива и измерения температуры.

**5.28.** Устройство скважин должно производиться буровым способом, исключающим механическое уплотнение грунта стенок скважины от воздействия бурового инструмента.

Для проверки соответствия свойств грунтов данным инженерно-геологических изысканий в процессе бурения следует производить отбор образцов грунта.

**5.29.** Перед началом процесса сжигания топлива скважина должна быть очищена от топливных газов или топливовоздушных смесей посредством продувки сжатым воздухом.

В процессе обжига должны соблюдаться заданные проектом температура и давление в скважине, регулироваться расходы топлива и сжатого воздуха, а также вестись наблюдения за состоянием стенок скважины и образованием массива закрепленного грунта. Температура газов в процессе обжига регулируется изменением расхода сжатого воздуха и топлива.

В случае обнаружения местных выходов газов на поверхность грунта через трещины последние должны быть заделаны грунтом природной влажности с плотной утрамбовкой. Процесс обжига во время заделки трещин приостанавливается.

**5.30.** При выполнении работ по термическому закреплению грунтов должны быть приняты меры по защите участка расположения скважины от атмосферных осадков и производственных вод.

**5.31.** Качество термического закрепления грунта контролируется по результатам испытания на прочность и неразмокаемость образцов, отбираемых из специально пробуренных контрольных скважин; при этом учитываются также данные замеров расхода топлива и сжатого воздуха, температуры и давления газов в скважинах в процессе термообработки грунта.

**5.32.** Контроль за образованием размеров массивов термически закрепленного грунта следует осуществлять при помощи термопар в комплекте с потенциометром. Термопары должны быть установлены вертикально на расчетных границах каждого массива. Количество термопар должно быть не менее количества обрабатываемых скважин. Образование закрепляемого массива следует считать законченным, если установленные в расчетном контуре термопары зафиксировали достижение расчетной температуры не менее 300° С.

**5.33.** Приемка выполненных работ производится на основе сопоставления с проектом количества и располо-

жения скважин, фактических контуров закрепленного массива на уровне отметки заложения фундаментов и температурных диаграмм по всем массивам; данных журналов работ, результатов проходки контрольных скважин и лабораторных испытаний образцов закрепленного грунта. После сдачи работ надлежит произвести тампонаж скважин путем бетонирования их или засыпки грунтом с уплотнением.

## 6. ИСКУССТВЕННОЕ ЗАМОРАЖИВАНИЕ ГРУНТОВ

**6.1.** Искусственное замораживание грунтов следует предусматривать в сложных гидрогеологических условиях преимущественно как способ временного укрепления водонасыщенных грунтов путем создания прочного и водонепроницаемого ледогрунтового ограждения с замкнутым контуром при строительстве подземных сооружений и устройстве фундаментов глубокого заложения.

Искусственное замораживание грунтов производят холодоносителем (рассолом), циркулирующим в рассолопроводах и замораживающих колонках.

Вид, концентрация и температура холодоносителя должны быть определены проектом в зависимости от засоленности, скорости и температуры грунтовых вод. Как правило, в качестве холодоносителя следует использовать водный раствор хлористого кальция.

**6.2.** Материалы инженерно-геологических изысканий участка, где предусмотрено искусственное замораживание грунтов, должны содержать следующие данные:

удельный и объемный вес, пористость, влажность грунтов;

глубину залегания и характеристики водоупора;

предел прочности грунтов на одноосное сжатие в естественном и замороженном (при различных температурах) состояниях;

коэффициенты теплопроводности и теплоемкости в естественном и замороженном состояниях;

распределение температуры по глубине;

коэффициент фильтрации грунтов;

направление и скорости движения грунтовых вод, статические напоры по каждому водоносному горизонту,

характеристику гидравлической связи между горизонтами и с открытыми водоемами;

степень и состав минерализации грунтовых вод, а также температуру их замерзания.

**6.3.** Проект замораживания грунтов должен содержать:

данные по объему создаваемого ледогрунтового массива, мощности замораживающей станции и ее резерву, общим срокам работ и обоснованию принятого варианта;

данные по основным инженерно-геологическим характеристикам грунтов;

план участка работ с указанием существующих и проектируемых сооружений и контура ледогрунтового ограждения;

план, профиль или проекции расположения замораживающих колонок и скважин (вертикальное, горизонтальное, наклонное, веерное) с указанием глубин, диаметров и конструкции их;

схемы рассолопроводов;

технические характеристики оборудования;

данные по обеспечению работ системами электроснабжения, водоснабжения и канализации;

указания по технологической последовательности производства работ — бурения скважин, монтажа замораживающих колонок, холодильной установки и рассольной сети, контролю процесса замораживания грунтов и режима поддержания замороженного состояния их на период основных строительно-монтажных работ в зоне ледогрунтового ограждения, оттаиванию грунтов и демонтажу оборудования.

**6.4.** В целях обеспечения нормальной эксплуатации существующих подземных сооружений и коммуникаций, попадающих в зону замораживания грунтов, должна быть своевременно осуществлена защита этих сооружений и коммуникаций (теплоизоляция, перекладка и т. п.).

**6.5.** Толщину стен и объем ледогрунтового ограждения, а также мощность холодильной установки следует определять статическими и теплотехническими расчетами в зависимости от размеров и очертания выработки (котлована, шахты и пр.), прочностных и других характеристик замороженного грунта.

**6.6.** Временное сопротивление одноосному сжатию замороженного грунта принимается в статическом расчете ледогрунтового ограждения с коэффициентом 0,35 для вертикальных круглых выработок диаметром менее 10 м и 0,25 для выработок больших размеров и сложной конфигурации. При отсутствии опытных данных допускается принимать:

расстояние от оси скважины до внутренней грани замкнутого ледогрунтового ограждения равным 0,6 общей толщины;

расстояние между замораживающими скважинами по контуру выработки при однорядном их расположении в пределах 1—1,5 м, а между рядами при многорядном расположении в пределах 2—3 м;

среднюю температуру ледогрунтового ограждения в пределах 30—40% температуры холодоносителя, циркулирующего в замораживающих колонках.

**6.7.** Изменение гидрологического и теплового режимов грунтов в сфере влияния на зону замораживания, если это специально не учтено проектом, не допускается.

**6.8.** В процессе замораживания водоносных пластов, заключенных между глинистыми прослойками, должен быть обеспечен свободный подъем грунтовых вод через разгрузочные скважины, закладываемые на глубину не менее 1 м в водоносный слой.

**6.9.** Для наблюдения за процессом замораживания должно быть предусмотрено устройство контрольных скважин: гидрогеологических, не менее чем по одной внутри и снаружи контура зоны замораживания и термометрических, оборудованных соответствующими контрольно-измерительными приборами.

Количество и место закладки контрольных скважин должны быть определены проектом.

**6.10.** Разбивку осей под замораживающие колонки следует производить от основных осей сооружения. Допустимое отклонение от проекта $\pm 5$ см.

Для бурения скважин под замораживающие колонки могут применяться установки ударного, вращательного, турбинного и комбинированного способов бурения. При вращательном способе бурения с глинистым раствором скважина должна быть ниже глубины замораживания на величину отстоя шлама, но не менее 1 м.

В процессе бурения скважин под замораживающие колонки необходимо принимать меры для предупреждения отклонений скважины от проектного направления путем установки кондукторов. Максимальные отклонения устанавливаются проектом, но не должны для вертикальных скважин превышать 1% их глубины, для наклонных — 2%. В случае отклонения скважины от проектного направления свыше допустимого надлежит исправить кривизну или пробурить скважину вновь. Как исключение допускаются к приемке скважины, пробуренные с отклонением от проектного направления, если фактическое положение смежных, также отклонившихся скважин обеспечит монолитность и проектную толщину ледогрунтовой стенки.

В проекте может быть предусмотрено бурение дополнительных замораживающих скважин в количестве не более 10% их общего числа при глубине замораживания до 100 м и не более 20% при глубине замораживания свыше 100 м, для наклонных — соответственно 20 и 25%.

**6.11.** По окончании бурения скважина должна быть очищена от остатков грунта, после чего следует немедленно погружать замораживающую колонку. В скважинах, пробуренных с обсадными трубами, извлечение последних необходимо производить после опускания замораживающих колонок.

Тип труб замораживающих колонок должен быть определен проектом. Для питающих систем следует применять трубы: стальные, водогазопроводные (газовые), бесшовные, холоднотянутые или полиэтиленовые. Нижний открытый конец питающей трубы не должен доходить до дна замораживающей колонки на 0,4—0,5 м.

Каждую трубу замораживающей колонки перед спуском в скважину необходимо подвергать внешнему осмотру для выявления дефектов. Внутренняя часть трубы должна быть очищена. По мере опускания труб их длину следует замерять с точностью не менее 1 см.

**6.12.** Стык каждой наращиваемой трубы и башмака замораживающей колонки перед опусканием в скважину следует подвергать гидравлическому испытанию на герметичность давлением 25 ати.

Дополнительно к гидравлическим испытаниям герме-

тичность колонки необходимо проверять наблюдением за уровнем залитой в нее жидкости. Колонка считается герметичной, если в трехдневный срок уровень жидкости в ней изменяется не более чем на 2—3 мм.

**6.13.** Для искусственного замораживания грунтов следует применять холодильные установки с использованием в качестве хладоагента преимущественно аммиака. При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается использовать фреон и жидкий азот.

При монтаже холодильной установки должна быть выполнена теплоизоляция испарителей, переохладителей, отделителей жидкости, промежуточных сосудов, а также трубопроводов хладоагента с низкими температурами.

Холодильная установка должна быть снабжена контрольно-измерительными приборами, в том числе мановакуумметрами, термометрами, дистанционными указателями уровня хладоагента и холодоносителя, предохранительными клапанами.

При монтаже трубопроводов нагнетательные линии должны иметь уклон 1—2% в сторону конденсатора, а всасывающие линии — уклон 0,5% в сторону испарителей.

**6.14.** В процессе монтажа холодильной установки должно быть проведено индивидуальное гидравлическое или пневматическое испытание устанавливаемых аппаратов с освидетельствованием и регистрацией их в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

После окончания монтажа холодильной установки и трубопроводов хладоагента должно быть произведено испытание системы в целом. Испытание следует производить сжатым воздухом под давлением 12 кгс/см$^2$ для всасывающей и 18 кгс/см$^2$ для нагнетательной стороны. Монтаж системы считается выполненным, если в течение первых 6 ч давление в системе снижается не более чем на 10%, а в течение остального времени остается постоянным.

