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

gost.e-ecolog.ru

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

УДК.624.I5I.6

Рекомендации по проектированию и строительству щелевых 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 щелевых 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 Фундаментпроект 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: I09389, 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, I982

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 глинистого раствора (глинистой 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-I7-77 "Свайные фундаменты" и главы СНиП II-I5-74 "Основания зданий и сооружений".

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

I.2. Действие рекомендаций не распространяется на проектирование и устройство щелевых фундаментов в сейсмических районах и районах с вечномерзлыми, просадочными, набухающими и засоленными грунтами.

I.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.

I.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.

I.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.

I.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.I. 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).

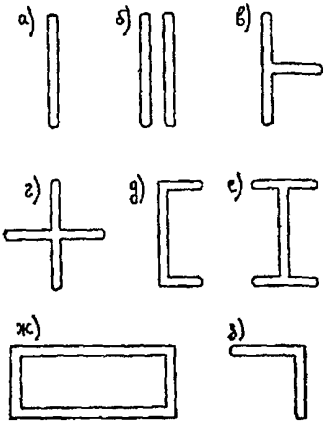

Рис.1.Поперечные сечения щелевых фундаментов: а – прямоугольное; б – прямоугольное сдвоенное; д –корытообразное; е – двутавровое; ж – коробчатое; з – уголковое

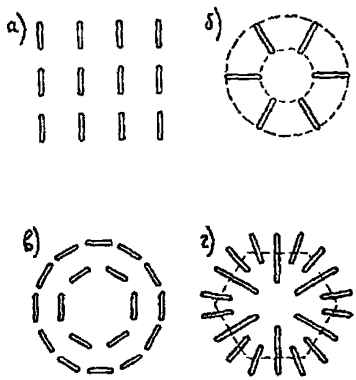

Рис.2.Примеры устройства фундаментных полей с размещением щелевых фундаментов: а – линейное; б,г – радиальное; в – концентрическое

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 щелевые фундаменты могут сооружаться в траншеях, отрываемых насухо без применения глинистого раствора. Это возможно в необводненных связных грунтах.

2.7. Толщина щелевых фундаментов соответствует ширине применяемых грейферов и обычно находится в пределах от 0,4 до I м. Длина щелевых 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. Щелевые фундаменты обычно выполняются глубиной от 5 до 20-25 м. В отдельных случаях заложение щелевых фундаментов может достигать большей глубины (30-50 м).

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

2.I0. При проектировании следует стремиться к использованию на одной площадке минимального числа (I-3) типоразмеров поперечного сечения щелевых фундаментов.

2.II. При проектировании щелевых 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.I2. Щелевые 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 щелевые фундаменты можно устраивать сборными из цельных железобетонных элементов заводского изготовления или с горизонтальным членением. При устройстве щелевых фундаментов из сборных элементов пространство, остающееся между ними и грунтом, заполняют твердеющим тампонажным раствором. Щелевые фундаменты можно также устраивать сборно-монолитными (сборными в верхней части и монолитными в нижней).

2.I3. 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. Щелевые 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. Щелевые фундаменты должны армироваться за исключением случаев, когда по всему поперечному сечению фундамента при неблагоприятных сочетаниях нагрузок возникают 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 щелевых 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 щелевых фундаментов из монолитного бетона должны иметь длину, равную глубине траншеи, 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 щелевого фундамента до 4 м и два (при радиусе растекания бетонной смеси не менее 1,5 м) при ширине щелевого 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 изготовляют 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 траншей.

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

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

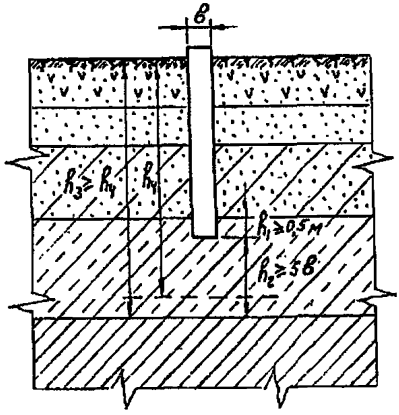

Рис. 3. Расположение щелевого фундамента относительно слоев грунта: в – толщина фундамента; h_1 – заглубление в несущий слой; h_2 – толщина слоя, на который опирается фундамент; h_3 – глубина заложения подошвы несущего слоя; h_4 – размер сжимаемой толщи

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 труб", "Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)", "Линии электропередачи напряжением выше I 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

$$K_u = \frac{M_{уд}}{M_{сд}}, \qquad (I)$$

где $M_{уд}$ и $M_{сд}$ – соответственно суммы моментов всех удерживающих и сдвигающих сил относительно предполагаемого центра вращения, должен быть не менее I,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:

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

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 $P_{мат}$ и по грунту $P_{гр}$, взятыми с соответствующими коэффициентами безопасности:

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

где $K_{мат}$ – коэффициент безопасности по материалу, принимаемый равным I;

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

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

$$P_{мат} = m\left(m_б R_{пр} F + R_{ар} F_{ар}\right) \quad , \qquad (4)$$

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

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

$R_{пр}$ - 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, м^2;

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

$F_{ар}$ - площадь поперечного сечения арматуры щелевого фундамента, м^2.

