



НИИОСП

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
ИМЕНИ Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
И СТРОИТЕЛЬСТВУ
ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ



МОСКВА-1982

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИИ
ИМЕНИ Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
И СТРОИТЕЛЬСТВУ
ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ

МОСКВА-1982

Рекомендации по проектированию и строительству целевых фундаментов разработаны ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова Госстроя СССР.

Рекомендации содержат указания по проектированию, расчету и устройству целевых фундаментов - столбчатых опор глубокого заложения, сооружаемых способом "стена в грунте".

Рекомендации предназначены для проектирования и строительства гражданских, промышленных и транспортных сооружений.

В разработке Рекомендаций принимали участие: д-р техн.наук М.И.Смородинов, кандидаты техн.наук В.Н.Корольков и Б.С.Федоров и инж.В.Д.Иванов.

В Рекомендациях использованы материалы института Фундамент-проект Минмонтажспецстроя СССР, Уральского политехнического института МинВУЗа РСФСР и Днепропетровского инженерно-строительного института МинВУЗа УССР.

Рекомендации одобрены секцией "Специальных работ" Ученого совета НИИОСП.

Все замечания и предложения по Рекомендациям просьба направлять по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6, НИИ оснований и подземных сооружений им.Н.М.Герсеванова.

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова, 1982

ВВЕДЕНИЕ

Разработка Рекомендаций вызвана началом широкого применения в отечественном строительстве щелевых фундаментов. Щелевые фундаменты представляют собой столбчатые опоры глубокого заложения, устраиваемые способом "стена в грунте", т.е. сооружаемые в узких траншеях, как правило, под защитой глинястого раствора (глинястой суспензии), удерживающего грунтовые стенки траншей от обрушения.

В литературе встречаются другие названия щелевых фундаментов: бареты, шлицевые фундаменты и др.

Щелевые фундаменты могут воспринимать значительные вертикальные и горизонтальные нагрузки в пределах допустимых деформаций. Поэтому они представляют собой наиболее рациональный вид опор для высотных зданий, заводских дымовых труб, транспортных эстакад и других сооружений, передающих значительные концентрированные нагрузки на основание.

Применение щелевых фундаментов наиболее эффективно в сложных геологических условиях, при высоком уровне грунтовых вод, а также на застроенных территориях.

Рекомендации разработаны на основе результатов лабораторных и натурных исследований с использованием следующих нормативных материалов: Рекомендаций по технологии устройства подземных сооружений методом "стена в грунте", главы СНиП II-17-77 "Свайные фундаменты" и главы СНиП II-15-74 "Основания зданий и сооружений".

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие рекомендации распространяются на проектирование щелевых фундаментов под промышленные, общественные и жилые здания, транспортные сооружения, опоры линий электропередачи и промышленное оборудование.

1.2. Действие рекомендаций не распространяется на проектирование и устройство щелевых фундаментов в сейсмических районах и районах с вечномёрзлыми, просадочными, набухающими и засоленными грунтами.

1.3. Щелевые фундаменты не допускается устраивать в грунтах, в которых для обеспечения устойчивости стенок траншей невозможно применение глинистого раствора (крупнообломочные грунты с незаполненными пустотами, грунты текучей консистенции), а также на закарстованных и подрабатываемых территориях.

1.4. При проектировании щелевых фундаментов, кроме настоящих рекомендаций, следует руководствоваться главой СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений и главой СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций.

1.5. Щелевые фундаменты под промышленное оборудование с динамическими нагрузками следует проектировать с учетом дополнительных требований, содержащихся в главе СНиП по проектированию фундаментов машин с динамическими нагрузками.

1.6. Щелевые фундаменты, возводимые в среде, обладающей агрессивностью по отношению к бетону, следует проектировать с учетом дополнительных требований, предъявляемых главой СНиП по защите строительных конструкций от коррозии.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.1. Инженерно-геологические изыскания, необходимые для проектирования щелевых фундаментов, должны производиться в соответствии с требованиями главы СНиП по инженерным изысканиям для строительства; при этом в отчетных материалах изысканий должны содержаться дополнительные данные, характеризующие вид и состояние фундаментов и их оснований расположенных вблизи зданий и сооружений, а также данные о нагрузках, передаваемых этими фундаментами на основание.

2.2. Инженерно-геологическое строение площадки должно быть

изучено на глубину не менее 10 м ниже подошвы проектируемых щелевых фундаментов. При опирании на скальный грунт эта величина составляет 1,5 м.

2.3. Щелевые фундаменты выполняются в виде вертикальных несущих элементов ограниченной ширины в плане прямоугольного, крестообразного, таврового, коробчатого и др. поперечных сечений (рис.1), используемых отдельно или образующих фундаментные поля (рис.2).

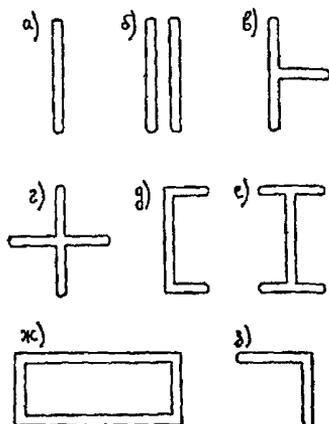


Рис.1. Поперечные сечения щелевых фундаментов: а - прямоугольное; б - прямоугольное с двоянным; в - крестообразное; г - тавровое; д - коробчатое; ж - коробчатое; з - угловое

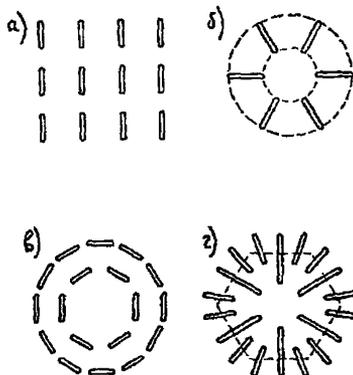


Рис.2. Примеры устройства фундаментных полей с размещением щелевых фундаментов: а - линейное; б, в - радиальное; г - концентрическое

2.4. Конструкция щелевых фундаментов, их размеры и взаимное расположение выбираются в зависимости от размеров надфундаментного сооружения, его очертания в плане, характера и величины расчетных нагрузок, геологических и гидрогеологических условий и других факторов.

2.5. Размеры щелевых фундаментов в плане должны позволять вести их бетонирование по всему поперечному сечению.

2.6. В отдельных случаях железные фундаменты могут сооружаться в траншеях, отрываемых насухо без применения глинистого раствора. Это возможно в необводненных связных грунтах.

2.7. Толщина железных фундаментов соответствует ширине применяемых грейферов и обычно находится в пределах от 0,4 до 1 м. Длина железных фундаментов обычно равна величине максимального раскрытия челюстей грейфера или ее удвоенному значению плюс 40 - 80 см (перемычка между двумя захватками) и колеблется в пределах от 2 до 7 м.

2.8. Железные фундаменты обычно выполняются глубиной от 5 до 20-25 м. В отдельных случаях заложение железных фундаментов может достигать большей глубины (30-50 м).

2.9. Рациональность применения железных фундаментов определяется на основании технико-экономического сопоставления с другими вариантами. Целесообразно применять железные фундаменты в сложных геологических и гидрогеологических условиях, а также при строительстве вблизи существующих зданий и сооружений.

2.10. При проектировании следует стремиться к использованию на одной площадке минимального числа (1-3) типоразмеров поперечного сечения железных фундаментов.

2.11. При проектировании железных фундаментов должны быть определены и указаны в проекте основные данные по технологии производства работ (плотности глинистого раствора и бетона, тип и параметры землеройного механизма, продолжительность выполнения отдельных операций и др.).

2.12. Железные фундаменты следует проектировать монолитными с бетонированием, осуществляемым методом вертикально-перемещающейся трубы (ВПТ) или нагнетанием бетонной смеси насосом с вытеснением глинистого раствора. При технико-экономическом обосновании железные фундаменты можно устраивать сборными из цельных железобетонных элементов заводского изготовления или с горизонтальным членением. При устройстве железных фундаментов из сборных элементов пространство, оставшееся между ними и грунтом, заполняют твердеющим тампонажным раствором. Железные фундаменты можно также устраивать сборно-монолитными (сборными в верхней части и монолитными в нижней).

2.13. Глинистый раствор должен обладать свойствами, обеспечивающими устойчивость грунтовых стенок траншей в процессе ее

разработки и бетонирования. Показатели качества глинистого раствора должны содержаться в проекте производства работ.

3. ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

3.1. Целевые фундаменты следует проектировать из тяжелого бетона марок не ниже М 200 для монолитных и М 300 – для сборных конструкций. Проектную марку бетона по морозостойкости и водонепроницаемости следует назначать в зависимости от температурно-климатических условий района строительства в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций.

3.2. Требования к бетону и арматуре устанавливаются в соответствии с главой СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций.

3.3. Целевые фундаменты должны армироваться за исключением случаев, когда по всему поперечному сечению фундамента при неблагоприятных сочетаниях нагрузок возникает только напряжения сжатия, значение которых не превышает соответствующих расчетных сопротивлений бетона. Арматуру надлежит сваривать в каркасы. Расстояние между арматурными стержнями в каркасах должно быть не менее 150 мм и не более 20 диаметров продольной арматуры (но не более 300 мм). Каркасы должны иметь жесткость, обеспечивающую сохранение требуемых размеров при их транспортировке и монтаже.

3.4. В целевых фундаментах из монолитного бетона в качестве рабочей арматуры должна применяться стержневая арматура периодического профиля. Применение гладкой арматуры для этой цели не допускается.

3.5. Арматурные каркасы для целевых фундаментов из монолитного бетона должны иметь длину, равную глубине траншея, ширину и толщину на 10–15 см менее соответствующих размеров фундамента.