**6.15.** Рассольная сеть должна быть выполнена из прямого и обратного рассолопроводов, распределителя и коллектора с обеспечением равномерного питания замо-

раживающих колонок, как правило, по незамкнутому контуру.

Тип труб для рассольной сети определяется в проекте в зависимости от вида, концентрации и температуры холодоносителя.

При монтаже рассольной сети, в том числе распределителя и коллектора, должна быть выполнена теплоизоляция. Распределитель и коллектор должны быть размещены в специальной галерее, расположенной ниже земной поверхности или на земной поверхности в специальном коробе. Распределитель и коллектор следует соединять с замораживающими колонками гибкими соединениями, не имеющими теплоизоляции.

При монтаже рассольной сети должны быть установлены компенсаторы, воздушные вентили или вантузы во всех высоких точках сети, манометры, дистанционные указатели уровня рассола в баке (с звуковой и световой сигнализацией), термометры (в том числе по одному термометру в специальных штуцерах в начале и конце обратной линии) и пробковые краны на распределителе и коллекторе.

**6.16.** После монтажа и установки приборов и кранов рассольная сеть должна быть тщательно промыта водой, а затем испытана гидравлическим давлением, в 1,5 раза превышающим рабочее давление, но не меньшим, чем 6 кгс/см$^2$. Сеть считается пригодной для эксплуатации, если в течение 15 мин давление опрессовки практически не изменяется и при осмотре сети не обнаружено течи в соединениях и трубах.

При заполнении рассольной сети холодоносителем из замораживающих колонок и трубопроводов должна быть удалена вода, оставшаяся после гидравлического испытания. Рассол необходимо пропускать через сетку с отверстиями 0,5—1 мм.

**6.17.** После зарядки системы хладоагентом и холодоносителем должен быть произведен пробный пуск станции и устранены обнаруженные дефекты.

Замораживающие колонки, если порядок их включения в работу не оговорен особо проектом, следует вводить в эксплуатацию в 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 в разные стороны.

**6.18.** Режим работы замораживающей станции должен обеспечивать постепенное снижение температуры холодоносителя для достижения заданной проектом температуры.

При эксплуатации замораживающих колонок должен быть установлен контроль питания их рассолом. Температура выходящего из колонки рассола при установившемся режиме не должна отличаться более чем на 2—3° от температуры рассола, измеренной в распределителе (на каждые 100 м глубины замораживания).

Работа замораживающей станции и подача холодоносителя в замораживающие колонки должна быть непрерывной в течение всего периода активного замораживания грунта.

Работа замораживающей станции после создания ледогрунтового ограждения должна обеспечивать его сохранение по режиму, установленному проектом.

**6.19.** Достижение проектных размеров и сплошность ледогрунтового ограждения должны быть установлены по следующим данным:

наличие отрицательной температуры на разных глубинах во всех термометрических скважинах, расположенных в пределах ледогрунтового ограждения;

подъем уровня воды в гидрологических наблюдательных скважинах в замкнутом контуре;

стабильность температуры рассола.

**6.20.** Приемка ледогрунтового ограждения включает проверку соответствия размеров и температур ледогрунтового ограждения проектным на основании журналов работ, измерений уровня грунтовых вод в гидрологических наблюдательных скважинах и температур грунта в термометрических скважинах (прил. 8—11), результатов опытной откачки и пр. Одновременно должен быть уточнен режим замораживающей станции и рассольной сети для поддержания проектных размеров и температуры ледогрунтового ограждения на срок до окончания всех работ, производимых под его защитой.

**6.21.** Производство строительно-монтажных работ в пределах ледогрунтового ограждения разрешается при тщательном контроле за его состоянием и корректировке

работы замораживающей станции с целью сохранения размеров ограждения и его температуры.

Выемку грунта из открытого котлована при положительных температурах воздуха необходимо производить с защитой ледогрунтовых стенок от действия атмосферных осадков и солнечных лучей.

В случае разработки под защитой ледогрунтового ограждения грунтов взрывным способом, а также грунтов, плохо поддающихся замораживанию, необходимо соблюдать меры предосторожности против нарушения устойчивости ограждения и изгиба замораживающих колонок.

При обнаружении в процессе выемки грунта замораживающей колонки, отклонившейся внутрь выработки, следует отключить ее от распределителя и коллектора, отрезать, а оставшуюся пригодную часть включить в нормальную работу по замораживанию грунта.

**6.22.** Способ оттаивания замороженного грунта и порядок контроля размеров и температуры ледогрунтового контура в процессе оттаивания должен быть определен проектом.

Совмещение работ по искусственному оттаиванию грунтов со строительно-монтажными работами по возведению основных несущих конструкций сооружений допускается только при соответствующем обосновании.

**6.23.** Извлечение замораживающих колонок следует производить после окончания всех работ, выполнение которых было намечено произвести под защитой ледогрунтового ограждения. Скважины после извлечения из них замораживающих колонок (или трубы замораживающих колонок в случае невозможности их извлечения) должны быть затампонированы.

## 7. ВОЗВЕДЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ СПОСОБОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ»

**7.1.** Способ «стена в грунте», т. е. разработку траншей с возведением в них стен под защитой глинистого раствора (суспензии), удерживающей траншею от обрушения, следует применять при строительстве подзем-

ных несущих и ограждающих сооружений и противофильтрационных завес при глубине заложения более 5 м. Применение способа «стена в грунте» допустимо во всех песчаных и глинистых грунтах, за исключением случаев, когда по гидрогеологическим условиям траншея не может быть удержана глинистым раствором от обрушения (например, при валунных включениях).

Заполнение траншей в зависимости от назначения стен может осуществляться монолитным бетоном (железобетоном), сборными железобетонными конструкциями или противофильтрационным материалом.

**7.2.** До начала основных работ по возведению подземных сооружений способом «стена в грунте» на стройплощадке должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

спланирована поверхность участка вдоль траншеи, достаточная для размещения и движения оборудования, а при уровне грунтовых вод менее 1 м от поверхности земли — отсыпана (предпочтительно из песчаного грунта) насыпь необходимой ширины;

размещены временные сооружения для приготовления, хранения, транспортировки и очистки глинистого раствора, площадки для отвалов извлекаемого грунта, дороги и проезды, сети временного электроснабжения и водоснабжения;

обеспечена устойчивость устья подлежащей разработке траншеи путем устройства бетонной или железобетонной обделки.

**7.3.** При возведении подземных сооружений способом «стена в грунте» инженерно-геологическое строение площадки должно быть изучено на глубину не менее 10 м ниже подошвы стены.

Материалы инженерно-геологических изысканий должны содержать:

разрезы и буровые колонки с количественной и качественной оценкой встречаемых крупных включений;

физико-механические характеристики грунтов, в том числе объемный вес, угол внутреннего трения, коэффициент пористости, коэффициент фильтрации, для песчаных грунтов, кроме того, — гранулометрический состав, для глинистых грунтов — пластичность, консистенцию и сцепление;

данные об уровнях и режимах грунтовых вод, степени их агрессивности и отметках заложения водоупора.

**7.4.** При применении способа «стена в грунте» обязательна разработка проекта производства работ, учитывающего местные условия площадки и содержащего указания по методам и последовательности выполнения производственных процессов, в том числе в зимнее время, данные о необходимых затратах труда, потребности в материалах, в механизмах, а также по операционному контролю качества работ.

**7.5.** Для приготовления глинистых растворов следует применять бентонитовые глины, а при их отсутствии — местные, имеющие число пластичности не менее 0,2, содержащие частицы размером крупнее 0,05 мм не более 10% и частицы мельче 0,005 — не менее 30%. Возможно использование смеси небентонитовых и бентонитовых глин.

Окончательная пригодность местных глин определяется по результатам лабораторных испытаний глинистых растворов, получаемых на основе этих глин.

**7.6.** Состав и свойства глинистых растворов должны обеспечивать устойчивость выработок (траншей, скважин) на период их устройства и заполнения.

Параметры растворов должны подбираться с учетом условий площадки исходя из следующих требований:

а) вязкость, характеризующая подвижность раствора, — в пределах 18—30 с (по СПВ-5);

б) суточный отстой (водоотделение) и стабильность, характеризующие устойчивость раствора против расслаивания:

водоотделение — не более 4%;

стабильность — не более 0,02 гс/см$^3$ (по прибору ЦС-1 или ЦС-2);

в) содержание песка, характеризующее степень загрязненности раствора, — до 4% (по ОМ-2);

г) водоотдача, характеризующая способность отдавать воду влагоемким породам, — не более 30 см$^3$ за 30 мин (по прибору ВМ-6);

д) статическое напряжение сдвига, характеризующее прочность структуры и тиксотропность раствора,—в пределах от 10 до 50 мгс/см$^2$ через 10 мин после его перемешивания (по прибору СНС);

е) плотность в пределах от 1,05 до 1,15 г/см$^3$ при использовании бентонитовых глин и от 1,15 до 1,30 г/см$^3$ при использовании других глин, причем преимущественно должны применяться растворы, имеющие минимальную плотность при соблюдении остальных параметров в указанных выше пределах.

Для получения указанных параметров растворы могут дополнительно обрабатываться химическими реагентами (кальцинированная сода, фтористый натрий и др.).

**7.7.** Качество глинистых растворов после их использования на отработанных участках должно быть восстановлено (очисткой, добавкой глин и др.).

**7.8.** Для разработки траншей под защитой глинистого раствора могут применяться землеройные машины общего назначения (грейферы, драглайны, обратные лопаты), буровые станки вращательного и ударного бурения и специализированные ковшовые и фрезерные агрегаты.

Выбор механизмов для разработки траншей должен производиться с учетом характеристик грунта, степени стесненности участка работ и размеров конструкции возводимой стены. Разработка может выполняться путем устройства непрерывной траншеи, захваток (секций) или пересекающихся в плане скважин.

Обязательным условием во время разработки траншеи должно быть поддержание уровня раствора не ниже 0,2 м от верха обделки устья траншеи.