5.4. Расчетное сопротивление по грунту $P_{гр}$, кН, щелевых фундаментов, работающих на осевую сжимающую нагрузку и опирающихся на сжимаемое основание, следует определять по формуле:

$$P_{гр} = m\left(m_R RF + u\sum n m_f f_i h_i\right), \qquad (5)$$

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

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 удаляется;

m_R = I при бетонировании щелевого фундамента насухо;

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

F - площадь подошвы щелевого фундамента, м^2;

u - периметр поперечного сечения щелевого фундамента, м;

n - коэффициент, зависящий от формы щелевого фундамента, равный $I + \ell g \frac{\ell}{\delta}$, учитываемый на высоте фундамента от низа воротника до глубины $H-\ell$, где H, δ 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 щелевого фундамента под глинистым раствором; при бетонировании щелевого фундамента насухо $m_f = 0,7$ для всех грунтов, кроме глин, для которых $m_f = 0,6$;

f_i – расчетное сопротивление i-го слоя грунта по боковой поверхности щелевого фундамента, кПа, принимаемое по табл.3, но не более 40 кПа;

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

Примечания: I. При залегании под подошвой щелевых фундаментов скальных, крупнообломочных с песчаным заполнителем и глинистых грунтов твердой консистенции, представляющих практически несжимаемое основание, расчетное сопротивление щелевых фундаментов по грунту определяется согласно требованиям п.5.6;

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

3. Статические испытания щелевых фундаментов допускается не проводить в следующих случаях:

для зданий и сооружений Ш и IУ классов при основаниях, сложенных горизонтальными, выдержанными по толщине слоями грунта (уклон не более 0,I), сжимаемость которых ниже подошвы щелевого фундамента в пределах, равных его пятикратной толщины, не увеличивается;

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

если имеются результаты статических испытаний щелевых фундаментов, проведенных в подобных грунтовых условиях.

5.5. При действии на щелевые фундаменты горизонтальной нагрузки, если отношение высоты щелевого фундамента к его поперечному размеру по направлению действия нагрузки более I0, расчет фундаментов должен производиться как гибкого стержня в линейно-деформируемой среде; если это отношение меньше I0, то расчет может основываться на схеме жесткого стержня.

5.6. Расчетное сопротивление по грунту $P_{гр}$, кН, щелевых фундаментов, работающих на осевую сжимающую нагрузку и опирающих-

Таблица I. Расчетное сопротивление грунта под подошвой щелевого фундамента R, кПа

Глубина заложения фундамента, м	Песчаные грунты средней плотности						
	гравелистые	крупные	–	средней крупности	мелкие	пылеватые	–
	Глинистые грунты при показателе консистенции J_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 щелевого фундамента m_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 ($\gamma \leqslant 1,1$)	0,7	0,6	0,4	0,2
	Небентонитовый ($\gamma = 1,13 \div 1,25$)	0,8	0,7	0,5	0,3
Суглинки, глины	Любой ($\gamma \leqslant 1,25$)	0,6	0,5	0,4	0,2

Примечание. В таблице приведена плотность свежеприготовленного глинистого раствора.

Таблица 3. Расчетное сопротивление по боковой поверхности щелевого фундамента f, кПа

Средняя глубина расположения слоя грунта, м	Песчаные грунты средней плотности								
	крупные и средней крупности	мелкие	пылеватые	–	–	–	–	–	–
	Глинистые грунты при показателе консистенции J_L, равном								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	I,0
I	35	23	I5	I2	8	4	4	3	2
2	42	30	2I	I7	I2	7	5	4	4
3	48	35	25	20	I4	8	7	6	5
4	53	38	27	22	I6	9	8	7	5
5	56	40	29	24	I7	I0	8	7	6
6	58	42	3I	25	I8	I0	8	7	6
8	62	44	33	26	I9	I0	8	7	6
I0	65	46	34	27	I9	I0	8	7	6
I5	72	5I	38	28	20	II	8	7	6
20	79	56	4I	30	20	I2	8	7	6
25	86	6I	44	32	20	I2	8	7	6
30	93	66	47	34	2I	I2	9	8	7

Примечания: I. 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 I0 м - от условной отметки, расположенной соответственно на 3 м выше уровня срезки или на 3 м ниже уровня подсыпки;

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

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

4. Величину расчетного сопротивления плотных песчаных грунтов по боковой поверхности щелевого 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:

$$P_{гр} = m m_R R F \quad , \qquad (6)$$

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

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

$$R = \frac{R^н_{сж}}{K_{гр}} \quad , \qquad (7)$$

где $R^н_{сж}$ – нормативное временное сопротивление грунта под подошвой щелевого фундамента одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии, кПа;

$K_{гр}$ – коэффициент безопасности по грунту, принимаемый равным I,4.