3.6. В арматурных каркасах должны быть предусмотрены проемы для пропуска бетонолитных труб. Проемы следует устраивать: один в середине каркаса при ширине целевого фундамента до 4 м и два (при радиусе растекания бетонной смеси не менее 1,5 м) при ширине целевого фундамента 4+6 м.

3.7. Арматурные каркасы должны иметь с наружной стороны направляющие салазки, фиксирующие их положение в траншее для созда-

ния требуемой толщины защитного бетонного слоя, а также петли для подъема краном и арматурные выпуски для подвешивания каркасов на воротнике после опускания в траншею.

3.8. Направляющие салазки изготавливают из полосовой стали и приваривают к арматурному каркасу с шагом 2 м по длине и ширине каркаса. Толщина каркаса по направляющим салазкам должна быть на 10–15 мм меньше ширины грейфера, принятого для разработки траншеи.

3.9. Толщину целевого фундамента назначают по расчету его прочности и несущей способности, но не менее 400 мм при глубине заложения до 6 м, 500 мм при глубине заложения 6+15 м и 600 мм при глубине заложения более 15 м.

3.10. Заглубление целевого фундамента в слой грунта, на который опирается его подошва, должно быть не менее 0,5 м. Толщина этого слоя под подошвой целевого фундамента должна быть не меньше пятикратной толщины последнего, а глубина заложения слоя не меньше глубины сжимаемой толщи (рис.3).

При сборно-монолитной конструкции целевого фундамента сборная верхняя часть фундамента должна заглубляться в монолитную не менее чем на 50 см.

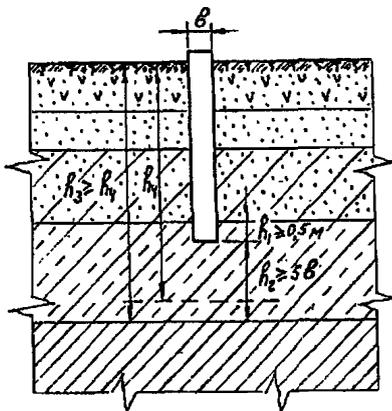


Рис. 3. Расположение целевого фундамента относительно слоев грунта: d – толщина фундамента; h_1 – заглубление в несущий слой; h_2 – толщина слоя, на который опирается фундамент; h_3 – глубине заложения подошвы несущего слоя; h_4 – размер сжимаемой толщи

4. ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ

4.1. При расчете щелевых фундаментов должны учитываться действующие на них нагрузки и воздействия, возникающие в условиях эксплуатации; для сборных элементов – также нагрузки, возникающие при их изготовлении, транспортировке и монтаже.

4.2. Нормативные нагрузки, коэффициенты перегрузки и сочетания нагрузок следует принимать в соответствии с требованиями главы СНиП "Нагрузки и воздействия". В необходимых случаях нагрузки и воздействия следует определять также по главам СНиП: "Проектирование мостов и труп", "Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)", "Линии электропередачи напряжением выше 1 кВ".

4.3. Щелевые фундаменты и их основания следует рассчитывать по первому и второму предельным состояниям (по несущей способности и по деформациям). Щелевые фундаменты рассчитывают по прочности, перемещениям и образованию или раскрытию трещин, а их основания – по несущей способности, устойчивости и осадкам.

4.4. Основания рассчитывают по устойчивости только в случаях, если на них передаются горизонтальные нагрузки и они ограничены откосами или сложены крутопадающими слоями грунта. Расчет оснований по устойчивости можно производить методами круглоцилиндрических поверхностей скольжения в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений. При этом коэффициент устойчивости K_u , определяемый по формуле

$$K_u = \frac{M_{уд}}{M_{ср}}, \quad (I)$$

где $M_{уд}$ и $M_{ср}$ – соответственно суммы моментов всех удерживающих и сдвигающих сил относительно предполагаемого центра вращения, должен быть не менее 1,2.

4.5. Расчет щелевых фундаментов по перемещениям и оснований по осадкам от действия вертикальных нагрузок не производится при опирании щелевых фундаментов на практически несжимаемое основание (скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем и глинистые грунты твердой консистенции).

4.6. Расчет щелевых фундаментов по образованию или раскрытию трещин производится при действии на эти фундаменты горизон-

тальных нагрузок в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций.

4.7. Расчет щелевых фундаментов и их оснований по несущей способности должен производиться на основное сочетание нагрузок с коэффициентами перегрузки, принимаемыми в соответствии с требованиями глав СНиП на нагрузки и воздействия, расчет по деформациям - на основное сочетание нагрузок с коэффициентами перегрузки, равными единице.

5. РАСЧЕТ ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

5.1. Щелевые фундаменты, рассчитываемые по несущей способности, должны удовлетворять условию:

$$N \leq P, \quad (2)$$

где N - расчетная нагрузка, передаваемая на щелевой фундамент и определяемая при проектировании здания или сооружения;

P - расчетная нагрузка, допускаемая на щелевой фундамент, определяемая в соответствии с указаниями п.5.2.

5.2. Расчетную нагрузку P , допускаемую на щелевой фундамент, следует определять как наименьшее из двух найденных значений расчетных сопротивлений щелевого фундамента: по материалу

$R_{\text{мат}}$ и по грунту $R_{\text{гр}}$, взятыми с соответствующими коэффициентами безопасности:

$$P = \frac{R_{\text{мат}}}{K_{\text{мат}}} ; \quad P = \frac{R_{\text{гр}}}{K_{\text{гр}}} , \quad (3)$$

где $K_{\text{мат}}$ - коэффициент безопасности по материалу, принимаемый равным 1;

$K_{\text{гр}}$ - коэффициент безопасности по грунту, принимаемый равным 1,4, если несущая способность щелевого фундамента определена по расчету, и $K_{\text{гр}} = 1,25$, если несущая способность щелевого фундамента определена по результатам статических испытаний.

5.3. Расчетное сопротивление по материалу $R_{\text{мат}}$, кН, щелевых фундаментов, работающих на осевую сжимающую нагрузку, следует определять по формуле:

$$R_{\text{мат}} = m (m_s R_{\text{пр}} F + R_{\text{лр}} E_{\text{лр}}) , \quad (4)$$

где m - коэффициент условий работы щелевого фундамента, принимаемый равным 0,8;

m_r - коэффициент однородности бетона, учитывающий способ производства работ, принимаемый равным 0,7 при бетонировании щелевого фундамента под глинистым раствором и 1 при бетонировании щелевого фундамента насухо;

R_{ap} - расчетное сопротивление бетона щелевого фундамента сжатию, кПа, принимаемое в соответствии с главой СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций;

F - площадь поперечного сечения щелевого фундамента, m^2 ;

R_{ar} - расчетное сопротивление арматуры щелевого фундамента сжатию, кПа, принимаемое в соответствии с главой СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций;

F_{ar} - площадь поперечного сечения арматуры щелевого фундамента, m^2 .

5.4. Расчетное сопротивление по грунту R_{gp} , кН, щелевых фундаментах, работающих на осевую сжимающую нагрузку и опирающихся на сжимаемое основание, следует определять по формуле:

$$R_{gp} = m(m_r R_F + u \sum n m_f \beta_i \beta_{li}) \quad (5)$$

где m - коэффициент условий работы щелевого фундамента, принимаемый равным 1;

m_r - коэффициент условий работы грунта под подошвой щелевого фундамента, принимаемый равным 0,4 при бетонировании щелевого фундамента под глинистым раствором, если со дна траншеи шлам не удаляется, и 0,9, если со дна траншеи шлам удален;

$m_r = 1$ при бетонировании щелевого фундамента насухо;

R - расчетное сопротивление грунта под подошвой щелевого фундамента, кПа, принимаемое по табл.1;

F - площадь подошвы щелевого фундамента, m^2 ;

u - периметр поперечного сечения щелевого фундамента, м;

n - коэффициент, зависящий от формы щелевого фундамента, равный $1 + \frac{e}{b} \frac{b}{l}$, учитываемый на высоте фундамента от низа воротника до глубины $H - e$, где H , b и l - соответственно глубина, толщина и длина фундамента.

m_f - коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности щелевого фундамента, принимаемый по табл.2 при бетонирова-

нии цельевого фундамента под глинистым раствором; при бетонировании цельевого фундамента насухо $m_f = 0,7$ для всех грунтов, кроме глин, для которых $m_f = 0,6$;

R_i - расчетное сопротивление i -го слоя грунта по осевой поверхности цельевого фундамента, кПа, принимаемое по табл.3, но не более 40 кПа;

h_i - толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью цельевого фундамента, м.

Примечания: 1. При залегании под подошвой целевых фундаментах связных, крупнообломочных с песчаным заполнителем и глинистых грунтов твердой консистенции, представляющих практически несжимаемое основание, расчетное сопротивление целевых фундамента по грунту определяется согласно требованиям п.5.6;

2. Расчетное сопротивление цельевого фундамента по грунту, определяемое по формуле (5), подлежит обязательной проверке статическими испытаниями опытных целевых фундаментах, проводимыми в тех же грунтовых условиях;

3. Статические испытания целевых фундаментах допускается не проводить в следующих случаях:

для зданий и сооружений III и IV классов при основаниях, сложенных горизонтальными, выдержанными по толщине слоями грунта (уклон не более 0,1), сжимаемость которых ниже подошвы цельевого фундамента в пределах, равных его пятикратной толщине, не увеличивается;

для зданий и сооружений, у которых полученное по формуле (5) расчетное сопротивление цельевого фундамента по грунту по конструктивным соображениям имеет не менее чем трехкратный запас;

если имеются результаты статических испытаний целевых фундаментах, проведенных в подобных грунтовых условиях.

5.5. При действии на целевые фундаментах горизонтальной нагрузки, если отношение высоты цельевого фундамента к его поперечному размеру по направлению действия нагрузки более 10, расчет фундаментах должен производиться как гибкого стержня в линейно-деформируемой среде; если это отношение меньше 10, то расчет может основываться на схеме жесткого стержня.