**7.9.** До начала работ по заполнению траншеи бетоном, железобетонными конструкциями или противофильтрационным материалом надлежит очистить ее дно от осадка и возможных вывалов грунта.

**7.10.** Железобетонные и бетонные монолитные «стены в грунте» следует бетонировать методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ) отдельными захватками, длина которых определяется в пределах от 3 до 6 м из условия обеспечения устойчивости траншеи и принятой интенсивности бетонирования.

При бетонировании стен под защитой глинистого раствора необходимо не более чем за 8 ч до укладки бетона установить в траншею ограничители между захватками и арматурный каркас (если он предусмотрен проектом).

Конструкция ограничителей должна воспринимать давление бетона, исключать попадание бетона из одной захватки в другую и обеспечивать заданную водонепроницаемость стыков.

Арматурные каркасы должны, как правило, иметь длину, соответствующую глубине траншеи, ширину — длине захватки и толщину на 10—15 см меньше ширины траншеи; в каркасе следует предусматривать отверстия для опускания бетонолитных труб и направляющие устройства для фиксирования положения каркаса в траншее, а также закладные детали для анкеров и сопряжения стены с другими конструкциями.

Бетон следует применять с осадкой стандартного конуса 16—20 см и крупностью заполнителя до 50 мм.

В процессе укладки бетона в траншею необходимо периодически отбирать вытесняемый излишек глинистого раствора, не допуская снижения его уровня.

**7.11.** Панели сборных железобетонных стен должны устанавливаться в траншею после проверки наличия в них закладных деталей и устройств, необходимых для навески панелей на обделку устья траншеи, соединения панелей между собой, заполнения пазух (застенного пространства) тампонажным раствором и сопряжения конструкций стен со смежными конструкциями перекрытий.

Заполнение пазух и полости под подошвой панелей следует производить в направлении снизу вверх способом ВПТ тампонажными растворами, обладающими хорошей подвижностью.

**7.12.** При устройстве противофильтрационных завес способом «стена в грунте» материалом для заполнения траншей могут служить:

бетон гидротехнический с подвижностью от 16 до 20 см (по осадке стандартного конуса);

глиноцементный раствор объемным весом от 1,5 до 1,7 гс/см$^3$ марки не ниже 15 с выходом камня при затвердевании не менее 98%, стабильности не более 0,5 гс/см$^3$ и показателем расплыва в пределах, позволяющих вести перекачку его от растворного узла к месту укладки;

глина, имеющая непосредственно в процессе укладки ее в траншею преимущественно комовую структуру (раз-

мер комьев от 10 см до $^1/_3$ ширины траншеи) и консистенцию от твердой до тугопластичной.

**7.13.** Подача глиноцементного раствора или бетона при устройстве противофильтрационных завес должна осуществляться непрерывно, причем низ подающих раствор труб в начале работ должен находиться на уровне дна траншеи, а затем ниже уровня глиноцементного раствора или бетона не менее чем на 1 м.

Подача в траншею противофильтрационного материала в виде комовой глины должна осуществляться небольшими порциями, при этом не допускается образование сводов в верхней части траншеи.

**7.14.** В процессе возведения подземных сооружений способом «стена в грунте» должны контролироваться:

геометрические размеры траншеи, качество глинистого раствора и величина удаляемого осадка на дне траншеи;

правильность установки арматурных каркасов и ограничителей между захватками (с обеспечением плотного прилегания ограничителя к стенкам и необходимой глубины заделки в дно траншеи), состав и консистенция бетонной смеси, режим бетонирования (в порядке, установленном для метода ВПТ) и качество уложенного бетона;

правильность установки панелей и качество заполнения полостей и пазух тампонажным раствором при устройстве стен из сборного железобетона;

качество и объем заполнения траншей противофильтрационным материалом.

Результаты контроля разработки траншеи, качества глинистого раствора и бетонирования «стены в грунте» должны систематически заноситься в журналы работ (прил. 12—14).

**7.15.** Приемка готовых сооружений и конструкций, выполненных методом «стена в грунте», должна производиться с проверкой соответствия всех их показателей по прочности, устойчивости, сплошности и водонепроницаемости, предусмотренным в проекте.

## 8. СВАЙНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ И ШПУНТОВЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ

**8.1.** Правила и требования настоящего раздела распространяются на производство и приемку следующих

видов работ по устройству свайных фундаментов и шпунтовых ограждений: погружение свай и свай-оболочек, устройство набивных свай, погружение шпунта.

8.2. Устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений должно осуществляться по проекту производства работ, включающему: данные о расположении в зоне производства работ существующих подземных и наземных сооружений, электрокабелей с указанием глубины их прокладки, линий электропередачи и мероприятия по их защите; перечень оборудования; последовательность и график выполнения работ; мероприятия по обеспечению техники безопасности.

Для получения полных данных, требующихся при составлении чертежей свайного фундамента, строительная организация, осуществляющая возведение свайного фундамента, при необходимости выполняет в соответствии с техническим заданием (программой), составленным проектной организацией, подрядные работы, связанные с испытанием свай динамической или статической нагрузкой.

8.3. Основным работам по устройству свайных фундаментов должны предшествовать подготовительные работы:

а) завоз и складирование свай, свай-оболочек и шпунта, разбивка осей свайного поля и мест погружения шпунта;

б) проверка заводских паспортов на сваи, сваи-оболочки и шпунт;

в) проверка соответствия маркировки на сваях, сваях-оболочках и шпунтах их действительным размерам, а также проверка замков шпунтин путем протаскивания по ним шаблона длиной не менее 2 м;

г) разметка свай, свай-оболочек и шпунта по длине;

д) полная или частичная сборка свай и свай-оболочек.

8.4. Транспортирование, хранение, подъем и установку на место погружения свай, свай-оболочек и шпунта надлежит производить с принятием мер против их повреждения. Замки и гребни шпунтин при подъеме тросом должны защищаться деревянными прокладками.

8.5. Выбор молота для забивки свай и свай-оболочек следует производить исходя из предусмотренной проек-

том несущей способности сваи и сваи-оболочки и их веса. Необходимая минимальная энергия удара молота $Э$ определяется по формуле

$$Э = 1,75aP, \qquad (7)$$

где $Э$ — энергия удара молота, кгс·м; $a$ — коэффициент, равный 25 кгс·м/т; $P$ — несущая способность сваи, указанная в проекте, тс.

Принятый тип молота с расчетной энергией удара $Э_р$ должен удовлетворять условию

$$k \leqslant \frac{Q_п + q}{Э_р}, \qquad (8)$$

где $k$ — коэффициент, который должен быть не более величин, приведенных в табл. 1; $Q_п$ — полный вес молота, кгс; $q$ — вес сваи (включая вес наголовника и подбабка), кгс.

Для дизель-молотов расчетное значение энергии удара принимается:

для трубчатых $Э_р = 0,9\,QH$;

для штанговых $Э_р = 0,4\,QH$,

где $Q$ — вес ударной части молота, кгс; $H$ — фактическая высота падения ударной части молота, м, при выборе молотов принимаемая на стадии окончания забивки свай для трубчатых $H = 2,8$ м, а для штанговых при весе ударных частей 1250, 1800 и 2500 кгс — соответственно 1,7; 2 и 2,2 м.

Таблица 1

| Тип молота | Коэффициент $k$ при материале свай | |
|---|---|---|
| | железобетон | дерево |
| Трубчатые дизель-молоты и молоты двойного действия | 6 | 5 |
| Молоты одиночного действия и штанговые дизель-молоты | 5 | 3,5 |
| Подвесные молоты | 3 | 2 |

Примечание. При забивке стального шпунта, а также при погружении свай любого типа с подмывом указанные значения коэффициентов увеличиваются в 1,5 раза.

**8.6.** При необходимости пробивки прослоек плотных грунтов следует применять молоты с энергией удара большей, чем указано в формулах (7) и (8), или забивать сваи с применением лидерных скважин.

При выборе молотов для забивки наклонных свай энергию удара, вычисленную по формуле (7), следует умножить на повышающий коэффициент $k_1$, приведенный в табл. 2.

Таблица 2

| Наклон сваи | Коэффициент $k_1$ |
|---|---|
| 5:1 | 1,1 |
| 4:1 | 1,15 |
| 3:1 | 1,25 |
| 2:1 | 1,4 |
| 1:1 | 1,7 |

8.7. Тип вибропогружателя в зависимости от грунтовых условий и глубины погружения следует подбирать по отношению $\frac{K_0}{Q_в}$, где $K_0$ — момент эксцентриков, тс·см; $Q_в$ — суммарный вес сваи или сваи-оболочки, наголовника и вибропогружателя, тс.

Величина этого отношения при применении вибропогружателей со скоростью вращения эксцентриков 300—500 об/мин должна быть не менее приведенной в табл. 3.

8.8. Забивка свай молотами должна производиться с применением наголовников, оснащенных деревянными прокладками, соответствующими поперечному сечению сваи; зазоры между боковой гранью сваи и стенкой наголовника не должны превышать 1 см с каждой стороны.

Крепление вибропогружателя со сваей или шпунтом должно быть жестким. Для погружения наращенных или пакетных деревянных свай применение вибропогружателей не допускается.

При стыковании звеньев полых круглых свай и свай-оболочек должна быть обеспечена их соосность.

Для обеспечения установленных допусков на отклонения свай, свай-оболочек и шпунта от проектного положения при строительстве ответственных сооружений надлежит применять кондукторы и направляющие.

Производство работ по погружению свай, свай-оболочек и шпунта с применением плавучих кранов или копров допускается вести при волнении в акватории не

Таблица 3

| Характеристика прорезаемых грунтов | Способ погружения | $K_0/Q_в$ при глубине погружения, м | |
|---|---|---|---|
| | | до 15 | более 15 |
| **Легкие** | | | |
| Водонасыщенные пески, илы, мягко- и текучепластичные глинистые | Без подмыва и извлечения грунта из оболочек | 0,8 | 1,0 |
| **Средние** | | | |
| Влажные пески, туго- и мягкопластичные глины и суглинки | Периодический подмыв и удаление грунта из оболочек | 1,1 | 1,3 |
| **Тяжелые** | | | |
| Твердые или полутвердые глины, пески гравелистые | Подмыв с удалением грунта из оболочек ниже ножа | 1,3 | 1,6 |

Примечание. При выборе типа вибропогружателя для погружения свай-оболочек диаметром более 1,2 м предпочтение должно отдаваться машинам с проходным отверстием для извлечения грунта из внутренней полости сваи-оболочки без снятия вибропогружателя. В случае погружения оболочек больших диаметров спаренными вибропогружателями, синхронизированными на общем фундаменте-переходнике, значения момента эксцентриков $K_0$ и веса вибросистемы $Q_в$ принимаются с учетом суммирования соответствующих показателей по обоим вибропогружателям.