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

6. РАСЧЕТ ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПО ДЕФОРМАЦИЯМ

6.I. Щелевые фундаменты и их основания, рассчитываемые по деформациям, должны удовлетворять условию:

$$S \leq S_{пр} \quad , \qquad (8)$$

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 щелевого фундамента и Q_R – расчетная сила сопротивления

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

В I случае площадь основания F определяется по формуле

$$F = a \times \ell \quad , \qquad (9)$$

где a и ℓ – соответственно толщина и длина щелевого фундамента.

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

$$F = \left(a + 2h\,tg\frac{\varphi_{cp}}{4}\right)\left(\ell + 2h\,tg\frac{\varphi_{cp}}{4}\right) \quad , \qquad (10)$$

где φ_{cp} – средневзвешенное расчетное значение угла внутреннего трения грунта, определяемое по формуле

$$\varphi_{cp} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2 + \ldots + \varphi_n h_n}{h_1 + h_2 + \ldots + h_n} \quad , \qquad (11)$$

φ_1, φ_2, ... φ_n – расчетные значения углов внутреннего трения перерезаемых щелевым фундаментом отдельных слоев грунта,

h – глубина заложения щелевого фундамента, равная

$$h = h_1 + h_2 + \ldots + h_n \quad ,$$

где h_1, h_2, ... h_n – толщины отдельных слоев грунта.

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

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

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

7.2. Испытуемые щелевые фундаменты 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.п.

Устройство и испытания щелевых фундаментов следует включать в проект.

7.3. Проведению испытаний щелевых фундаментов должны предшествовать: I) 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 щелевых фундаментов следует проводить после достижения бетоном проектной прочности.

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

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

$$P = m \frac{P_{пр}}{K_{гр}} , \qquad (I2)$$

где m – коэффициент условий работы щелевого фундамента, принимаемый равным I при испытаниях на сжимающую или горизонтальную нагрузку и 0,8 при испытаниях на выдергивающую нагрузку; $P_{пр}$ – предельная несущая способность щелевого фундамента, кН , полученная при испытаниях, принимаемая согласно пп.7.7 и 7.8. ;

$K_{гр}$ – коэффициент безопасности по грунту, принимаемый равным I.

7.7. За величину предельной несущей способности щелевого фундамента $P_{пр}$ принимается наименьшее из значений предельных несущих способностей, полученных при испытаниях щелевых фундаментов.

7.8. Значение предельной несущей способности щелевого фундамента находится по графику зависимости его перемещений от нагрузки. Если нагрузка при статическом испытании щелевого 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 щелевого фундамента превысили 40 мм, то за предельную несущую способность принимается нагрузка, вызывающая перемещение фундамента на 40 мм.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ, ПРОИЗВОДСТВО И ПРИЕМКА РАБОТ

8.I. Строительству щелевых фундаментов должны предшествовать следующие подготовительные работы: I) 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).

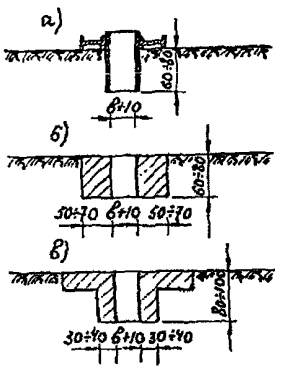

Рис.4.Конструкции воротников: а – металлический; б – бетонный; в – железобетонный (в – ширина грейфера; на рисунке размеры даны в см)

Ширина верхней части траншеи, закрепленной воротником, должна быть на I0–I5 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 беспрерывно. 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.I2. 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 глинистым раствором специально в отрываемых для этого шурфах.

8.I3. При бетонировании щелевых фундаментов 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 I0% превысить проектный объем. В таких случаях расход бетона корректируется на основании двухсторонних актов, составленных строительной организацией и заказчиком.

8.I4. После извлечения бетонолитной трубы бетон в верхней части щелевых фундаментов уплотняется при помощи погружных вибраторов, опускаемых на глубину не менее I,5 м. Верхний слой бетона удаляется на высоту загрязнения его грунтом и глинистым раствором, но не менее чем на 30 см.