5.6. Расчетное сопротивление по грунту $R_{гр}$, кН, целевых фундаментах, работающих на осевую сжимающую нагрузку и опирающихся

Таблица 1. Расчетное сопротивление грунта под подошвой
целивого фундамента R , кПа

Глубина заложе- ния фун- дамента, м	Песчаные грунты средней плотности						
	граве- листые	круп- ные	-	средней крупно- сти	мелкие	пылева- тые	-
	Глинистые грунты при показателе консистенции W_L , равном						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
5	1000	850	750	650	500	400	350
7	1150	1000	850	750	650	500	450
10	1350	1200	1050	950	800	700	600
15	1800	1650	1500	1300	1100	1000	800
20	2300	2100	1900	1650	1450	1250	950
25	2800	2550	2250	1950	1700	1350	1050
30	3300	3000	2600	2300	2000	1400	1100
35	3900	3500	3000	2650	2025	1400	1100

Таблица 2. Коэффициент условий работы грунта по боковой
поверхности целивого фундамента η_f

Вид грунта	Вид глинистого раствора	Промежуток времени от момента окончания разработки траншеи до начала бетонирования, ч			
		< 4	4 ± 6	6 ± 48	> 48
Пески, супеси	Бентонитовый ($\gamma < 1,1$)	0,7	0,6	0,4	0,2
	Небентонитовый ($\gamma = 1,13+1,25$)	0,8	0,7	0,5	0,3
Суглинки, глины	Любой ($\gamma < 1,25$)	0,6	0,5	0,4	0,2

Примечание. В таблице приведена плотность свежеприго-
товленного глинистого раствора.

Таблица 3. Расчетное сопротивление по боковой поверхности
целевого фундамента ξ , кПа

Средняя глубина располо- жения слоя грунта, м	Песчаные грунты средней плотности								
	крупные и средней крупности	мелкие	пыле- ватые	-	-	-	-	-	-
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	35	23	15	12	8	4	4	3	2
2	42	30	21	17	12	7	5	4	4
3	48	35	25	20	14	8	7	6	5
4	53	38	27	22	16	9	8	7	5
5	56	40	29	24	17	10	8	7	6
6	58	42	31	25	18	10	8	7	6
8	62	44	33	26	19	10	8	7	6
10	65	46	34	27	19	10	8	7	6
15	72	51	38	28	20	11	8	7	6
20	79	56	41	30	20	12	8	7	6
25	86	61	44	32	20	12	8	7	6
30	93	66	47	34	21	12	9	8	7

Примечания: 1. Среднюю глубину расположения слоя грунта следует принимать с учетом возможного размыва грунта. Среднюю глубину расположения слоя грунта при планировке территории срезкой, подсыпкой или намывом до 3 м следует принимать от уровня природного рельефа, а при срезке, подсыпке или намыве от 3 до 10 м - от условной стметки, расположенной соответственно на 3 м выше уровня срезки или на 3 м ниже уровня подсыпки;

2. При определении расчетного сопротивления грунта по боковой поверхности целевого фундамента пласты грунта следует рассчитывать на однородные слои толщиной не более 2 м;

3. Для промежуточных глубин расположения слоев грунта и промежуточных значений консистенции глинистых грунтов значения расчетных сопротивлений по боковой поверхности целевого фундамента определяют интерполяцией;

4. Величину расчетного сопротивления плотных песчаных грунтов по боковой поверхности целевого фундамента следует увеличивать на 30% против значений, приведенных в таблице.

ся на практически несжимаемое основание (скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем и глинистые грунты твердой консистенции), следует определять по формуле:

$$P_{гр} \approx m m_R R F \quad (6)$$

где m , m_R , F - обозначения те же, что и в формуле (5).

Расчетное сопротивление грунта под подошвой целевого фундамента R , кПа, определяется по формуле:

$$R = \frac{R_{сж}^H}{K_{гр}} \quad (7)$$

где $R_{сж}^H$ - нормативное временное сопротивление грунта под подошвой целевого фундамента одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии, кПа;

$K_{гр}$ - коэффициент безопасности по грунту, принимаемый равным 1,4.

Примечание. При наличии под подошвой целевого фундамента сильновыветрелых, выветрелых и размягчаемых скальных грунтов величина нормативного сопротивления грунта $R_{сж}^H$ должна назначаться по результатам статических испытаний грунта штампом или по результатам испытаний целевых фундаментов статической нагрузкой.

6. РАСЧЕТ ЦЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПО ДЕФОРМАЦИЯМ

6.1. Целевые фундаменты и их основания, рассчитываемые по деформациям, должны удовлетворять условию:

$$S \leq S_{пр} \quad (8)$$

где S - расчетная величина деформации (перемещения или осадки), определяемая в соответствии с указаниями пп. 4.7 и 5.5;

$S_{пр}$ - предельно допустимая величина деформации (перемещения или осадки), устанавливаемая в задании на проектирование, а при отсутствии ее в задании - принимаемая по предельно допустимым деформациям в соответствии с главой СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений из условий их нормальной эксплуатации.

6.2. При расчете по деформациям следует различать два случая: I случай - $Q_f/Q_R \leq 0,2$, II случай - $Q_f/Q_R > 0,2$, где Q_f - расчетная сила сопротивления грунта по боковой поверхности целевого фундамента и Q_R - расчетная сила сопротивления

грунта под подошвой целевого фундамента, кН, определяемые в соответствии с п.5.4.

В I случае площадь основания F определяется по формуле

$$F = a \times b, \quad (9)$$

где a и b - соответственно толщина и длина целевого фундамента.

Во II случае площадь основания F определяется как для условного фундамента по формуле

$$F = \left(a + 2 h \operatorname{tg} \frac{\varphi_{\text{ср}}}{4} \right) \left(b + 2 h \operatorname{tg} \frac{\varphi_{\text{ср}}}{4} \right), \quad (10)$$

где $\varphi_{\text{ср}}$ - средневзвешенное расчетное значение угла внутреннего трения грунта, определяемое по формуле

$$\varphi_{\text{ср}} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2 + \dots + \varphi_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}, \quad (11)$$

$\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ - расчетные значения углов внутреннего трения перерезаемых целевым фундаментом отдельных слоев грунта,

h - глубина заложения целевого фундамента, равная

$$h = h_1 + h_2 + \dots + h_n,$$

где h_1, h_2, \dots, h_n - толщины отдельных слоев грунта.

В собственный вес условного фундамента при определении его осадки включаются вес целевого фундамента и вес грунта в объеме условного фундамента.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЦЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

7.1. Несущую способность целевых фундамента при помощи статических испытаний определяют с целью сопоставления результатов испытаний с данными, полученными расчетом, и контроля качества работ.

7.2. Испытуемые целевые фундамента должны быть подобны принятым в проекте как по материалу, так и по геометрическим размерам, число однотипных испытаний должно составлять не менее трех. При проведении испытаний следует учитывать возможные изменения характеристик грунта и других параметров в процессе эксплуатации от изменения уровня грунтовых вод, срезки грунта, подсыпки и т.д.

Устройство и испытания железных фундаментов следует включать в проект.

7.3. Проведению испытаний железных фундаментов должны предшествовать: 1) разработка методики испытаний; 2) выбор схемы установки, оборудования и измерительных приборов; 3) подготовка рабочей площадки для монтажа установки (удаление мусора, планировка площадки и т.п.); 4) подводка осветительной и при необходимости силовой электролиний.

7.4. Испытания железных фундаментов следует проводить после достижения бетоном проектной прочности.

7.5. По окончании статических испытаний представляют: 1) журнал испытаний (прил. I); 2) графики зависимости перемещений железных фундаментов от нагрузки; 3) заключение специалистов по результатам испытаний.

7.6. Несущую способность P , кН, железных фундаментов по результатам их статических испытаний на сжимающую, выдергивающую или горизонтальную нагрузки определяют по формуле

$$P = m \frac{P_{np}}{K_{гр}}, \quad (12)$$

где m — коэффициент условий работы железного фундамента, принимаемый равным 1 при испытаниях на сжимающую или горизонтальную нагрузку и 0,8 при испытаниях на выдергивающую нагрузку; P_{np} — предельная несущая способность железного фундамента, кН, полученная при испытаниях, принимаемая согласно пп. 7.7 и 7.8.;

$K_{гр}$ — коэффициент безопасности по грунту, принимаемый равным 1.

7.7. За величину предельной несущей способности железного фундамента P_{np} принимается наименьшее из значений предельных несущих способностей, полученных при испытаниях железных фундаментов.

7.8. Значение предельной несущей способности железного фундамента находится по графику зависимости его перемещений от нагрузки. Если нагрузка при статическом испытании железного фундамента доведена до критической величины, вызывающей непрерывное возрастание перемещения, то за предельную несущую способность принимается нагрузка, предшествующая критической на одну ступень. Если нагрузка не доведена до критической величины, а перемещения железного фундамента превысили 40 мм, то за предельную несущую способность принимается нагрузка, вызывающая перемещение фундамента на 40 мм.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ, ПРОИЗВОДСТВО И ПРИЕМКА РАБОТ

8.1. Строительству щелевых фундаментов должны предшествовать следующие подготовительные работы: 1) устройство дорог и подъездов; 2) планировка поверхности участка строительства; 3) организация водоснабжения и электроснабжения; 4) разбивка и закрепление осей здания или сооружения и установка реперов; 5) доставка и монтаж необходимого оборудования и инвентаря; 6) организация глинистого хозяйства с монтажом циркуляционной системы; 7) доставка необходимых материалов.