свыше двух баллов. При этом плавучие средства должны быть надежно раскреплены.

**8.9.** В процессе погружения свай, свай-оболочек и шпунта должны вестись журналы по формам, приведенным в прил. 15—17.

Забивка первых 5—20 свай, расположенных в различных точках строительной площадки, должна производиться залогами, с подсчетом и регистрацией количества ударов на каждый метр погружения свай.

**8.10.** В конце забивки, когда отказ сваи по своей величине близок к расчетному, забивка молотами одиночного действия производится одиночными ударами, при-

чем величина отказа сваи измеряется после каждого удара. При забивке свай молотами двойного действия для определения отказа сваи и энергии удара молота через каждую минуту измеряется величина погружения сваи, частота ударов молота и давление пара у ввода в молот. При забивке свай дизель-молотами отказ определяется как средняя величина при последних 10 ударах молота.

Свая, не давшая расчетного отказа, должна подвергаться контрольной добивке после «отдыха» ее в грунте в соответствии с действующим государственным стандартом на испытание свай. В 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.

**8.11.** В случае изменения при производстве работ указанных в проекте параметров молота или сваи остаточный отказ сваи $e$ при забивке или добивке должен удовлетворять условию

$$e \leqslant \frac{nF\mathcal{Э}_{\text{р}}}{\frac{kP}{M}\left(\frac{kP}{M}+nF\right)} \cdot \frac{Q_{\text{п}}+\varepsilon^2(q+q_1)}{Q_{\text{п}}+q+q_1}. \qquad (9)$$

Если остаточный отказ $e$ будет менее 0,2 см (при условии, что для забивки и добивки свай принят молот в соответствии с требованиями п. 8.5), общий отказ сваи (равный сумме остаточного и упругого отказов) должен удовлетворять условию

$$e+c \leqslant \frac{2\mathcal{Э}_{\text{р}}\frac{Q}{Q+q}+kPc}{kP\left[2+\frac{kP}{4}\left(\frac{n_0}{F}+\frac{n_{\text{б}}}{\Omega}\right)\frac{Q}{Q+q}\sqrt{2g(H-h)}\right]}, \qquad (10)$$

где $e$ — остаточный отказ, см, равный величине погружения сваи от одного удара при забивке ее молотом, а при применении вибропогружателя — от его работы в течение одной минуты; $c$ — упругий отказ сваи (упругие перемещения грунта и сваи), см, определяемый с помощью отказомера; $n$ — коэффициент, тс/м², принимаемый по табл. 4; $F$ — площадь, ограниченная наружным контуром сплошного или полого поперечного сечения ствола сваи (независимо от наличия или отсутствия у сваи острия), м²; $\mathcal{Э}_{\text{р}}$ — расчетная энергия удара,

тс·см, принимаемая для дизель-молотов по п. 8.5, для молотов подвесных и одиночного действия равной $QH$, для молотов двойного действия — по паспортным данным, для вибропогружателей эквивалентная расчетная энергия удара — по табл. 5; $Q$ — вес ударной части молота, тс;

$H$ — фактическая высота падения ударной части молота, см; $k$ — коэффициент безопасности по грунту, принимаемый равным $k=1{,}4$ в формуле (9) и $k=1{,}25$ в формуле (10), а для мостов при количестве свай в опоре более 20 — $k=1{,}4$; при 11—20 — 1,6; при 6—10 — 1,65; при 1—5 — 1,75; $P$ — несущая способность сваи, указанная в проекте, тс; $M$ — коэффициент, принимаемый при забивке свай молотами ударного действия равным 1, а при вибропогружении их — по табл. 6 в зависимости от вида грунта под острием сваи; $Q_{\text{п}}$ — полный вес молота или вибропогружателя, тс; $\varepsilon$ — коэффициент восстановления удара, принимаемый при забивке железобетонных и стальных свай молотами ударного действия с применением наголовников с деревянным вкладышем $\varepsilon^2=0{,}2$ а при применении вибропогружателей $\varepsilon^2=0$; $q$ — вес сваи и наголовника, тс; $q_1$ — вес подбабка, тс, при применении вибропогружателя $q_1=0$; $h$ — высота, принимаемая для дизель-молотов $h=50$ см, а в остальных случаях $h=0$; $\Omega$ — площадь боковой поверхности сваи, м²; $n_0$ и $n_{\text{б}}$ — коэффициенты, учитывающие необходимость перехода от динамического сопротивления к статическому сопротивлению грунта и равные $n_{\text{б}}=0{,}25$ сек·м/тс; $n_0=0{,}0025$ сек·м/тс; $g$ — ускорение силы тяжести ($g=0{,}0981$ см/сек²).

**8.12.** Если в проекте фундамента из свай-оболочек поставлено требование о получении в конце их погружения расчетных амплитуд, то при изменении в процессе производства работ параметров вибропогружателя, предусмотренного проектом, расчетную амплитуду свай-оболочек наружным диаметром до 2 м включительно проверяют при скорости погружения от 2 до 20 см в минуту по формуле

$$A \leqslant \frac{153\,(0{,}85N_{\text{п}} - N_{\text{х}})}{n_{\text{в}}\left(\dfrac{P}{0{,}7\lambda} - Q_{\text{в}}\right)}, \qquad (11)$$

Таблица 4

| Тип сваи | Коэффициент $n$, тс/м² |
|---|---|
| Железобетонная с наголовником | 150 |
| Деревянная: | |
| без подбабка | 100 |
| с подбабком | 80 |
| Стальная с наголовником | 500 |

Таблица 5

| Вынуждающая сила, тс | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Эквивалентная расчетная энергия удара вибропогружателя, тс·см | 450 | 900 | 1300 | 1750 | 2200 | 2650 | 3100 | 3500 |

Таблица 6

| Вид грунта под острием сваи | Коэффициент $M$ |
|---|---|
| Гравийный с песчаным заполнителем | 1,3 |
| Пески: | |
| средней крупности и крупные | 1,2 |
| средней плотности и супеси твердые | |
| мелкие средней плотности | 1,1 |
| пылеватые средней плотности | 1,0 |
| Супеси пластичные, суглинки и глины твердые | 0,9 |
| Суглинки и глины: | |
| полутвердые | 0,8 |
| тугопластичные | 0,7 |

Примечание. При плотных песках значение коэффициента $M$ повышается на 60%, при наличии материалов статического зондирования — на 100%.

где $A$ — амплитуда, принимаемая равной половине полного размаха колебания на последней минуте погружения, см; $N_п$ — полная потребляемая активная мощность в конце погружения, кВт; $N_х$ — потребляемая мощность холостого хода, принимаемая для низкочастотных вибропогружателей равной 25% паспортной мощности электродвигателя, кВт; $n_в$ — скорость вращения дебалансов вибровозбудителя, об/мин; $P$ — несущая способность сваи-оболочки по проекту, тс; $\lambda$ — коэффициент, зависящий от отношения статического сопротивления грунта к динамическому, определяемый для песчаных грунтов по табл. 7 в зависимости от вида и степени водонасыщения, а для глинистых — в зависимости от показателя консистенции $I_L$ по табл. 8; $Q_в$ — вес вибросистемы, равный суммарному весу оболочки, наголовника и вибропогружателя, тс.

Таблица 7

| Наименование прорезаемого грунта | Коэффициент λ для песков | | |
|---|---|---|---|
| | крупных | средней крупности | мелких |
| Песок: | | | |
| насыщенный водой | 4,5 | 5,0 | 6,0 |
| влажный | 3,5 | 4,0 | 5,0 |

Таблица 8

| Наименование прорезаемого грунта | Коэффициент λ для глинистых грунтов при показателе консистенции | | |
|---|---|---|---|
| | $I_L > 0{,}75$ | $0{,}5 < I_L \leqslant 0{,}75$ | $0{,}25 < I_L \leqslant 0{,}5$ |
| Суглинок | 4,0 | 3,0 | 2,5 |
| Глина | 3,0 | 2,2 | 2,0 |

При слоистом напластовании грунтов значение λ определяется по формуле

$$\lambda = \frac{\Sigma \lambda_i h_i}{\Sigma h_i}, \qquad (12)$$

где $\lambda_i$ — коэффициент для однородного $i$-го слоя грунта; $h_i$ — высота этого слоя, м.

8.13. Применение подмыва при погружении свай допускается на участках, удаленных не менее чем на 20 м от существующих зданий и сооружений.

Для уменьшения напора, расхода воды и мощности насосных средств необходимо сочетать подмыв с забивкой или с пригрузкой сваи молотом.

При погружении с подмывом свай и свай-оболочек на глубину более 20 м в песчаных грунтах и супесях подмыв следует сопровождать нагнетанием в зону подмыва сжатого воздуха.

Для свай и свай-оболочек диаметром до 1 м, погружаемых с использованием подмыва, допускается применять одну подмывную трубу, расположенную по центру сечения. Для свай-оболочек диаметром свыше 1 м подмывные трубы следует располагать по периметру сваи-оболочки через 1—1,5 м.

На последнем метре погружения подмыв следует прекратить, после чего свая должна быть погружена молотом или вибропогружателем до проектного отказа без применения подмыва.

8.14. При строительстве по принципу сохранения вечномерзлого состояния грунтов в процессе эксплуатации объекта допускается применять следующие способы устройства свайных фундаментов, устанавливаемые проектом:

а) установка свай в заранее пробуренные скважины, диаметр которых должен не менее чем на 5 см превышать наибольший размер поперечного сечения сваи, с заполнением свободного пространства грунтовым песчано-глинистым или песчано-известковым раствором;

б) погружение свай после предварительного местного оттаивания грунта;

в) забивка свай в заранее пробуренные скважины, диаметр которых меньше диаметра круглых свай или наименьшего размера поперечного сечения сваи;

г) забивка свай в пластичномерзлый грунт без его подготовки.