8.I5. Приемка щелевых фундаментов производится на основании. I) проекта щелевых фундаментов; 2) актов геодезической разбивки; 3) исполнительных планов расположения щелевых фундаментов; 4) актов приемки материалов; 5) актов лабораторных испытаний контрольных бетонных кубиков; 6) журналов изготовления щелевых фундаментов (прил.2); 7) сводной ведомости щелевых фундаментов (прил.4).

8.I6. Приемка щелевых фундаментов 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.I. Для разработки траншей под щелевые фундаменты используются, в основном, ковшовые механизмы – грейферы канатные и штанговые. При разработке траншей грейфером в отличие от других землеройных механизмов не происходит значительного загрязнения глинистого раствора шламом и поэтому отпадает необходимость в его непрерывной очистке.

9.2. Рекомендуется использовать следующие грейферы:

I) механические грейферы на канатной подвеске конструкции ГПИ 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 Минтрансстроя СССР и НИИОСП Госстроя СССР (рис.9);

6) штанговые гидравлические грейферы конструкции Всесоюзного объединения Гидроспецстрой Минэнерго СССР (рис.IO);

7) штанговые гидравлические грейферные экскаваторы 30-4I2I Ковровского экскаваторного завода (рис.II);

8) штанговые гидравлические грейферные экскаваторы 30-5I22 Воронежского экскаваторного завода (рис.I2);

9) штанговые гидравлические грейферные экскаваторы SC-I50 фирмы "Поклен" (Франция,рис.I3);

IO) штанговые гидравлические грейферные экскаваторы SCK-I50 фирмы "Поклен" (Франция,рис.I4);

Техническая характеристика перечисленных грейферов приводится в прил.5.

9.3. Грейферы на канатной подвеске навешиваются на стрелу экскаваторных кранов грузоподъемностью IO+20 т (Э-I254,Э-IOOII, МКГ-IO,МКГ-I8 и др.) и предназначены для разработки грунтов I-Ш категорий (песка, супеси и суглинка). 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 полиспастов. Недостатками грейферов на канатной подвеске являются: возможность значительного отклонения от проектного положения и нередко малая производительность на глубине более I5-20 м.

9.4. Штанговые грейферы монтируются на базовых экскаваторах (Э-I252, 30-4I2I, 30-5I22 и др.), оборудованных копровыми стойками. Штанговые грейферы предназначены для разработки грунтов I-IУ

категорий (от песков до тяжелых суглинков и глин). Благодаря жесткой штанге исключается уход грейфера в сторону во время работы, что позволяет наиболее точно выдерживать 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 гидрослюды. В любом случае пригодность глины определяется следующими показателями:

Плотность, г/см^3 ..... 2,70 ÷ 2,75

Гранулометрический состав, %:

песчаных частиц размером 1 ÷ 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 осаждением крупных глинистых частиц. При использовании обычных глин получение раствора необходимого качества достигается добавлением в него химических реагентов.