8.2. Устойчивость верха грунтовых стенок траншеи и получение проектных размеров щелевых фундаментов обеспечиваются устройством вдоль бровки траншеи направляющих стенок (воротника). Воротник может выполняться из металла, монолитного или сборного железобетона. Высота воротника должна быть не менее 50 см (рис.4).

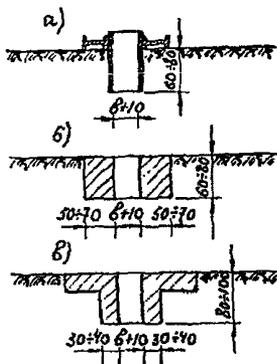


Рис.4. Конструкция воротников: а - металлический; б - бетонный; в - железобетонный (в - ширина рейфера; на рисунке размеры даны в см)

Ширина верхней части траншеи, закрепленной воротником, должна быть на 10-15 см больше проектной толщины щелевого фундамента.

8.3. Работы по устройству щелевых фундаментов выполняются в соответствии с технологическими картами, разработанными с учетом конкретных инженерно-геологических условий площадки строительства.

8.4. Выбор механизмов для разработки траншей должен производиться с учетом характеристик грунта, степени стесненности участ-

ка строительства и размеров возводимых щелевых фундаментов.

8.5. Для предупреждения обрушений грунтовых стенок траншей уровень глинистого раствора в них должен не опускаться ниже, чем на 30 см от верха воротника, а гусеницы землеройных машин могут приближаться к бровке траншеи не ближе, чем на 1,5 м.

8.6. Перед бетонированием траншеи должны быть проверены ее геометрические размеры в плане по всей глубине и сама глубина.

8.7. Очистку дна траншеи от возможного рыхлого осадка (шлама) следует производить непосредственно перед бетонированием. Шлам удаляют эрлифтом или грязевыми насосами.

8.8. Бетонирование траншеи следует проводить после установки и выверки положения арматурного каркаса. Бетонная смесь укладывается с помощью бетонолитных труб методом ВПТ или бетононасосом при бетонировании под глинистым раствором и через специальные хоботы при бетонировании насухо. Рекомендуется начинать бетонирование траншеи не позже, чем через 4–5 ч после окончания ее разработки. Состав бетонной смеси и ее подвижность должны соответствовать требованиям, предъявляемым к выбранному способу ее укладки.

8.9. Бетонирование траншеи следует проводить непрерывно. При бетонировании методом ВПТ или бетононасосом конец бетонолитной трубы должен постоянно находиться на 80–100 см ниже поверхности укладываемого бетона. В процессе укладки бетонной смеси следует откачивать глинистый раствор из траншеи в емкости-отстойники для его последующего использования, не допуская при этом перелива через края воротника и растекания по поверхности грунта.

8.10. Укладку бетона после аварийного перерыва следует возобновлять только при достижении ранее уложенным бетоном прочности не менее 2000 кПа и очистке его поверхности от выпавшего шлама.

8.11. Отклонение щелевых фундаментов от проектного положения в плане должно не превышать ± 5 см. Отклонение горизонтальных размеров от проектных также должно не превышать ± 5 см. Тангенс угла наклона продольной оси щелевых фундаментов должен не превышать 0,005 (1:200). При отклонениях положения или размеров щелевых фундаментов, превышающих указанные значения, вопрос об устранении допущенных отклонений решается совместно с проектной

организацией.

8.12. Прочность щелевого фундамента определяют по контрольным бетонным кубикам, отбираемым по 6 штук из каждого фундамента. Хранение контрольных бетонных кубиков должно осуществляться в условиях, подобных условиям возведения щелевого фундамента, например под глинястым раствором специально в отрываемых для этого шурфах.

8.13. При бетонировании щелевых фундамента необходимо замерять объем бетона, укладываемого в каждую выработку. Объем уложенного бетона должен быть не меньше объема, определенного по проектным размерам фундамента. В зависимости от грунтовых условий расход бетона может до 10% превысить проектный объем. В таких случаях расход бетона корректируется на основании двухсторонних актов, составленных строительной организацией и заказчиком.

8.14. После извлечения бетонолитной трубы бетон в верхней части щелевых фундамента уплотняется при помощи погружных вибраторов, опускаемых на глубину не менее 1,5 м. Верхний слой бетона удаляется на высоту загрязнения его грунтом и глинястым раствором, но не менее чем на 30 см.

8.15. Приемка щелевых фундамента производится на основании:

- 1) проекта щелевых фундамента;
- 2) актов геодезической разбивки;
- 3) исполнительных планов расположения щелевых фундамента;
- 4) актов приемки материалов;
- 5) актов лабораторных испытаний контрольных бетонных кубиков;
- 6) журналов изготовления щелевых фундамента (прил.2);
- 7) сводной ведомости щелевых фундамента (прил.4).

8.16. Приемка щелевых фундамента оформляется актом, в котором указывается объем уложенного бетона, отмечаются все выявленные дефекты и производится общая оценка качества работ.

9. ЗЕМЛЕРОЙНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРАНШЕЙ

9.1. Для разработки траншей под щелевые фундамента используются, в основном, ковшовые механизмы – грейферы канатные и штанговые. При разработке траншей грейфером в отличие от других землеройных механизмов не происходит значительного загрязнения глинястого раствора шламом и поэтому отпадает необходимость в его непрерывной очистке.

9.2. Рекомендуется использовать следующие грейферы:

- 1) механические грейферы на канатной подвеске конструкции ГИИ Фундаментпроект Минмонтажспецстроя СССР (рис.5);
- 2) механические грейферы широкозахватные на канатной подвеске или напорной штанге конструкции НИИСП Госстроя УССР (рис.6);
- 3) механические грейферы на канатной подвеске конструкции НИИОСП Госстроя СССР (рис.7);
- 4) штанговые механические грейферы конструкции НИИСП Госстроя УССР (рис.8);
- 5) штанговые гидравлические грейферы конструкции СКБ Главмостостроя Минтрансостроя СССР и НИИОСП Госстроя СССР (рис.9);
- 6) штанговые гидравлические грейферы конструкции Всесоюзного объединения Гидроспецстрой Минэнерго СССР (рис.10);
- 7) штанговые гидравлические грейферные экскаваторы ЭО-4Г2Г Ковровского экскаваторного завода (рис.11);
- 8) штанговые гидравлические грейферные экскаваторы ЭО-5Г22 Воронежского экскаваторного завода (рис.12);
- 9) штанговые гидравлические грейферные экскаваторы SC-150 фирмы "Поклен" (Франция,рис.13);
- 10) штанговые гидравлические грейферные экскаваторы SCK-150 фирмы "Поклен" (Франция,рис.14);

Техническая характеристика перечисленных грейферов приводится в прил.5.

9.3. Грейферы на канатной подвеске навешиваются на стрелу экскаваторных кранов грузоподъемностью 10+20 т (Э-1254, Э-100Г, МКГ-10, МКГ-18 и др.) и предназначены для разработки грунтов I-III категорий (песка, супеси и суглинки). Утяжеленные варианты грейферов позволяют разрабатывать более тяжелые грунты.

Грейферы на канатной подвеске просты по устройству и в зависимости от грунтовых условий могут разрабатывать грунт до глубины 30-35 м. Смыкание челюстей этих грейферов, в основном, производится с помощью полиспаатов. Недостатками грейферов на канатной подвеске являются: возможность значительного отклонения от проектного положения и нередко малая производительность на глубине более 15-20 м.

9.4. Штанговые грейферы монтируются на базовых экскаваторах (Э-1252, ЭО-4Г2Г, ЭО-5Г22 и др.), оборудованных копровыми стойками. Штанговые грейферы предназначены для разработки грунтов I-IV

категорий (от песков до тяжелых суглинков и глин). Благодаря жесткой штанге исключается уход грейфера в сторону во время работы, что позволяет наиболее точно поддерживать вертикальность выработки, и достигается практически одинаковая производительность на всей глубине. Смыкание челюстей штанговых грейферов в большинстве случаев осуществляется гидроцилиндрами. Глубина копания штанговых экскаваторов составляет 20–25 м. Однако применение специальных телескопических штанг позволяет разрабатывать грунт до глубины 50 м.

10. ГЛИНЫ И ГЛИНИСТЫЕ РАСТВОРЫ

10.1. Состав и свойства глинистых растворов должны обеспечивать устойчивость грунтовых стенок траншей на период их разработки и бетонирования.

10.2. Глины, применяемые для приготовления глинистых растворов, делятся на два вида: бентонитовые, состоящие по минералогическому составу главным образом из монтмориллонита, и небентонитовые, основным минералом которых является каолинит и реже гидрослюда. В любом случае пригодность глины определяется следующими показателями:

Плотность, г/см ³	2,70 + 2,75
Гранулометрический состав, %:	
песчаных частиц размером I + 0,05 мм не более	10
глинистых частиц размером меньше 0,005 мм не менее	30
глинистых частиц размером меньше 0,001 мм не менее	10
Число пластичности не менее	0,2
Набухание не менее, %	15
Влажность на пределе раскатывания не менее, %	25

10.3. Глинистые растворы представляют собой дисперсные системы (суспензии), в которых дисперсной фазой являются глинистые частицы, а дисперсионной средой – вода.

10.4. Бентонитовые растворы по сравнению с растворами из обычных глин содержат большее количество мелких глинистых частиц, в частности размером меньше 0,001 мм, в результате чего бентонитовые растворы обладают большей стабильностью, т.е. устойчивостью против расслоения, вызываемого осаднением крупных глинистых частиц. При использовании обычных глин получение раствора необходимого качества достигается добавлением в него химических реагентов.