Пробуренные скважины должны быть ограждены или закрыты. Глубина скважин не должна превышать проектную глубину погружения свай более чем на 20 см.

Сваи должны устанавливаться в скважины в сроки, исключающие оплывание стенок скважины. Перед установкой свай в скважины необходимо очистить скважины от обвалившегося грунта, а также очистить сваи.

Заливка в скважину грунтового раствора должна выполняться непосредственно перед установкой сваи.

8.15. При приемке свайных фундаментов, устраиваемых в вечномерзлых грунтах, составляется акт приемки с отражением мерзлотно-грунтовых условий в период устройства фундамента с характеристиками температурного режима грунтов около свай и способа погружения свай. Разрешение на загрузку свайных фундаментов дается на основании оценки несущей способности свай при температурном режиме на день приемки.

Полная расчетная загрузка свайных фундаментов разрешается только после достижения расчетного температурного режима грунтов.

Примечание. Температурные трубки для измерения температурного режима грунтов и контроля за смерзанием его со сваями устанавливаются в скважины одновременно со сваями на всю глубину. Количество трубок должно быть не менее 2% общего количества свай.

**8.16.** Изготовление набивных свай должно производиться, как правило, после выполнения полной или местной срезки или подсыпки грунта до проектной отметки ростверка, а на местности, покрытой водой, — с поверхности искусственных островков или с подмостей.

**8.17.** Бурение скважин в грунтах, насыщенных водой, при расстояниях между ними в свету (с учетом уширений) менее 1,5 м следует производить через одну; бурение скважин, расположенных смежно с забетонированными, должно производиться после окончания схватывания бетонной смеси в последних, но не ранее 8 ч.

В глинистых грунтах при отсутствии грунтовых вод допускается разрабатывать скважины без крепления их стенок.

В песчаных грунтах, а также глинистых грунтах, расположенных ниже уровня грунтовых вод, бурение скважин следует выполнять с применением буровых станков с инвентарными обсадными трубами. При отсутствии таких станков допускается крепить стенки скважин оставляемыми в грунте обсадными трубами, избыточным давлением воды или глинистым раствором.

Крепление стенок скважин избыточным давлением (напором) воды разрешается применять с обеспечением мер по устойчивости имеющихся на участке сооружений или на площадках, свободных от застройки.

Оптимальную величину избыточного напора следует уточнять при устройстве первых скважин. При этом он должен быть не менее 4 м.

**8.18.** Глинистый раствор рекомендуется применять для крепления скважин в случае, когда невозможно использовать избыточное давление воды.

При бурении скважин с применением глинистого раствора или избыточного давления воды для укрепления

устья скважины должен быть установлен патрубок длиной не менее 2 м. В зимнее время глинистый раствор надлежит содержать в подвижном состоянии, не допуская его замораживания.

Уровень глинистого раствора в скважине в процессе ее бурения, очистки и бетонирования должен быть выше уровня грунтовых вод (или горизонта воды на акватории) не менее чем на 0,5 м.

8.19. По окончании бурения следует проверить фактические размеры и отметки устья, забоя и расположение скважины в плане, а также соответствие грунта основания данным инженерно-геологических изысканий.

8.20. Армирование свай следует производить заранее изготовленными каркасами, устанавливаемыми перед бетонированием.

Перед установкой арматурного каркаса и бетонированием необходимо очистить забой скважины.

В целях предотвращения подъема и смещения в плане арматурного каркаса укладываемой бетонной смесью и в процессе извлечения бетонолитной или обсадной трубы, а также во всех случаях армирования не на полную глубину скважины его необходимо закрепить в проектном положении.

8.21. Бетонирование свай в неустойчивых или заполненных водой (глинистым раствором) скважинах должно производиться не позднее 8 ч после окончания бурения.

Доставка бетонной смеси должна осуществляться преимущественно автобетоновозами или автобетономешалками. Укладываемая в набивные сваи бетонная смесь должна иметь осадку конуса 18—20 см.

Бетонную смесь следует укладывать в скважину через бетонолитную трубу (диаметром не менее 250 мм), имеющую приемный вибробункер.

Сухие скважины глубиной до 5 м допускается бетонировать без применения бетонолитных труб.

Бетонолитные трубы, предназначенные для бетонирования скважин под водой или под глинистым раствором, должны иметь приемный бункер емкостью не менее объема бетонолитной трубы и клапан, закрывающий доступ бетона в бетонолитную трубу в период загрузки бункера бетоном. Загрузка бункера должна произво-

диться непосредственно с транспортных средств без перегрузки.

При подъеме бетонолитной трубы в процессе бетонирования нижний конец ее должен быть всегда заглублен в бетонную смесь не менее чем на 1 м.

Укладка бетонной смеси в скважину должна производиться без перерывов, превышающих период начала схватывания смеси.

При бетонировании необходимо обеспечить укладку качественного бетона по всей глубине скважины, в том числе в голове сваи.

При изготовлении набивных свай в зимнее время необходимы мероприятия по предохранению бетона от промораживания.

**8.22.** В процессе бетонирования буронабивных свай должен вестись журнал по форме, приведенной в прил. 18.

Контрольные бетонные образцы должны отбираться в количестве 3 шт. на каждые 50 м$^3$ уложенной бетонной смеси или при изменении ее состава. Изготовление и хранение контрольных бетонных образцов должно производиться в условиях, аналогичных условиям, в которых происходит бетонирование и твердение свай.

Для контроля сплошности бетонного ствола набивных свай, выполняемых методом подводного бетонирования (в том числе под глинистым раствором), необходимо из каждых ста свай в одной свае (но не менее двух для объекта) после достижения бетоном не менее 50% проектной прочности выбурить керн диаметром 75—100 мм на полную длину ствола сваи.

**8.23.** Камуфлетные уширения для свай должны выполняться с помощью взрывчатых веществ (ВВ) дробящего или дробяще-метательного действия.

Для образования камуфлетного уширения набивных свай вес заряда ВВ определяется по формуле

$$C = k_{\text{п}} D^3, \qquad (13)$$

где $C$ — вес заряда ВВ, кгс; $k_{\text{п}}$ — коэффициент сопротивления грунта взрыву, принимаемый при тугопластичных глинистых грунтах равным 1,2, а при полутвердых 1,4; $D$ — диаметр камуфлетного уширения, м.

**8.24.** Для образования камуфлетного уширения у полых забивных свай величину сосредоточенного заряда

ВВ необходимо ориентировочно принимать, руководствуясь указаниями табл. 9. В процессе производства работ вес заряда ВВ должен уточняться из условий получения камуфлетного уширения проектных размеров свай.

Таблица 9

| Вес заряда ВВ, кгс | Средний расчетный диаметр камуфлетного уширения, м |
|---|---|
| 1 | 0,8 |
| 4 | 1,1 |
| 8 | 1,5 |
| 12 | 1,9 |

Каждый заряд должен иметь по 4 электродетонатора, присоединенных по 2 к основной и дублирующей двухпроводным электросетям. Провода сетей должны иметь гидроизоляцию.

Инвентарная обсадная труба во избежание повреждения ее нижнего конца взрывом после укладки бетонной смеси должна быть извлечена на 1,5—2 м.

8.25. Для устройства камуфлетных уширений должен применяться литой бетон с осадкой конуса 20—25 см. Объем бетона, уложенного перед камуфлетированием, должен быть достаточным для заполнения после взрыва заряда ВВ полости уширения и ствола сваи на высоту не менее 2 м.

Таблица 10

| Тип свай и свай-оболочек и их расположение | Допускаемые отклонения осей свай и свай-оболочек в плане |
|---|---|
| **I. Забивные сваи квадратного и прямоугольного сечения, полые круглые забивные сваи диаметром до 0,5 м:** | |
| а) для однорядного расположения свай: | |
| поперек оси свайного ряда | 0,2 $d$ |
| вдоль оси свайного ряда | 0,3 $d$ |
| б) для кустов и лент с расположением свай в два и три ряда: | |
| для крайних свай поперек оси свайного ряда | 0,2 $d$ |

*Продолжение табл. 10*

| Тип свай и свай-оболочек и их расположение | Допускаемые отклонения осей сваи и свай-оболочек в плане |
|---|---|
| для остальных свай и для крайних свай вдоль свайного ряда | 0,3 *d* |
| в) при сплошном свайном поле под всем зданием или сооружением: | |
| для крайних свай | 0,2 *d* |
| » средних » | 0,4 *d* |
| г) для одиночных свай | 5 см |
| д) для свай-колонн | 3 » |
| **II. Полые круглые сваи диаметром от 0,5 до 0,8 м и буронабивные сваи диаметром более 0,5 м:** | |
| а) при ленточном расположении свай поперек ряда | 10 см |
| б) при ленточном расположении свай вдоль ряда и при кустовом расположении свай | 15 см |
| в) для одиночных полых круглых свай под колонны | 8 см |
| **III. Сваи и сваи-оболочки, погружаемые через кондукторы (при строительстве мостов)** | Смещение осей установленного и закрепленного кондуктора от проектного положения в уровне верха кондуктора должно быть в акватории не более 0,025 *H*, где *H* — глубина воды в месте установки кондуктора и ±25 мм на суходолах. |

Примечания: 1. Число свай или свай-оболочек, имеющих максимально допустимые отклонения от проектного положения, не должно превышать при ленточном расположении 25% общего числа свай, а при сваях-колоннах 5%. Вопрос о возможности использования свай с отклонениями сверх допустимых устанавливается проектной организацией.

2. *d* — диаметр круглой, сторона квадратной или меньшая сторона прямоугольной сваи.

В процессе устройства камуфлетного уширения каждой сваи необходимо контролировать отметки спущенного в забой заряда ВВ и поверхности бетонной смеси в трубе до и после взрыва.