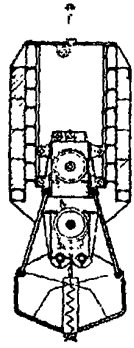

Рис.5. Грейфер конструкции ГПИ Фундаментпроект

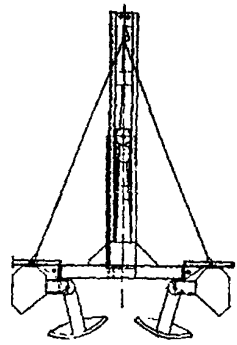

Рис.6. Широкозахватный грейфер конструкции НИИСП

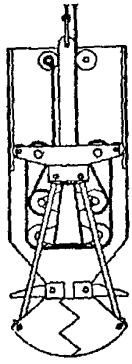

Рис.7.Грейфер конструкции НИИОСП

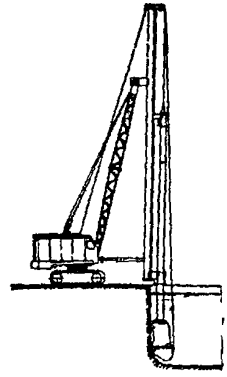

Рис.8. Штанговый грейфер конструкции НИИСП

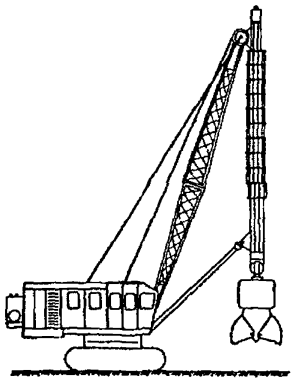

Рис.9. Штанговый грейфер конструкции СКБ Главмостостроя и НИИОСП

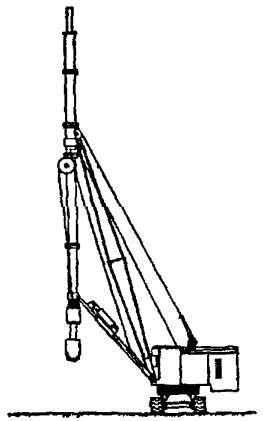

Рис.10. Штанговый грейфер конструкции В/о Гидроспецстрой

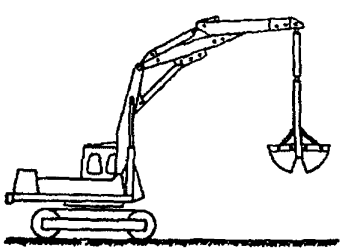

Рис.11.Штанговый грейферный экскаватор ЭО-4121

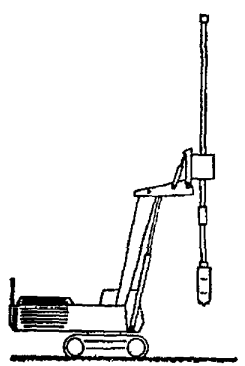

Рис.12.Штанговый грейферный экскаватор ЭО-5122

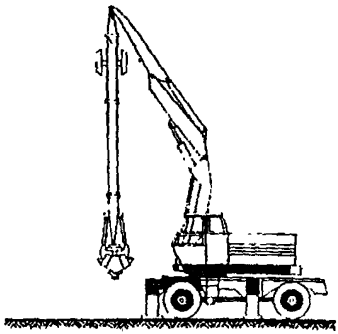

Рис.I3.Штанговый грейферный экскаватор SC-I50

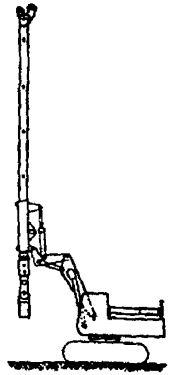

Рис.I4.Штанговый грейферный экскаватор SCK -I50

I0.5. В результате инфильтрации глинистого раствора в поры грунта последний глинизируется на глубину 2÷5 см (кольматаж), а на стенках и дне траншеи образуется глинистая корка. Кольматаж и глинистая корка, являющиеся эластичным и малопроницаемым для воды экраном, закрепляют поверхность грунтовой стенки траншеи и передают на нее давление глинистого раствора, которое удерживает грунтовую стенку от обрушения.

I0.6. Давление глинистого раствора рассматривается как гидростатическое, распределенное по треугольной эпюре.

I0.7. Необходимые свойства глинистых растворов обусловливаются следующими показателями качества: плотностью, водоотдачей, толщиной глинистой корки, стабильностью, вязкостью, расплывом, предельным статическим напряжением сдвига, содержанием песка и суточным отстоем.

I0.8. Плотность глинистого раствора можно определять весовым способом, но для этой цели более удобным является применение специальных ареометров АГ-I, АГ-2 или АГ-ЗПП (рис.I5), позволяющих проводить замеры с достаточной точностью. Плотность раство-

ров находится в пределах от I,06 до I,25 г/см^3, что в большинстве случаев, обеспечивая устойчивость грунтовой стенки траншеи, позволяет получать удовлетворительными и другие показатели качества.

I0.9. Водоотдача определяется в приборе ВМ-6 (рис.I6). Она характеризует способность глинистого раствора отдавать воду влагоемким породам с одновременным отложением глинистой корки на их поверхности. Водоотдача глинистого раствора за 30 мин должна не превышать 20 см^3, а толщина образующейся глинистой корки — 4 мм.

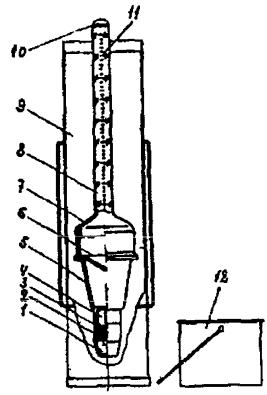

Рис.I5. Ареометр АГ-3Ш: I - съемный груз;
2 - заглушка; 3 - компенсационный груз;
4 - балласт; 5 - мерный стакан; 6 - донышко;
7 - поплавок; 8 - стержень; 9 - ведро-футляр;
I0 - пробка; II - шкала основная; I2 - крышка ведра

I0.I0. Вязкость (условная), характеризующая подвижность глинистого раствора, выражается в секундах, в течение которых происходит истечение 500 см^3 глинистого раствора из прибора ВП-5 (рис.I7). Вязкость раствора должна находиться в пределах I7÷25с. Превышение указанного верхнего предела является причиной снижения скорости разработки траншеи, образования на ее дне шлама и неполного замещения глинистого раствора бетоном.