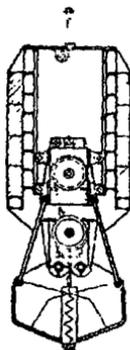


Рис.5. Грейфер конструкции
ИПМ Фундаментпроект

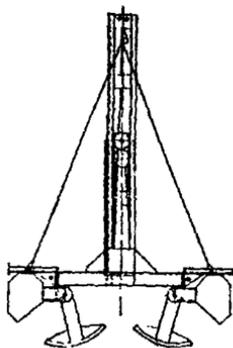


Рис.6. Широкозахватный
грейфер конструкции
НИИСП

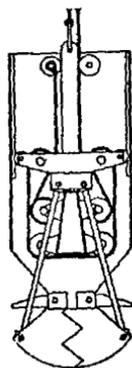


Рис.7. Грейфер конструкции
НИИОСП

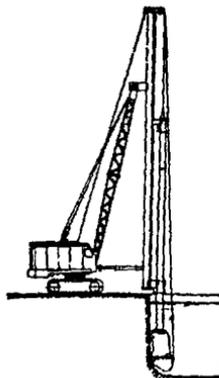


Рис.8. Штанговый грейфер
конструкции НИИОСП

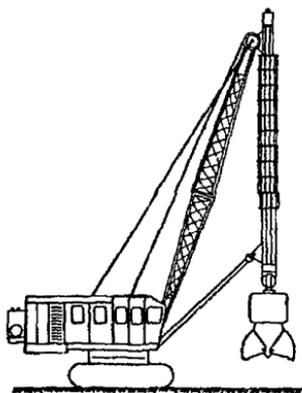


Рис.9. Штанговый грейфер конструкции СКБ Главмос-
тостроя и НИИОСП

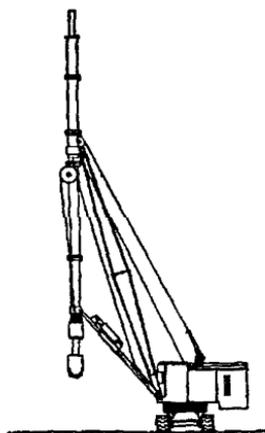


Рис.10. Штанговый грейфер
конструкции В/о Гидроспец-
строй

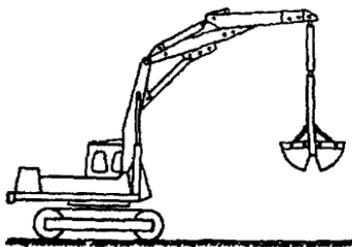


Рис.11. Штанговый грейфер-
ный экскаватор ЭО-4121

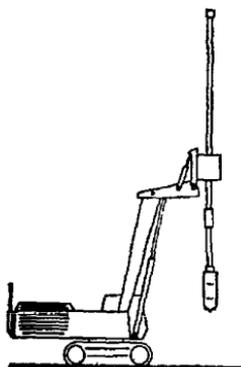


Рис.12. Штанговый грейферный
экскаватор ЭО-5122

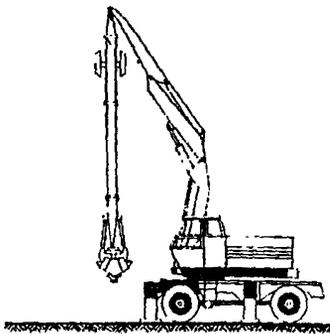


Рис.13.Штанговый грейферный экскаватор SC-150

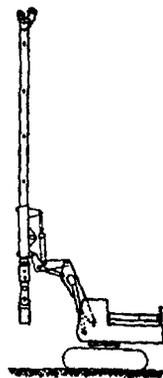


Рис.14.Штанговый грейферный экскаватор СКК-150

10.5. В результате инфильтрации глинистого раствора в поры грунта последний глинизируется на глубину 2+5 см (кольмаслой), а на стенках и дне траншеи образуется глинистая корка. Кольмаслой и глинистая корка, являющиеся эластичными и малопроницаемым для воды экраном, закрепляют поверхность грунтовой стенки траншеи и передают на нее давление глинистого раствора, которое удерживает грунтовую стенку от обрушения.

10.6. Давление глинистого раствора рассматривается как гидростатическое, распределенное по треугольной эшп্রে.

10.7. Необходимые свойства глинистых растворов обуславливаются следующими показателями качества: плотность, водоотдачей, толщиной глинистой корки, стабильностью, вязкостью, распыльвом, предельным статическим напряжением сдвига, содержанием песка и суточным отстоем.

10.8. Плотность глинистого раствора можно определять весовым способом, но для этой цели более удобным является применение специальных ареометров АГ-1, АГ-2 или АГ-ЭШП (рис.15), позволяющих проводить замеры с достаточной точностью. Плотность раство-

ров находится в пределах от 1,06 до 1,25 г/см³, что в большинстве случаев, обеспечивая устойчивость грунтовой стенки траншеи, позволяет получать удовлетворительными и другие показатели качества.

10.9. Водоотдача определяется в приборе ВМ-6 (рис.16). Она характеризует способность глинистого раствора отдавать воду влегким породам с одновременным отложением глинистой корки на их поверхности. Водоотдача глинистого раствора за 30 мин должна не превышать 20 см³, а толщина образующейся глинистой корки — 4 мм.

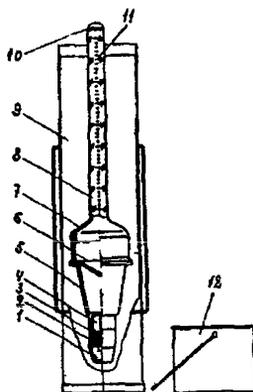


Рис.15. Ареометр АГ-3ШП: 1 - съемный груз; 2 - заглушка; 3 - компенсационный груз; 4 - балласт; 5 - мерный стакан; 6 - доннышко; 7 - поплавок; 8 - стержень; 9 - ведро-футляр; 10 - пробка; 11 - шкала основная; 12 - крышка ведра

10.10. Вязкость (условная), характеризующая подвижность глинистого раствора, выражается в секундах, в течение которых происходит истечение 500 см³ глинистого раствора из прибора ВП-5 (рис.17). Вязкость раствора должна находиться в пределах 17+25с. Превышение указанного верхнего предела является причиной снижения скорости разработки траншеи, образования на ее дне шлама и неполного замещения глинистого раствора бетоном.

10.11. Расплыв, как и вязкость, характеризует подвижность

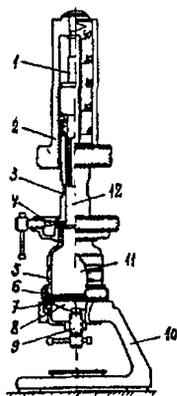


Рис.16. Прибор BM-6: 1 - плунжер; 2 - груз-шкала; 3 - напорный цилиндр; 4 - игла; 5 - фильтрационный стакан; 6 - фильтровальная бумага; 7 - резиновый диск; 8 - прижимной диск; 9 - винт прижимного диска; 10 - стойка; 11 - глинистый раствор; 12 - жидкое масло

глинистого раствора и определяется с помощью конуса АзНИИ или цилиндра НИИОСП в сантиметрах диаметра расплыва глинистого раствора на горизонтально расположенном сухом стекле или, что удобнее, на специальном плоском диске с нанесенными на нем concentрическими окружностями на расстоянии 1 см один от другого (рис. 18). Величина нормального расплыва для свежеприготовленного раствора должна находиться в пределах 17 ± 25 см.

10.12. Предельное статическое напряжение сдвига является показателем, характеризующим структурно-механические свойства глинистого раствора. После выдерживания глинистого раствора в спокойном состоянии в течение 1 мин предельное статическое напряжение сдвига считается нормальным при значениях не менее 1 Па, а после выдерживания в течение 10 мин - не менее 2 Па. Определение статического напряжения сдвига производится в приборе СНС-2 (рис.19).

10.13. Содержание песка, определяемое отстойником ОМ-2

(рис.20), показывает степень дисперсности глинистого раствора и его засоренность. Во избежание возникновения значительного осадка на дне траншеи содержание песка должно не превышать 4%.

10.14. Стабильность характеризует устойчивость глинистого раствора против расслаивания. Показатель стабильности представляет собой разность плотностей глинистого раствора в нижней и в верхней половинах цилиндра ЦС-1 или ЦС-2 (рис.21) после суточного отстоя. Эта величина должна не превышать $0,02 \text{ г/см}^3$.



Рис.17. Вязкозиметр ВН-5:
1 - воронка; 2 - мерная кружка

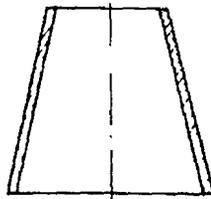


Рис.18. Конус АЭНИИ

10.15. Суточный отстой (водоотделение) есть показатель качества, выражающий процентное отношение количества воды, отстоявшейся в течение суток, к общему объему пробы глинистого раствора и характеризует, как и стабильность, устойчивость глинистого раствора против расслаивания. Отстой должен не превышать 5%, его определяют с помощью стандартного мерного цилиндра объемом 100 см^3 с ценой деления в 1 см^3 .