8.26. Приемка работ по устройству свайных фундаментов и шпунтовых ограждений должна производиться на основании:

а) проектов свайных фундаментов или шпунтовых ограждений;

б) паспортов заводов-изготовителей на сваи, сваи-оболочки, шпунт и товарный бетон;

в) актов лабораторных испытаний контрольных бетонных образцов и актов на антикоррозионную защиту конструкций;

г) актов геодезической разбивки осей фундаментов и шпунтовых ограждений;

д) исполнительных схем расположения свай и шпунтовых ограждений с указанием их отклонений в плане и по высоте;

е) сводных ведомостей и журналов забивки или погружения свай, свай-оболочек и шпунта, журналов бурения и бетонирования скважин для набивных свай;

ж) результатов динамических испытаний свай и свай-оболочек;

з) результатов статических испытаний свай, свай-оболочек (если они были предусмотрены).

Таблица 11

| Вид шпунта | Допускаемые отклонения шпунтового ряда от проектного положения в плане |
|---|---|
| Деревянные шпунтовые ряды плотин, шлюзов | 1,3 толщины шпунта |
| Деревянные шпунтовые ряды набережных, однорядных перемычек с подкосами и двухрядных перемычек | Толщина шпунта |
| Деревянные шпунты прочих сооружений на уровне отметки верха шпунта | То же |
| Деревянный шпунтовый ряд перемычек (без подкоса) | 300 мм |
| Железобетонный шпунт на отметке поверхности грунта | 100 мм |
| Стальной шпунт при погружении плавучим копром: | |
| а) на отметке верха шпунта | Не более 300 мм |
| б) на отметке поверхности грунта | 150 мм |
| Стальной шпунт при погружении с суши на отметке верха шпунта | 150 мм |

**8.27.** Отклонения от проектного положения забивных и набивных свай и свай-оболочек не должны превышать величин, приведенных в табл. 10, или величин, указанных в проекте при соответствующем обосновании.

**8.28.** Отклонения размеров скважины и уширенной полости при устройстве набивных свай не должны превышать следующих величин, мм:

по глубине скважины ±100
» диаметру » ± 50
» » уширения ±100

**8.29.** Допускаемые отклонения шпунтового ряда от проектного положения в плане не должны превышать указанных в табл. 11 или величин, указанных в проекте при соответствующем обосновании.

## 9. ОПУСКНЫЕ КОЛОДЦЫ И КЕССОНЫ

### Общие указания

**9.1.** При возведении и опускании колодцев и кессонов в проектах следует предусматривать:

решения по устройству искусственных островков, оснований и площадок для размещения опускаемого сооружения и необходимого оборудования;

решения по временным установкам для приготовления и нагнетания глинистых растворов, энергетическим, компрессорным и др.;

схемы основных этапов технологического процесса опускания колодца (кессона);

мероприятия, связанные со специфическими требованиями по технике безопасности и обеспечению беспрепятственного и безопасного прохода плавучих средств в случаях выполнения работ на плаву.

**9.2.** Способ закрепления осей колодца или кессона на местности должен обеспечить возможность проверки их положения в плане в любой момент опускания. Реперы для контроля вертикальных отметок колодца или кессона надлежит устанавливать за пределами возможных осадок и перемещений грунта.

**9.3.** Строительство новых капитальных сооружений в пределах зоны над призмой обрушения допускается

только по окончании опускания колодца или кессона и бетонирования его днища.

Временные сооружения и оборудование, необходимые для возведения опускных колодцев и кессонов (бетонорастворный узел, компрессорная станция, краны и т. п.), могут быть размещены в пределах призмы обрушения с принятием мер по обеспечению их нормальной работы в случае возможного перемещения грунта.

**9.4.** Колодцы и кессоны следует возводить на горизонтально спланированных площадках или островках, верх которых должен возвышаться не менее чем на 0,5 м над расчетным уровнем грунтовых вод или воды в водоеме (с учетом высоты накатывания волны). За расчетный принимается уровень, возможный в период от начала возведения сооружения до опускания его на глубину, обеспечивающую устойчивость в случае размыва островка. Бермы островков должны иметь ширину не менее 2 м.

Для возведения колодца или кессона должно быть подготовлено специальное временное основание в виде песчано-щебеночных призм, деревянных подкладок, сборных или монолитных опорных бетонных колец и т. п. Прочность бетона опорных колец к началу бетонирования конструкций колодца (кессона) или монтажа его сборных элементов должна быть не менее 70% проектной.

**9.5.** Снятие колодца или кессона с временного основания должно производиться после достижения бетоном проектной прочности. Последовательность снятия должна исключать перекосы.

Опускание в грунт первого яруса колодца или кессона допускается не ранее достижения бетоном проектной прочности, а последующих ярусов — 70% проектной прочности. При этом должны приниматься меры, обеспечивающие вертикальность опускания сооружения и проектное положение его в плане.

Величина одной посадки колодца или кессона при опускании не должна превышать 0,5 м. Проверка вертикальности и положения в плане должна производиться после каждой посадки сооружения; замеченные смещения и перекосы должны выправляться немедленно.

Опускание колодцев и кессонов вблизи существующих сооружений должно сопровождаться инструментальными наблюдениями за состоянием этих сооружений.

**9.6.** Транспортирование колодцев и кессонов на плаву разрешается после проверки их устойчивости при высоте надводного борта не менее 1 м (с учетом высоты волны и возможного крена). Дно акватории на месте установки наплавного колодца или кессона должно быть предварительно спланировано.

Анкерные закрепления и расчалки наплавных колодцев и кессонов должны учитывать режим реки и условия судоходства. На период транспортировки и опускания наплавных колодцев и кессонов должны быть приняты меры против навала на них плавучих средств. Посадку наплавного колодца или кессона на дно следует производить с точностью, определяемой проектом.

**9.7.** В процессе опускания колодца или кессона грунт необходимо выбирать равномерно по всей его площади.

Порядок послойной разработки грунта в колодце или кессоне должен быть установлен с учетом вида и свойств грунтов. В случае прослоек, имеющих скальные и полускальные включения, разработку их следует производить не только под банкеткой ножа, но и за пределами его наружной грани, причем ширина пазух должна быть не менее 10 см и пазухи по мере опускания сооружения должны заполняться глинистым грунтом. Препятствия в виде валунов и т. п. должны удаляться сразу.

**9.8.** Взрывные работы в колодце или кессоне должны выполняться в соответствии с действующими правилами ведения таких работ. При этом надлежит обеспечивать:

опускание кессона или колодца за одну посадку на заданную глубину;

сохранность конструкции и механизмов, остающихся на время взрыва в колодце или кессоне;

исключение прорывов газа из кессона и повышения давления в рабочей камере более чем на 50%;

последовательность взрывного рыхления грунтов под ножом сооружения с учетом надежного опирания его на временно оставленные зоны опирания (целики).

### Опускные колодцы

**9.9.** При монтаже сборных колодцев из вертикальных панелей следует применять кондукторы для фиксирования элементов конструкции в процессе монтажа.

К монтажу сборных элементов колодца разрешается приступать после достижения монолитным бетоном ножевой части 70% проектной прочности. Снятие сборного колодца с временного основания допускается после достижения проектной прочности бетона в замоноличенных стыках.

Монтаж сборных колодцев должен обеспечить устройство стыков элементов конструкции равным по прочности и водонепроницаемости самим элементам.

**9.10.** Применение гидравлического или гидропневматического подмыва грунта при опускании колодцев разрешается для уменьшения сил трения колодца о грунт в тех случаях, когда в пределах призмы обрушения отсутствуют постоянные сооружения и коммуникации.

**9.11.** Для уменьшения сил трения колодцев о грунт при их погружении следует преимущественно применять способ опускания сооружения в тиксотропной рубашке из глинистого раствора (суспензии).

При этом надлежит соблюдать следующие правила:

обеспечивать своевременную подачу глинистого раствора в наружную полость, образуемую уступом ножевой части вокруг колодца для поддержания уровня раствора не ниже 20 см от верха форшахты;

разрабатывать грунт под ножом колодца, не допуская случаев прорыва в него глинистого раствора;

подавать глинистый раствор при опускании колодца на глубину более 10 м в полость рубашки через инъекционные трубы, расположенные выше уступа в ножевой части, на котором установлен горизонтальный замковый уплотнитель;

строго контролировать процесс опускания колодца, не допуская навала колодца на грунтовую стенку.

**9.12.** Глины, применяемые для приготовления глинистых растворов, должны удовлетворять требованиям, изложенным в п. 7.5.

**9.13.** Качество глинистых растворов должно обеспечивать устойчивость грунтовых стен котлована вокруг колодца на период его опускания до проектной отметки и тампонажа полости рубашки. Параметры глинистых растворов должны удовлетворять требованиям п. 7.6.

**9.14.** На строительной площадке следует не реже одного раза в смену производить контроль качества при-

готовляемого и нагнетаемого глинистого раствора. Образцы раствора должны отбираться из глиномешалки и из тиксотропной рубашки: с поверхности, со среднего горизонта и из зоны уступа ножа.

**9.15.** При опускании колодца без водоотлива в водонасыщенных грунтах горизонт воды в нем должен поддерживаться на отметке не ниже уровня грунтовых вод или превышать его так, чтобы была исключена возможность наплыва грунта из-под ножа.

Разность уровней грунта в шахтах колодца, опускаемого без водоотлива, не должна превышать 0,5 м.

В пределах акваторий колодцы следует опускать, как правило, без водоотлива с разработкой и выдачей грунта механизмами из-под воды.

Опускание колодцев с открытым водоотливом запрещается:

а) на участках с подвижными грунтами;

б) при наличии в пределах призмы обрушения грунта вокруг колодца постоянных сооружений и коммуникаций;

в) в случаях применения тиксотропной рубашки в песчаных водоносных грунтах.

**9.16.** При опускании колодцев в зимнее время необходимо принимать меры по предотвращению возможности примерзания колодцев к грунту в период вынужденных перерывов процесса опускания.

**9.17.** Железобетонные днища колодцев, опущенных с открытым водоотливом, должны устраиваться с соблюдением непрерывности бетонирования каждого блока, а также мероприятий, предупреждающих вымывание цемента из свежеуложенной бетонной смеси. Первыми должны бетонироваться блоки у ножа колодца.

Откачка воды из колодцев, днище которых забетонировано подводным способом, допускается после приобретения бетоном проектной прочности. Устройство железобетонной части днища по подушке, забетонированной подводным способом, должно производиться насухо.