I0.II. Расплыв, как и вязкость, характеризует подвижность

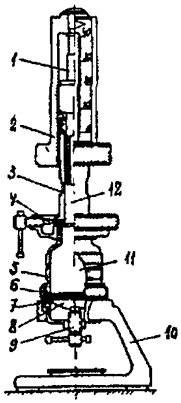

Рис.16. Прибор ВМ-6: 1 – плунжер; 2 – груз-шкала; 3 – напорный цилиндр; 4 – игла; 5 – фильтрационный стакан; 6 –фильтровальная бумага; 7 – резиновый диск; 8 – прижимной диск; 9 – винт прижимного диска; 10 – стойка; 11 – глинистый раствор; 12 – жидкое масло

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 концентрическими 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 г/см^3.



Рис.17.Вискозиметр ВП-5: 1 - воронка; 2 - мерная кружка

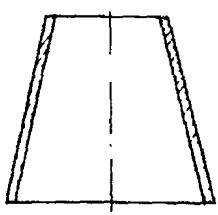

Рис.18.Конус АзНИИ

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 pH = 9 ÷ 9,5. Повышение pH вызывает чрезмерное

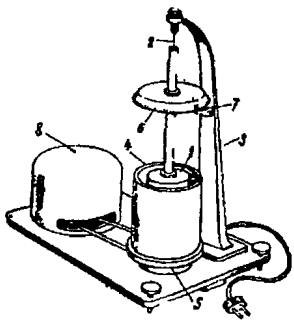

Рис.I9. Прибор СНС-2: I – рифленый цилиндр; 2 – стальная струна с определенным сопротивлением закручиванию; 3 – стойка; 4 – металлический стакан; 5 – вращаемая база стакана; 6 – лимб на диске; 7 – указатель величины поворота диска; 8 – электродвигатель

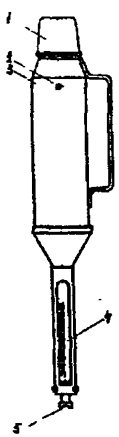

Рис.20. Отстойник ОМ-2: I – крышка; 2 – отверстие диаметром 3 мм; 3 – цилиндрический сосуд; 4 – стеклянная бюретка; 5 – винт крепления бюретки

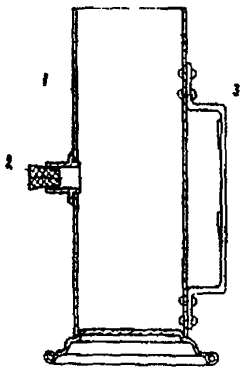

Рис.21. Цилиндр ЦС-2: 1 – цилиндр;
2 – пробка; 3 – ручка

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.

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

10.18. 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.

10.19. Для химической обработки глинистых растворов также могут применяться: углещелочной реагент (УЩР) 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.

10.20. Обработка глинистых растворов жидким стеклом ($K_2O \cdot n \cdot SiO_2$

силикат калия или $Na_2O \cdot n \cdot SiO_2$ силикат натрия) в количестве, соответствующем 2 + 6% от плотности раствора, обеспечивает значительное увеличение pH, 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 грунтоных стенок траншеи в результате их увлажнения водоотдача глинистого раствора должна быть минимальной и равно, как плотность, стабильность и вязкость считаться 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 приготавливать 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 глинопорошка при приготовлении I м^3 раствора составляет 50 + 120 кг, а обычной (комовой) глины – 250 + 450 кг.

Необходимое количество воздушно-сухой глины на I м^3 глинистого раствора требуемой плотности определяется по формуле:

$$P = \frac{\gamma_г (\gamma_р - \gamma_в)}{\gamma_г - \gamma_в}, \qquad (13)$$

где P – масса глины, кг; $\gamma_г$; $\gamma_р$ и $\gamma_в$ – соответственно плотности глины, глинистого раствора и воды, кг/м^3.

Для уменьшения плотности глинистого раствора в него добавляют воду.

Добавка воды ΔV, м^3, к первоначальному глинистому раствору плотностью γ_1 и объемом V_1 для получения раствора новой плотности γ_2 определяется по формуле:

$$\Delta V = \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_2 - \gamma_в} V_1 \qquad (14)$$

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 $P_у$ в кг на I м^3 глинистого раствора вычисляют по формуле:

$$P_у = \frac{\gamma_у (\gamma_2 - \gamma_1)}{\gamma_у - \gamma_2}, \qquad (15)$$

где $\gamma_у$ – плотность утяжелителя, кг/м^3.