10.16. Стабильность глинистых растворов зависит от концентрации водородных ионов pH . Наиболее оптимальны по свойствам растворы с $\text{pH} = 9 + 9,5$. Повышение pH вызывает чрезмерное

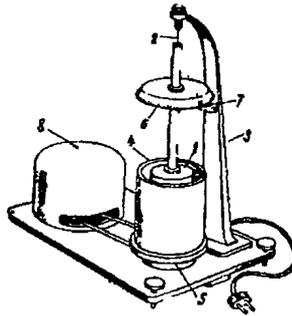


Рис.19. Прибор СНС-2: 1 - rifленный цилиндр; 2 - стальная струна с определенным сопротивлением закручиванию; 3 - стойка; 4 - металлический стакан; 5 - вращаемая база стакана; 6 - лимб на диске; 7 - указатель величины поворота диска; 8 - электродвигатель

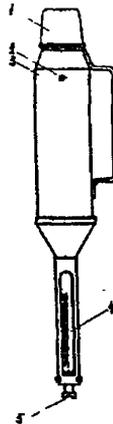


Рис.20. Стойник ОМ-2: 1 - крышка; 2 - отверстие диаметром 3 мм; 3 - цилиндрический сосуд; 4 - стеклянная бюретка; 5 - винт крепления бюретки

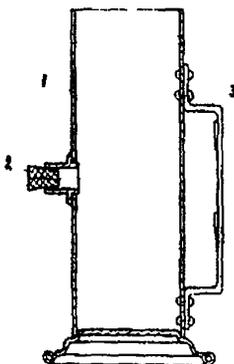


Рис.21. Цилиндр ЦС-2: 1 - цилиндр;
2 - пробка; 3 - ручка

увеличение вязкости глинистого раствора, который может быть разжижен путем добавления фосфатов, сульфитно-спиртовой барды (ССБ) или силикатного раствора. Величина pH определяется с помощью pH -метров или лакмусовых бумажек.

Ю.17. Для изменения свойств глинистого раствора в соответствии с требуемыми показателями качества его обрабатывают тем или иным химическим реагентом (см.прил.6).

Ю.18. В большинстве случаев эффективным и наиболее дешевым химическим реагентом, улучшающим стабильность глинистого раствора, является кальцинированная сода (Na_2CO_3), добавляемая в весовом количестве, соответствующем 0,2 + 0,5% от веса единицы объема раствора. Слишком большая добавка соды вызывает коагуляцию глинистого раствора, в результате чего возникает его расслоение с чрезмерным повышением вязкости в нижней зоне траншеи.

Ю.19. Для химической обработки глинистых растворов также могут применяться: углекислотный реагент (УЦР) с целью понижения водоотдачи; крахмал - повышения статического напряжения сдвига и уменьшения водоотдачи; сульфитно-спиртовая барда (ССБ) - повышения вязкости и статического напряжения сдвига и уменьшения их при одновременном добавлении каустической соды ($NaOH$) и др.

Ю.20. Обработка глинистых растворов жадким стеклом ($K_2O \cdot n \cdot SiO_2$

силикат калия или $\text{Na}_2\text{O} \cdot n \cdot \text{SiO}_2$ (силикат натрия) в количестве, соответствующем 2 + 6% от плотности раствора, обеспечивает значительное увеличение ρ_k , статического напряжения сдвига и вязкости, что снижает потери раствора при проведении работ в макропористых грунтах. Введение вышеуказанных силикатов в количестве до 2% вызывает разжижение глинистых растворов.

10.21. При разработке глинистых грунтов для предотвращения вывалов грунтовых стенок траншеи в результате их увлажнения водоотдача глинистого раствора должна быть минимальной и равно, как плотность, стабильность и вязкость считаются наиболее важным показателем качества раствора.

10.22. Химические реагенты могут вводиться в глинистый раствор в сухом состоянии, но более предпочтительным является их использование в виде водных растворов, которые надо готовить заблаговременно и содержать в плотнозакрытых металлических емкостях.

10.23. Для приготовления глинистых растворов допускается использовать воду, не вызывающую их коагуляции и удовлетворяющую техническим требованиям, применяемым для затворения бетона.

10.24. Расход бентонитового глинопорозка при приготовлении 1 м³ раствора составляет 50 + 120 кг, а обычной (комовой) глины – 250 + 450 кг.

Необходимое количество воздушно-сухой глины на 1 м³ глинистого раствора требуемой плотности определяется по формуле:

$$P = \frac{\gamma_r (\gamma_p - \gamma_g)}{\gamma_r - \gamma_g} \quad , \quad (13)$$

где P – масса глины, кг; γ_r ; γ_p и γ_g – соответственно плотности глины, глинистого раствора и воды, кг/м³.

Для уменьшения плотности глинистого раствора в него добавляется вода.

Добавка воды ΔV , м³, к первоначальному глинистому раствору плотностью γ_1 и объемом V_1 для получения раствора новой плотности γ_2 определяется по формуле:

$$\Delta V = \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_2 - \gamma_g} \cdot V_1 \quad (14)$$

10.25. В случае необходимости повышения плотности глинистого

раствора при устройстве траншей в неустойчивых грунтах или грунтах с напорными водами в качестве утяжелителей применяют: барит, магнетит, гематит, окись железа, колошниковую пыль и др. Количество утяжелителя P_y в кг на 1 м^3 глинистого раствора вычисляют по формуле:

$$P_y = \frac{\gamma_3 (\gamma_2 - \gamma_1)}{\gamma_3 - \gamma_2}, \quad (15)$$

где γ_3 — плотность утяжелителя, кг/м^3 .

Приведенные формулы предусматривают использование абсолютных стабильных растворов, что на практике встречается весьма редко, поэтому результаты расчетов должны корректироваться согласно опытным данным.

10.26. Растворы из бентонитовых глин имеют удовлетворительные показатели качества при плотности $1,03 + 1,08 \text{ г/см}^3$, а растворы из обычных глин — при плотности $1,13 + 1,25 \text{ г/см}^3$.

10.27. В процессе производства работ необходимо периодически контролировать показатели качества глинистого раствора как свежеприготовленного, так и отобранного с различных глубин траншеи. Последнее, в частности, следует производить непосредственно перед бетонированием.

10.28. Приготовление глинистого раствора рекомендуется производить в следующем порядке. В глиномешалку заливается вода в количестве, необходимом для приготовления раствора требуемой плотности; затем включается глиномешалка, добавляется химический реагент, через $10 + 12$ мин загружается необходимое количество глин. Глиномешалка выключается через $15 + 20$ мин при использовании глинопорошка и через $45 + 50$ мин — комовой глины. В последнем случае должна применяться двух- или трехвальная глиномешалка, и, наконец, раствор сливается в емкость.

10.29. Если температура воздуха на глинорастворном узле составляет $+5 + 17^\circ\text{C}$, то продолжительность работы глиномешалки после загрузки в нее химического реагента определяется опытным путем. Приготовление глинистого раствора при температуре ниже $+5^\circ\text{C}$ не рекомендуется.

10.30. Перед приготовлением глинистого раствора комовую глину необходимо измельчить до размера ее комьев не более 10 см или до размера, допускающего их прохождение через решетку на люке

глиномешалки, если эта решетка установлена.

Ю.31. При проведении работ в несвязном грунте потери глинистого раствора за первые 2-3 ч глинизации грунта в среднем составляет 10-15%, а в макропористом — могут достигнуть 30-40%, что должно быть учтено при расчете необходимого количества глинистого раствора. По прошествии указанного времени потери раствора за счет его инфильтрации в поры грунта практически прекращаются в результате образования кольматослоя и глинистой корки.

Ю.32. Для обеспечения устойчивости грунтовых стенок траншеи гидростатическое давление глинистого раствора должно превышать активное давление грунта и гидростатическое давление грунтовой воды по всей глубине траншеи.

Ю.33. Если уровень грунтовых вод высок, т.е. близок к отметке планировочной площадки, то для создания достаточно большого гидростатического давления глинистого раствора в верхней части грунтовых стенок траншеи вдоль ее оси необходимо выполнить из песка насыпь высотой 1-2 м с устройством в ней направляющих стенок (воротника).

Ю.34. С целью облегчения подачи бетона в траншею и уменьшения на ее дне слоя шлама перед бетонированием следует производить закачку воды в глинистый раствор непосредственно над дном траншеи с одновременным перемешиванием всего объема раствора путем его циркуляции или закачкой в него воздуха от компрессора.

Ю.35. В процессе разработки траншеи и укладки в нее бетона осуществляется соответственно долив или откачка глинистого раствора с поддержанием его уровня на отметке, при которой обеспечивается устойчивость грунтовых стенок траншеи и не происходит перелив глинистого раствора через край воротника.

Ю.36. Откачиваемый из траншеи глинистый раствор подвергается грубой очистке на виброситах или отстаиванием и периодической при необходимости тонкой очистке в гидроциклонах с двух- или трехкратной циклической перекачкой. После очистки глинистый раствор переливается в глиномешалку, где его показатели качества доводятся до требуемых значений.

Ю.37. Отходы очистки и глинистый раствор, ставший непригодным к употреблению, запрещается сбрасывать в канализацию и водоемы.

II. ГЛИНОРАСТВОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО

II.1. Глинорастворное хозяйство служит для приготовления глинистого раствора (а также тампонажного цементно-песчаного раствора), его хранения и подачи в разрабатываемую траншею, откачки раствора из траншеи и очистки от частиц грунта. Производительность агрегатов глинорастворного хозяйства определяется в зависимости от объема работ на данном объекте.

II.2. Схема глинорастворного хозяйства состоит из следующих последовательных технологических звеньев: складирование и система подачи исходных материалов в растворосмесители, приготовление раствора, хранение глинистого раствора в запасных емкостях, перекачка раствора в траншею и откачка из нее глинистого раствора в процессе бетонирования, а также перед ним в случае разбавления раствора водой, регенерация изменившего свои свойства глинистого раствора.

II.3. Перед завозом на склад комовую глину необходимо измельчать, что может быть осуществлено, например, с помощью дождевой фрезы Д-530, навешиваемой на трактор С-100 ГП (прил.7).

II.4. Исходные материалы, т.е. глина, сухие реагенты и цемент, должны быть надежно защищены на складе от замачивания.

II.5. При использовании для приготовления глинистого раствора комовой глины и глинопорошка могут быть применены двухвальные глиномешалки МГ2-4 (рис.22), Г2-П2-4, ГМЗ-0,75 и др., фрезерно-струйная мельница ФСМ-3 (рис.23) и растворосмеситель-диспергатор конструкции НИИСП Госстроя УССР (рис.24; прил.8)

II.6. Для приготовления глинистого раствора из глинопорошка рекомендуется использовать растворосмесители РМ-500, РМ-750 (рис.25) или трехвальные глиномешалки ГМЛ-2М (прил.8).