В колодце, используемом в качестве подземного помещения, должно быть обеспечено надлежащее уплотнение стыка днища со стенками колодца, исключающее возможность проникновения грунтовой воды.

## Кессоны

**9.18.** До начала работ по опусканию кессона его оборудование (шлюзовые аппараты, шахтные трубы, воздухосборники, воздуховоды) должно быть освидетельствовано и испытано гидравлическим давлением, превышающим в 1,5 раза максимальное рабочее воздушное давление.

**9.19.** Схема воздухопроводов должна обеспечивать возможность подключения в сеть или отключения от сети каждого компрессорного агрегата.

На компрессорной станции должен быть предусмотрен резервный компрессор, производительность которого должна быть равна или больше самого мощного из установленных. Резервный компрессор в период выполнения кессонных работ должен постоянно находиться в состоянии, готовом для немедленного пуска и подключения в сеть.

Компрессорная станция должна иметь питание от двух независимых источников электроэнергии.

**9.20.** Количество сжатого воздуха, подаваемого в кессон, должно обеспечивать воздушное давление, при котором создаются оптимальные условия для производства работ. На каждого работающего в кессоне должно подаваться не менее 25 м$^3$ сжатого воздуха в 1 ч.

Температура воздуха в рабочей камере при давлении до 2 ати должна быть 16—20° С, до 2,5 ати — 17—23° С, выше 2,5 ати — 18—26° С.

Воздушное давление в кессонах, погружаемых без применения гидромеханизации, должно быть достаточным, чтобы исключить приток воды из-под ножа, но не превышать больше чем на 0,2 ати гидростатическое давление на уровне ножа.

**9.21.** Способы и последовательность разработки грунта в кессоне должны обеспечивать равномерное опускание кессона и предотвращение прорывов воздуха.

Отметка поверхности грунта в рабочей камере в процессе опускания не должна превышать отметку банкетки ножа более чем на 60 см.

Способы и последовательность удаления твердых включений из-под ножа кессона должны исключать возможность прорыва воздуха из камеры кессона.

**9.22.** Зависание кессона разрешается устранять временным резким понижением давления в камере кессона, но не более чем на 50% (форсированной посадкой).

Подборка грунта под банкеткой перед форсированной посадкой на глубину больше чем 0,5 м, а также пребывание людей в кессоне при форсированных посадках запрещается.

**9.23.** Затопление камеры кессона (в случае вынужденного перерыва в производстве работ) должно производиться постепенным понижением воздушного давления. Вытеснение воды из затопленной камеры должно производиться под давлением, не превышающим проектное.

**9.24.** Камеры кессона должны заполняться материалом, предусмотренным в проекте с плотной подбивкой материала под потолок кессона. Оставшиеся пустоты должны быть заполнены цементно-песчаным раствором путем его нагнетания через закладные трубки под давлением не менее 1 ати.

Посадка потолка кессона непосредственно на грунт допускается только по решению проектной организации.

## Приемка работ

**9.25.** В процессе возведения и опускания колодцев и кессонов приемке подлежат:

а) закрепленные в натуре геодезическими знаками основные оси сооружений;

б) искусственные островки, площадки и временное основание под нож;

в) арматура, закладные части и детали;

г) стыки и швы между элементами сборных конструкций;

д) сооружения, подготовленные к снятию с временных оснований и опусканию (спуску на воду);

е) установка наплавных кессонов или колодцев на дно;

ж) заполнение пазух колодца, погруженного в тиксотропной рубашке (тампонаж полости тиксотропной рубашки).

**9.26.** В процессе работ по возведению и опусканию колодцев и кессонов надлежит вести журналы работ, формы которых даны в прил. 19 и 20.

**9.27.** Отклонения в размерах и положении колодцев и кессонов от проектных не должны превышать величин, указанных в табл. 12.

Таблица 12

| Отклонения в размерах и положении колодцев и кессонов | Величина отклонения |
|---|---|
| В размерах поперечного сечения: | |
| по длине и ширине | 0,5%, но не более 12 см |
| по радиусу закругления | 0,5%, но не более 6 см |
| по диагонали | 1% |
| По толщине стен: | |
| бетонных и бутобетонных | ±30 мм |
| железобетонных | ±10 мм |
| Горизонтальное смещение | 0,01 глубины погружения |
| Тангенс угла отклонения от вертикали | 0,01 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Наименование строительной

организации _____

Объект _____

## ЖУРНАЛ

### работ по вытрамбовыванию котлованов

1. Отметка дна котлована (асб. или относит.) _____ м

2. Наименование грунта _____

3. Влажность грунта _____

4. Проектная глубина вытрамбовывания _____ м

5. Количество воды, залитой на 1 м$^2$ дна котлована _____ м$^3$

6. Размеры трамбовки _____ м; вес _____ тс

7. Высота подъема трамбовки _____ м

Результаты вытрамбовывания

| Дата / смена | № котлована | Кол-во ударов по одному следу | Фактическая глубина вытрамбовывания, м | Исполнитель (фамилия, имя, отчество) | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Наименование строительной организации _____

Объект _____

## ЖУРНАЛ

### *работ по уплотнению основания грунтовыми сваями*

1. Проектная глубина уплотнения _____ м

2. Наименование грунта _____

3. Влажность грунта в массиве _____

4. Оборудование для пробивки скважин _____

5. Вес ударного снаряда:

   а) для пробивки скважин _____ тс

   б) для трамбования отсыпанного в скважины грунта _____ тс

6. Характеристика засыпаемого грунта:

   а) наименование грунта _____

   б) оптимальная влажность _____

7. Расчетный вес грунта на сваю _____ тс

| № грунтовой сваи | Пробивка скважин | | | | Набивка скважин | | | | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | дата/смена | время пробивки, мин | глубина пробивки, м | диаметр, м | дата/смена | объем порции засыпаемого грунта, м³ | кол-во порций | фактическая влажность засыпаемого грунта | кол-во ударов на одну порцию грунта | исполнитель (фамилия, имя, отчество) | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Наименование строительной организации _____

Объект _____

# ЖУРНАЛ

## работы насосной станции

1. Название, №
2. Оборудование станции (количество насосов, их типы, двигатели, отметки оси, присвоенные № агрегатов)
3. Водоприемные устройства (зумпф, водосборник, скважина, группа иглофильтров, их количество и т. п.)
4. Водоотводящие устройства (напорный трубопровод, открытый или закрытый самотечный водоотвод и т. п.)

| Дата/смена | Заводские № насоса и двигателя | Время пуска, остановки или промежуточного контроля | Работа агрегатов | | | | | | Причина остановки | Оперативные указания по эксплуатации | Сда ча, приемка (фамилия, имя, отчество испол-нителя) (подпись) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | показания приборов | | | вольт-метр, В | продолжительность работы без перерыва | подача, м³/ч | | | |
| | | | манометр, ати | вакуум-метр, мм рт. ст. | ампер-метр, А | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Наименование строительной организации _____

Объект _____

# ЖУРНАЛ

## гидрогеологических наблюдений

| Дата/ смена, час | Погода (осадки, температура воздуха) | № скважин, пьезометров | Статический уровень, м | | Динамический уровень, м | | Отметка уровня отбора проб воды на химанализ, м | Фамилия, имя, отчество исполнителя (подпись) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | абсолютная отметка | глубина от риски | абсолютная отметка | глубина от риски | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Наименование организации _____

Объект _____

# ЖУРНАЛ

## по силикатизации и смолизации грунтов

| Забивка инъекторов | | | | Состав раствора (силикатного или смолы) | | | | | | | Нагнетание раствора | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | силикат или смола | | кислота или хлористый кальций | | | | | | | | | | | |
| дата/смена | № скважины | № заходки | глубина заходки, м | дата смена | плотность, гс/см³ | объем, л | плотность гс/см³ | обьем, л | температура раствора, град | время гелеобразования, мин | начало, ч—мин | конец, ч—мин | продолжительность, мин | объем раствора, л | расход раствора, л/мин | давление нагнетания, ати | ответственный исполнитель (фамилия, и., о.) | Примечание |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Наименование строительной организации _____

Объект _____

# ЖУРНАЛ

## работ по цементации грунтов

| Дата/смена | Продолжительность цементации | | № скважины | Зона | Глубина зоны | | Диаметр скважины в зоне | Консистенция раствора по весу (В/Ц) | Инъекции | | | | Выдерживание скважины под давлением | | | | Исполнитель (фамилия, имя, отчество), подпись | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ч | мин | | | от | до | | | показания манометра, ати | полное давление, м вод. ст. | расход раствора, л | расход цемента, кгс | продолжительность, ч, мин | полное давление, м вод. ст. | расход воды, л | удельное водопоглощение, л/мин·м² | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Наименование строительной организации _____

Объект _____

# ЖУРНАЛ

## производства работ по термическому укреплению грунтов

| Дата/смена | Часы замеров | № скважины | Показание манометров, ати | | | Температура, град | | Расход топлива по данным замеров *кг или м³* | | Исполнитель (фамилия, имя отчество) подпись | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | скважина | газосборник или насосная установка | воздушный ресивер | скважина | контрольная точка массива | за 1 ч | всего с начала термического укрепления | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Наименование строительной организации _____

_____

Объект _____

**Паспорт скважины и замораживающей колонки №** _____

_____

I. Бурение

1. Начато _____
2. Закончено _____
3. Конструкция скважин _____
4. Абсолютная отметка устья скважины _____
5. Глубина скважины от устья: _____

проектная _____

фактическая _____

6. Азимут отклонения скважины _____
7. Величина отклонения вертикальной плоскости _____
8. Разрешается пустить колонку _____ (да или нет)

Начальник смены _____ (подпись)
(фамилия, имя, отчество)

II. Опускание замораживающей колонки и ее испытание

| Дата/смена | Номер звена колонки | Размеры звена | | Способ соединения стыков | Испытание стыков | | Примечание (течи, меры их устранения и пр.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | длина, м | диаметр, мм | | давление, ати | продолжительность, мин | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Длина замораживающей колонки от устья скважины _____

Сварку производил сварщик _____
(фамилия, имя, отчество)

*Продолжение прил. 8*

Испытание производилось в присутствии _____
(фамилия, имя, отчество)