Приведенные формулы предусматривают использование абсолютно 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 I,03 ÷ I,08 г/см^3, а растворы из обычных глин – при плотности I,I3 ÷ I,25 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 I0 ÷ I2 мин загружается необходимое количество глины. Глиномешалка выключается через I5 ÷ 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÷I7°С, то продолжительность работы глиномешалки после загрузки в нее химического реагента определяется опытным путем. Приготовление глинистого раствора при температуре ниже + 5°С не рекомендуется.

10.30. Перед приготовлением глинистого раствора комовую глину необходимо измельчить до размера ее комьев не более I0 см или до размера, допускающего их прохождение через решетку на люке

глиномешалки, если эта решетка установлена.

10.31. При проведении работ в несвязном грунте потери глинистого раствора за первые 2÷3 ч глинизации грунта в среднем составляют 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 кольматажного слоя и глинистой корки.

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

10.33. 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).

10.34. 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.

10.35. 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.

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

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

II. ГЛИНОРАСТВОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО

II.I. 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 измельчить, что может быть осуществлено, например, с помощью дорожной 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 ГКЛ-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; II-ГР; 9МГР; ШМ-150; ШН-200; С-856; НЦС-1; НЦС-4 и т.п. (прил.9).

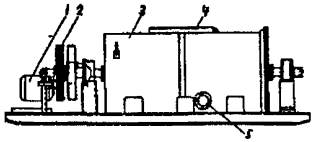

Рис.22. Двухвальная глиномешалка МГ-4:
I - электромотор; 2 - трансмиссия; 3 - корпус глиномешалки; 4 - загрузочный люк; 5 - отверстие для слива готового раствора

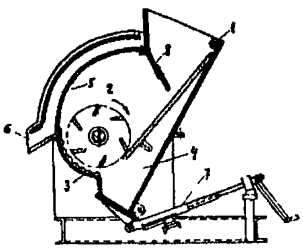

Рис.23. Фрезерно-струйная мельница ФСМ-3:
I - труба для подачи воды; 2 - лопастной ротор; 3 - рифленая плита; 4 - ловушка; 5 - решетка; 6 - сливной лоток; 7 - привод для открывания ловушки; 8 - ограничительный щиток

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

II.IO. Внутренний диаметр трубопроводов или шлангов для транспортировки глинистого раствора должен быть не менее IOO 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.II. В случае необходимости применения для перекачки раствора трубопровода с внутренним диаметром больше IOO мм расчет площади внутреннего сечения следует производить согласно "Инструкции

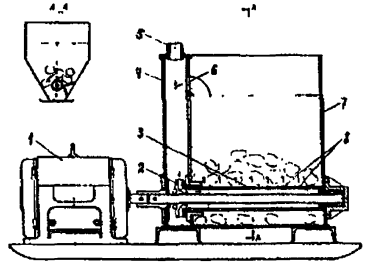

Рис.24. Растворосмеситель-диспергатор:
I - электродвигатель; 2 - рабочее колесо насоса;
3 - ротор растворосмесителя; 4 - напорная камера;
5 - штуцер для шланга; 6 - циркуляционное окно;
7 - бункер; 8 - перфорация ротора

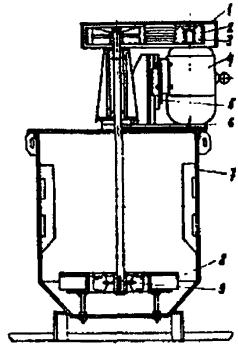

Рис.25. Турбинный смеситель РМ-750:
I - кожух; 2 - клиновидный ремень; 3 - шкив электродвигателя; 4 - электродвигатель; 5 - плита;
6 - крышка; 7 - корпус; 8 - направляющий аппарат;
9 - турбинка

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

II.I2. 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.I3. Регенерация глинистого раствора производится на вибрационном сите или на ситогидроциклонной установке (прил.I0).

II.I4. Указанное оборудование может быть заменено другим при условии соблюдения требуемого качества и обеспечения необходимой производительности.

Пример определения несущей способности щелевого фундамента по грунту

Требуется определить несущую способность по грунту щелевого фундамента размером в плане 0,6 х 2,5 м и глубиной заложения I2 м, глубина заложения воротника составляет 0,8 м. Эксплуатационная нагрузка вертикальная.

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

Разработка грунта производится под защитой глинистого небентонитового раствора плотностью II60 кг/м^3. Шлам со дна траншеи не удаляется. Время от момента окончания разработки траншеи до начала бетонирования составляет 5 ч.