II.7. На глинорастворном узле должны находиться четыре емкости: для свежеприготовленного глинистого раствора (объемом, обеспечивающим суточную потребность), откаченного из траншеи загрязненного раствора, шлама, а также для раствора, вытесняемого из траншеи укладываемым бетоном.

II.8. Для перекачки глинистых и цементно-песчаных растворов могут применяться грязевые всасывающие насосы и растворонасосы типов: С-317; С-263; С-855; НГР-250/50; П-ГР; 9МГР; ШМ-150; ШН-200; С-856; НЦС-1; НЦС-4 и т.п. (прил.9).

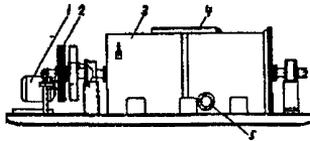


Рис.22. Двухвальная глиномешалка МГ-4:
 1 - электромотор; 2 - трансмиссия; 3 - корпус
 глиномешалки; 4 - загрузочный люк; 5 - отвер-
 стие для слива готового раствора

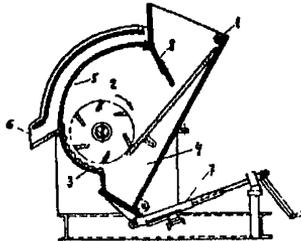


Рис.23. Фрезерно-струйная мельница ФСМ-3:
 1 - труба для подачи воды; 2 - лопастной ротор;
 3 - рифленая плита; 4 - ловушка; 5 - решетка;
 6 - сливной лоток; 7 - привод для открывания
 ловушки; 8 - ограничительный щиток

II.9. Транспортировка глинистого раствора производится по трубам, шлангам, а на небольшие расстояния -- и по лоткам.

II.10. Внутренний диаметр трубопроводов или шлангов для транспортировки глинистого раствора должен быть не менее 100 мм, так как действующая площадь сечения будет меньше номинальной из-за образования на их внутренней поверхности глинистого осадка, особенно в периоды прекращения перекачки раствора.

II.11. В случае необходимости применения для перекачки раствора трубопровода с внутренним диаметром больше 100 мм расчет площади внутреннего сечения следует производить согласно "Инструкция

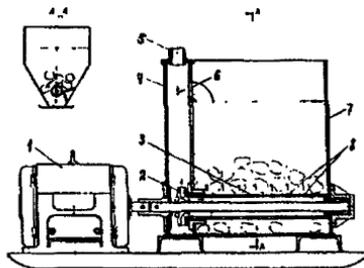


Рис.24. Растворосмеситель-диспергатор:

- 1 - электродвигатель; 2 - рабочее колесо насоса;
 3 - ротор растворосмесителя; 4 - напорная камера;
 5 - штуцер для шланга; 6 - циркуляционное окно;
 7 - бункер; 8 - перфорация ротора

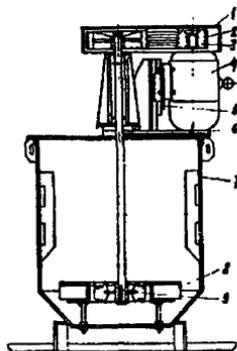


Рис.25. Турбинный смеситель РМ-750:

- 1 - кожух; 2 - клиновидный ремень; 3 - шкив
 электродвигателя; 4 - электродвигатель; 5 - плита;
 6 - крышка; 7 - корпус; 8 - направляющий аппарат;
 9 - турбинка

по транспортированию и нагнетанию строительных растворов по трубопроводам" (И4-62) или на основании "Указаний по приготовлению и применению строительных растворов" (СН-290-64).

II.12. Подача глинистого раствора в траншею в зимних условиях должна производиться через утепленный трубопровод или через шланг, убираемый в теплое помещение после окончания каждой перекачки.

II.13. Регенерация глинистого раствора производится на вибрационном сите или на ситоцентрической установке (прил.10).

II.14. Указанное оборудование может быть заменено другим при условии соблюдения требуемого качества и обеспечения необходимой производительности.

Пример определения несущей способности целевого фундамента по грунту

Требуется определить несущую способность по грунту целевого фундамента размером в плане 0,6 x 2,5 м и глубиной заложения 12 м, глубина заложения воротника составляет 0,8 м. Эксплуатационная нагрузка вертикальная.

Грунтовые условия: от поверхности грунта до глубины 4 м залегает суглинок тугопластичный ($J_z = 0,5$), под ним до глубины 6 м - песчаные грунты средней плотности мелкие, подстилаемые слоем полутвердой глины ($J_z = 0,2$).

Разработка грунта производится под защитой глинистого цементонитового раствора плотностью 1160 кг/м³. Шлам со дна траншеи не удаляется. Время от момента окончания разработки траншеи до начала бетонирования составляет 5 ч.

Решение. Площадь подошвы фундамента $F = 0,6 \cdot 2,5 = 1,5 \text{ м}^2$; периметр поперечного сечения $u = 2(0,6 + 2,5) = 6,2 \text{ м}$; эффективная глубина фундамента $H = 12 - 0,8 = 11,2 \text{ м}$.

По табл. I для глубины 12 м находим расчетное сопротивление грунта под подошвой фундамента $R = 1230 \text{ кПа}$, по табл.2 находим коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности фундамента для песка $m_f = 0,7$, для суглинка и глины $m_f = 0,5$. Коэффициент η , зависящий от формы фундамента, составит $1 + \eta \frac{2,5}{0,6} = 1,62$.

Находим среднюю глубину расположения слоев грунта от дневной поверхности и по табл.3 соответствующие значения расчетного сопротивления грунта по боковой поверхности фундамента.

Для суглинки с консистенцией $J_x = 0,5$ на глубине $h_1 = \frac{z}{2} = 1\text{ м}$
 $f_1 = 12 \text{ кПа}$, на глубине $h_2 = 2 + \frac{z}{2} = 3 \text{ м}$ $f_2 = 20 \text{ кПа}$.

Следующий слой грунта (песок мелкий средней плотности), учитывая примечание 2 к табл.3, разбиваем на три однородных слоя толщиной по 2м и находим соответствующие значения расчетного сопротивления грунта по боковой поверхности фундамента: на глубине

$h_3 = 4 + \frac{z}{2} = 5 \text{ м}$ $f_3 = 40 \text{ кПа}$, на глубине $h_4 = 4+2+\frac{z}{2} = 7\text{ м}$

$f_4 = 43 \text{ кПа}$, на глубине $h_5 = 4+2+2+\frac{z}{2} = 9 \text{ м}$ $f_5 = 45 \text{ кПа}$.

Для полутвердой глины консистенцией $J_x = 0,2$ на глубине

$h_6 = 4+6+\frac{z}{2} = 11 \text{ м}$ $f_6 = 66,4 \text{ кПа}$.

С учетом того, что в рассматриваемом случае $m = 1$ и $m_x = 0,4$, по формуле (5) определим расчетное сопротивление шнекового фундамента по грунту:

$$R_{гр} = 1 \left\{ 0,4 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 1,5 + 6,2 \left[1,62 \cdot 0,5 (12 \cdot 1,2 + 20 \cdot 2) + 1,62 \cdot 0,7 (40 \cdot 2 + 43 \cdot 2 + 45 \cdot 1,5) + 0,7 \cdot 45 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 66,4 \cdot 2 \right] \right\} = 738 + 273,2 + 1641,7 + 97,6 + 411,7 = 3162,2 \text{ кН} = 316,22 \text{ т},$$

тогда расчетная нагрузка, определяемая по формуле (3), составит

$$P = \frac{3162,2}{1,4} = 2258,7 \text{ кН} = 225,87 \text{ т}.$$

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

Строительная организация _____

Объект _____

Журнал статических испытаний целевых
фундаментов

Вид нагрузки _____

Номер фундамента _____

Дата	Время снятия показаний приборов, мин	Показания манометра, МПа	Нагрузка, кН	Перемещения фундамента по показаниям прогибомеров, мм		Примечание
				прогибомер № 1	прогибомер № 2	
1	2	3	4	5	6	7

Ответственный _____

Строительная организация _____

Объект _____

ЖУРНАЛ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ГЛИНИСТОГО РАСТВОРА

Тип глиномешалки _____

Наименование и характеристика глины _____

Состав раствора на 1 м ³ глина, кг _____	Состав раствора на 1 замес
вода, л _____	
реагенты, кг _____	

Дата, смена	Место отбора пробы	Показатели качества раствора								Исполнитель	Примечание
		плотность, г/см ³	вязкость, с	отстой, %	стабильность, г/см ³	содержание песка, %	водостойкость, см	толщина глинистой корки, мм	статическое напряжение сдвига, Па		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Приложение 5

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЛЕРОЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
ТРАНШЕЙ ПОД ЖЕЛЕЗНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ

Механический грайфер на канатной подвеске конструкции ИПИ
Фундаментпроект Минмонтажспец-
строя СССР *

Емкость ковша, м³..... 0,6;0,8
Ширина, м 0,6
Длина захвата, м..... 3,2
Глубина копания, м..... 20
Масса, т..... 5,1;10

Механический грайфер широкозахватный на канатной подвеске или напорной штанге конструкции НИИСП
Госстроя УССР

Емкость ковша, м³....0,6;1,0
Ширина, м.....0,6;1,0
Длина захвата, м.....5,0
Глубина копания, м... 20
Масса, т.....3,5;5,0

* Примечание. Разработка траншей грайфером, имеющим меньшую массу, производится, как правило, с предварительным разбуриванием направляющих (лидерных) скважин с шагом, равным длине захвата.