III. Наблюдение за уровнем $\frac{\text{воды}}{\text{рассола}}$ в колонке_____

1. Расстояние поверхности жидкости от устья колонки:

а) начальное на _____ (дата)_____ мм

б) конечное на _____ (дата) _____ мм

2. Заключение о результатах наблюдений_____

Геодезист _____
(фамилия, имя, отчество)

IV. Опускание питающих труб

_____

Дата _____ Длина звеньев труб _____ м Диаметр _____ мм

Примечание. _____

_____

Нижний конец трубы не доведен до башмака колонки_____

Общая длина питающей трубы _____

Монтаж питающей трубы производила бригада слесарей_____

_____
(фамилия, имя, отчество бригадира)

Начальник смены _____ (подпись) _____

Механик _____ (подпись) _____

Проверил начальник участка _____ (подпись) _____

Контрольные измерения производил геодезист _____ (подпись)

Наименование строительной организации _____

Объект _____

## ЖУРНАЛ

### работы замораживающих колонок

| Дата/смена | Часы | Температура, °С, обратного рассола в колонках № | | | | | | | | | | | | | | Температура, °С | | | Давление в коллекторе, ати | Исполнитель (фамилия, имя отчество) | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | рассола в распределителе | рассола в коллекторе | воздуха в галерее | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Наименование строительной организации _____

Объект _____

## ЖУРНАЛ

### температур в контрольных термометрических скважинах на различных горизонтах

| Дата / смена | Время взятия отсчета | Скважина №. . . отметка горизонта, м | Скважина №. . . отметка горизонта, м | Скважина №. . . отметка горизонта, м | Скважина №. . . отметка горизонта, м | Исполнитель (фамилия, имя, отчество) | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Проверил _____ (подпись)
(фамилия, имя, отчество)

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Наименование строительной организации _____

Объект _____

## ЖУРНАЛ

### наблюдений за уровнем грунтовых вод в гидрогеологических скважинах

| Дата/смена | Время взятия отсчета | Скважина №. . . абсолютная отметка замеренной точки. . . м: глубина уровня, м | Скважина №. . . абсолютная отметка замеренной точки. . . м: абсолютная отметка уровня, м | Скважина №. . . абсолютная отметка замеренной точки. . . м: глубина уровня, м | Скважина №. . . абсолютная отметка замеренной точки. . . м: абсолютная отметка уровня, м | Скважина №. . . абсолютная отметка замеренной точки. . . м: глубина уровня, м | Скважина №. . . абсолютная отметка замеренной точки. . . м: абсолютная отметка уровня, м | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Проверил _____ (подпись)
(фамилия, имя, отчество)

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Наименование строительной организации _____

Объект _____

## ЖУРНАЛ

### разработки траншеи при возведении сооружений способом «стена в грунте»

1. Землеройное оборудование _____

2. Проектная глубина траншеи _____

| Дата, смена | № захватки | Время разработки захватки | | Объем разработанного грунта за смену, м³ | Глубина захватки | | Высота слоя осадка, м | Исполнитель (фамилия, имя, отчество) | Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | начало, ч, мин | окончание, ч, мин | | в начале смены, м | в конце смены, м | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Наименование строительной организации _____

Объект _____

## ЖУРНАЛ

### контроля качества глинистого раствора (суспензии)

1. Тип глиномешалки _____

2. Наименование и характеристика глин _____

| 3. Состав раствора: на 1 м³ | на 1 замес |
|---|---|
| глина, кг _____ | _____ |
| вода, л _____ | _____ |
| химреагенты, кг _____ | _____ |

| Дата, смена | Место отбора пробы раствора | Показатели качества раствора | | | | | | | | Исполнитель (фамилия, имя, отчество) (подпись) | Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | плотность, г/см³ | вязкость, с | отстой, % | стабильность, гс/см³ | содержание песка, % | водоотдача, см³ | толщина глинистой корки, мм | статическое напряжение сдвига, мгс/см² | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Наименование строительной организации _____

Объект _____

## ЖУРНАЛ

**бетонирования при возведении сооружений способом «стена в грунте»**

1. Проектная марка бетона _____
2. Проектная подвижность бетона _____
3. Диаметр бетонолитной трубы _____ м

| Дата/ смена | № захва-ток | Количество бето-на, уложенного в захватку, м³ | Количество бето-на, уложенного в захватку (нарастающим итогом), м³ | Средняя интенсив-ность бетони-рования, м³/ч | Фактическая подвижность бетона, см | Заглубление труб в бетон, м | Исполнитель, (фамилия. имя, отчество) (подпись) | Приме-чания |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Наименование строительной организации _____

Объект _____

**ЖУРНАЛ**

**забивки свай**

(с №_____ по №_____)

Начало _____ Окончание _____

1. Система копра _____
2. Тип молота _____
3. Вес ударной части молота _____ кгс
4. Давление (воздуха, пара) _____ ати
5. Тип и вес наголовника _____ кгс

СВАЯ №_____ (по плану свайного поля)

1. Дата забивки _____
2. Марка сваи _____
3. Абсолютная отметка поверхности грунта у сваи _____
4. Абсолютная отметка острия сваи _____
5. Проектный отказ, см _____

| № залога | Высота подъема ударной части молота, см | Число ударов в залоге | Глубина погружения сваи от залога, см | Отказ от одного удара, см | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Исполнитель _____ Подпись _____

(фамилия, имя, отчество)

ПРИЛОЖЕНИЕ 15а

Наименование строительной организации _____

Объект _____

## СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ЗАБИТЫХ СВАЙ

(с № 1 по № )

Начало _____ Окончание _____

| № п. п. | № свай | Тип сваи | Дата | Глубина забивки, см | | Тип молота | Общее количество ударов | Отказ от одного удара, см | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | По плану свайного поля | | смена | по проекту | фактическая | | | при забивке | при добивке | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Исполнитель _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Наименование строительной организации _____

Объект _____

## ЖУРНАЛ
### погружения шпунта
(с №_____ по №_____)

Начало _____ Окончание _____

1. Система копра (крана) _____
2. Тип молота (вибропогружателя) _____
3. Вес ударной части молота _____
4. Тип и вес наголовника _____
5. Материал и сортамент шпунта _____
6. Длина шпунта _____
7. Абсолютная отметка поверхности грунта _____
8. Абсолютная отметка уровня грунтовых вод _____

| № п.п. | № шпунтин по плану | Дата, смена | Абсолютная отметка верха шпунта | | Абсолютная отметка низа шпунта | | Величина срезки (или наращивания) шпунтины, м | Глубина погружения шпунта (от проектного обреза) | Исполнитель (фамилия, имя, отчество) (подпись) | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | по проекту | фактическая | по проекту | фактическая | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Наименование строительной организации _____ Объект _____

## ЖУРНАЛ вибропогружения свай-оболочек (с № _____ по № _____)

Начало _____ Окончание _____

1. Тип вибропогружателя _____ 2. Тип и вес наголовника _____

## СВАЯ-ОБОЛОЧКА № _____

1, Наружный диаметр _____ 6. Глубина погружения в грунт _____ (от проектной отметки головы сваи)

2. Толщина стенки _____ 7. Абсолютная отметка низа оболочки:

3. Длина _____ проектная _____

4. Количество и длина каждой секции фактическая _____

_____ шт. _____ м 8. Высота грунтовой пробки в оболочке

5. Тип стыка секций _____ 9. Скорость погружения при последнем залоге _____

Даты: начало погружения _____

конец погружения _____

| Дата, смена | № залога | Продолжительность залога, мин | Погружение от залогов, см | Отдых после очередного залога, ч | Данные о работе вибропогружателя | | | | Абсолютная отметка верха грунта в свае-оболочке | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | возмущающая сила, тс | напряжение тока, В | сила тока, А | амплитуда колебания оболочки, мм | до удаления | после удаления | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Исполнитель _____ Подпись _____

(фамилия, имя, отчество)

ПРИЛОЖЕНИЕ 17а

Наименование строительной организации _____

Объект _____

## СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ПОГРУЖЕННЫХ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК

(с № _____ по № _____)

Начало _____ Окончание _____

| № п.п. | Дата погружения | № по плану | Толщина стенки, мм | Наружный диаметр, мм | Длина, м | Глубина погружения, м | | Тип вибропогружателя | Данные о последнем залоге | | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | по проекту | фактическая | | возмущающая сила вибропогружателя, тс | потребляемая мощность, кВт | скорость погружения, м/мин | высота грунтового ядра в оболочке, м | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Исполнитель _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

*Наименование строительной организации* _____

Объект _____

## ЖУРНАЛ
### работ по опусканию кессона

1. Размеры кессона в плане _____
2. Даты:
   - снятие с подкладок _____
   - начало опускания _____
   - конец опускания _____
3. Отметки ножа:
   - в начале опускания _____
   - в конце опускания _____
   - проектная _____
4. Материалы конструкции:
   - кессона _____
   - ножа _____
5. Оборудование:
   - а) шлюзовые аппараты системы _____ шт. _____
   - б) гидроэлеваторы (эрлифты) _____ шт. _____
   - в) гидромониторы _____ шт. _____

| Дата/смена | Способ разработки грунта | Наименование разрабатываемого грунта | Давление воздуха в кессоне перед посадкой, ати | Давление воздуха в кессоне после посадки, ати | Величина посадки, м | Объем разработанного грунта, м³ | Глубина погружения кессона по точкам, м | | | | Исполнитель (фамилия, имя, отчество) (подпись) | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | |

**Госстрой СССР**

СНиП III-9-74. Строительные нормы и правила
Часть III. Правила производства и приемки работ
Глава 9. Основания и фундаменты

*Редакция инструктивно-нормативной литературы*
Зав. редакцией *Г. А. Жигачева*
Редактор *С. А. Зудилина*
Мл. редактор *М. А. Жарикова*
Технические редакторы *Ю. Л. Циханкова, Т. В. Кузнецова*
Корректор *Л. М. Вайнер*

---

Сдано в набор 6.08.79. Подписано в печать 30.10.79. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага тип. № 2 Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л 3,04. Уч.-изд. л. 4,98. Тираж 150 000 экз. Изд. № XII—8513. Заказ № 110. Цена 25 коп.

---

Стройиздат
101442, Москва, Каляевская, 23а

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

gost.e-ecolog.ru