Механический грайфер на канатной подвеске конструкции НИИСП Госстроя СССР

Емкость ковша, м³..... 0,9
Ширина, м 0,6
Длина захвата, м..... 3,0
Глубина копания, м.... 30
Масса, т..... 6,0

Штанговый механический грайфер конструкции НИИСП
Госстроя УССР

Емкость ковша, м³..... 0,6
Ширина, м0,6;1,0
Длина захвата, м..... - -
Глубина копания, м..... 12
Масса навесного оборудования, т.....2,0;2,5

Штанговый гидравлический грайфер конструкции СКБ Главмостостроя Минтрансстроя СССР и НИИСП Госстроя СССР *

Емкость ковша, м³....0,5;0,8
Ширина, м0,4;0,6
Длина захвата, м.....2,0
Глубина копания, м...20; 30
Масса навесного оборудования, т.....3,5;5,0

Штанговый грайфер на канатной подвеске конструкции НИИСП Госстроя СССР

Емкость ковша, м³.0,5;0,8;0,9
Ширина, м.....0,4;0,6;0,8
Длина захвата, м...2,5
Глубина копания, м.25
Масса навесного оборудования, т....3,5

* Примечание. Выгрузка грунта из грейфера возможна только в отвал.

Штанговый гидравлический грейферный экскаватор ЭО-5122 (Воронежский экскаваторный завод)

Емкость ковша, м³...0,6;0,7;0,8;1,0
Ширина, м.....0,6;0,7;0,8;1,0
Длина захвата, м....2,5
Глубина копания, м..25
Масса экскаватора, т..48,6

* Примечание. При глубине копания 10,4 м выгрузка грунта из грейфера возможна только в отвал.

Штанговый гидравлический грейферный экскаватор SC-150 фирмы "Поклен"

Емкость ковша, м³...0,35;0,5;0,7
Ширина, м.....0,4;0,6;0,8
Длина захвата, м....1,94
Глубина копания, м...11;14;16
Масса экскаватора, т..27,3

Штанговый гидравлический грейферный экскаватор ЭО-4121 (Ковровский экскаваторный завод) *

Емкость ковша, м³...0,65
Ширина, м.....0,5
Длина захвата, м....2,0
Глубина копания, м..7,9;10,4
Масса экскаватора, т..20,9

Штанговый гидравлический грейферный экскаватор СК-150 фирмы "Поклен"

Емкость ковша, м³...0,4;0,5;
0,6;0,7
Ширина, м.....0,5;0,6;
0,7;0,8
Длина захвата, м...2,2
Глубина копания, м..18;24;30
Масса экскаватора, т..30

Неорганические реагенты, применяемые для обработки глинистых растворов

Наименование реагента	Характеристики реагента				
	общая характеристика реагента	плотность при 20°C, г/см ³	растворимость в 100г воды при 20°C, г	рекомендуемая добавка к весу твердой фазы, %	основное действие реагента на суспензию (глинистый раствор)
I	2	3	4	5	6
Каустическая сода, едкий натрий, каустик (NaOH)	Бесцветный непрозрачный кристаллический порошок	2,10	109	0,015-0,05	В воде полностью диссоциирует на ионы Na ⁺ и OH ⁻ , увеличивая pH суспензий. Небольшие добавки вызывают снижение вязкости и водоотдачи суспензии. Большие добавки вызывают резкую коагуляцию, увеличение вязкости, водоотдачи и статического напряжения сдвига. Самостоятельно применяется редко. Смеси NaOH и Na ₂ CO ₃ , NaOH и Na ₄ P ₂ O ₇ в количестве 0,4 - 1,0% по объему суспензии увеличивают вязкость с одновременным снижением водоотдачи.
Кальцинированная сода, углекислый натрий, карбонат натрия (Na ₂ CO ₃)	Порошок белого цвета	2,50	21,5	0,25-2,0	Применяется при приготовлении суспензий из глин всех видов, улучшает смачиваемость глинистых частиц, увеличивает дисперсацию. Уменьшает водоотдачу суспензий, увеличивает статическое напряжение сдвига и вязкость.

1	2	3	4	5	6
Жидкое стекло, силикат натрия или калия	Вязкая жидкость от светло-желтого до желто-коричневого цвета	Водный раствор 1,3-1,5	-	Определяется по модулю я плотности	Применяется с модулем 2,4-3,0, соответствующим плотности 1,6-1,76 г/см ³ . Повышает статическое напряжение сдвига, создает структуру суспензии, служит для получения специальных вязких растворов
Фосфаты					Применяются для снижения вязкости и статического напряжения сдвига суспензий, загустевших от повышенного содержания глинистой фракции
пирофосфат ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$)	Бесцветные кристаллы	2,50	6,2	0,4-0,5	В смеси с NaOH или Na_2CO_3 применяется для снижения отстоя, увеличения вязкости с одновременным снижением водоотдачи
тринатрий-фосфат (Na_3PO_4)	Бесцветные кристаллы	1,65	11,0	0,4-0,5	Является диспергирующим реагентом
гексаметафосфат, ГМФ ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$)	Белый порошок или стекловидная масса	2,48	5,0	0,05-0,1	Является наиболее эффективным диспергирующим реагентом
гидрофосфат (Na_2HPO_4)	Белый порошок или бесцветные кристаллы	1,52	7,7	1,5-2,0	Вводится для уменьшения влияния загрязнения суспензии разрабатываемым грунтом на ее водоотдачу и вязкость

Приложение 7

Техническая характеристика дорожной фрезы
Д-530, навешиваемой на трактор С-100 ПП

Ширина полосы обработки, мм	2500
Глубина, мм	200
Рабочая скорость, км/час	0,1-0,275
Производительность, пог.м/смену	1120
Размеры, мм:	
длина	7775
ширина	3040

Приложение 8

Техническая характеристика глиномешалок для приготовления глинистых растворов

Показатели	Марки глиномешалок						Растворосмеситель-диспергатор НИИСП Госстроя УССР
	МГ2-4	PM-500	PM-750	ГКЛ-2М	СПП-70	ССМ-3	
Емкость, м ³	4	0,5	0,75	2	-	-	0,6
Производительность, м ³ /ч:							
на комовой глине.....	4	-	-	-	-	10-12	-
на глино-порошке....	6	3-5	4-8	2-4	до 70	20-25	4-5
Мощность электродвигателя, кВт	14	4,5	7-10	14	56	28	10
Частота вращения, мин	95	500	570	100-182	-	500	1500
Габариты, мм:							
длина.....	3890	1500	2000	2450	1500	1950	1760
ширина....	3015	1400	1100	2150	1815	1530	400
высота....	1455	1300	1100	1500	2155	1410	600
Масса, кг....	3565	350	512	1985	1994	1400	305
Количество валов глиномешалки, шт	2	-	-	3	-	-	-

Приложение 9

Техническая характеристика насосов для откачки
глинистых растворов

Марка насосов	Производительность, м ³ /с	Давление, МПа	Мощность электродвигателя, кВт	Габариты, мм	Масса кг
НГР-250/50	18	5	38	1444x876x932	738
П-ГР	18;13,5	5;6,3	48	1870x990x1510	1150
9М-ГР	22;36;60	10;6;3,5	160	2630x1040x1630	1760
ПН-150	150	0,3	28	685x610x640	223
С-855	4	3	4	-	587
С-856	6	1,5	7	-	777
НЦС-1	18-130	0,2-0,083	7,5	-	270
НЦС-2	18-130	0,2-0,08	5,9	-	276
НЦС-3	8-60	0,22-0,04	4	-	150
НЦС-4	8-60	0,22-0,04	5,9	-	205

Приложение 10

Техническая характеристика гидроциклонных и ситогидроциклонных установок

Показатели	Тип и марка установки		
	гидроциклонная	ситогидроциклонная	
	ОХТ-8А	2СГУ	4СГУ
Производительность, л/с	2,5	30	60
Количество сит, шт	-	1	2
Количество гидроциклонов, шт	1	2	4
Диаметр гидроциклона, мм	200	250	250
Мощность электродвигателя, кВт....	2,5	30,8	61,6
Габариты, мм:			
длина	1435	2400	4250
ширина	850	1700	2400
высота	1450	2465	3400
Масса, т	0,28	2,25	4,42

Техническая характеристика вибросит

Показатели	Марка вибросит	
	СВ-1	СВС-2
Пропускная способность, л/с.....	20	50-55
Число отверстий на 1 см ² при диаметре проволоки: 0,35 мм	120	120
0,25 мм	275	275
Число колебаний сетки в 1 мин	1400	1600-2000
Мощность электродвигателя, кВт.....	2,8	2,8
Габариты, мм:		
длина	1875	3500
ширина	2190	3200
высота	890	1800
Масса, т	0,72	2,53

Содержание

	Стр.
Введение	3
I. Общие положения	4
2. Исходные данные для проектирования	4
3. Основные указания по проектированию	7
4. Основные указания по расчету	9
5. Расчет целевых фундаментов по несущей способности	10
6. Расчет целевых фундаментов по деформациям	15
7. Определение несущей способности целевых фундаментов по результатам статических испытаний	16
8. Организация, производство и приемка работ	18
9. Землеройное оборудование для разработки траншей	20
Ю. Глины и глинистые растворы	22
II. Глинорастворное хозяйство	34
Пример определения несущей способности целевого фундамента по грунту	37
Приложения	39

Научно-исследовательский институт оснований и подземных
сооружений имени Н.М.Герсеванова

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ ЦЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Отдел патентных исследований и научно-технической информации

Зав.отделом А.И.Юшин

Редактор Л.В.Пузанова

Л-108593. Подп. к печати 13/УШ 1982 г. Заказ № 861
Формат 60x90¹/16. Бумага офсетная. Набор машинописный
Уч.-изд.л 3,28 Тираж 700 экз. Цена 25 коп.

Производственные экспериментальные мастерские ВНИИИС Госстроя
СССР

121471, Москва, Можайское шоссе, 25