Решение. Площадь подошвы фундамента $F = 0,6 \cdot 2,5 = I,5$ м^2; периметр поперечного сечения $U = 2(0,6 + 2,5) = 6,2$м; эффективная глубина фундамента $H = I2 - 0,8 = II,2$ м.

По табл. I для глубины I2 м находим расчетное сопротивление грунта под подошвой фундамента $R = I230$ 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 n , зависящий от формы фундамента, составит $I + lg \frac{2,5}{0,6} = I,62$.

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

Для суглинка с консистенцией $J_L = 0,5$ на глубине $h_1 = \frac{2}{2} = 1$м $f_1 = 12$ кПа, на глубине $h_2 = 2 + \frac{2}{2} = 3$ м $f_2 = 20$ 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 $h_3 = 4 + \frac{2}{2} = 5$ м $f_3 = 40$ кПа, на глубине $h_4 = 4+2+\frac{2}{2} = 7$м $f_4 = 43$ кПа, на глубине $h_5 = 4+2+2+\frac{2}{2} = 9$ м $f_5 = 45$ кПа.

Для полутвердой глины консистенцией $J_L = 0,2$ на глубине $h_6 = 4+6+\frac{2}{2} = 11$ м $f_6 = 66,4$ кПа.

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

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

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 щелевых фундаментов

Вид нагрузки _____

Номер фундамента _____

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

Ответственный _____

Приложение 2

Строительная организация _____

Объект _____

ЖУРНАЛ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Землеройное оборудование _____

Исходное сырье и объемный вес глинистого раствора _____

Способ укладки бетонной смеси _____

№ фундамента по плану	Дата, время	Абсолютная отметка поверхности грунта	Разработка траншеи		Длина арматурного каркаса, м	Продолжительность циркуляции раствора, мин	Марка бетона и осадка конуса	Бетонирование		Абсолютная отметка верха фундамента	Исполнители	Примечание
			абсолютная отметка забоя	вид грунта на уровне забоя				объем уложенного бетона, $м^3$	минимальное заглубление бетонолитной трубы в бетон, м			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3

Приложение 3

Строительная организация _____

Объект _____

ЖУРНАЛ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ГЛИНИСТОГО РАСТВОРА

Тип глиномешалки _____

Наименование и характеристика глин _____

Состав раствора на I $м^3$	Состав раствора на I замес
глина, кг _____	_____
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, %	водоотдача, $см^3$	толщина глинистой корки, мм	статическое напряжение сдвига, Па		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2

Приложение 4

Строительная организация _____

Объект _____

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Землеройное оборудование _____

Исходное сырье для глинистых растворов _____

Способ укладки бетонной смеси _____

№ п/п	№ фундамента по плану	Дата окончания разработки траншеи	Дата бетонирования	Отметка низа		Толщина по верху, см		Ширина по верху, см		Объем уложенного бетона, м³		Примечание
				по проекту	фактическая	по проекту	фактическая	по проекту	фактическая	по проекту	фактический	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3

Приложение 5

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЛЕРОЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРАНШЕЙ ПОД ЩЕЛЕВЫЕ ФУНДАМЕНТЫ

Механический грейфер на канатной подвеске конструкции ГПИ Фундаментпроект Минмонтажспецстроя СССР *

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

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

Емкость ковша, $м^3$	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 грейфером, имеющим меньшую массу, производится, как правило, с предварительным разбуриванием направляющих (лидерных) скважин с шагом, равным длине захвата.

Механический грейфер на канатной подвеске конструкции НИИОСП Госстроя СССР

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

Штанговый механический грейфер конструкции НИИСП Госстроя УССР

Емкость ковша, $м^3$	0,6
Ширина, м	0,6;1,0
Длина захвата, м	- -
Глубина копания, м	12
Масса навесного оборудования, т	2,0;2,5

Штанговый гидравлический грейфер конструкции СКБ Главмостостроя Минтрансстроя СССР и НИИОСП Госстроя СССР *

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

Штанговый грейфер на канатной подвеске конструкции НИИОСП Госстроя СССР

Емкость ковша, $м^3$	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 Э0-5I22 (Воронежский экскаваторный завод)

Емкость ковша, $м^3$...0,6;0,7;0,8;I,0
Ширина, м.....0,6;0,7;0,8;I,0
Длина захвата, м....2,5
Глубина копания, м..25
Масса экскаватора, т..48,6

Штанговый гидравлический грейферный экскаватор Э0-4I2I (Ковровский экскаваторный завод) *

Емкость ковша, $м^3$...0,65
Ширина, м.....0,5
Длина захвата, м....2,0
Глубина копания, м..7,9;I0,4
Масса экскаватора, т..20,9

* Примечание. При глубине копания I0,4 м выгрузка грунта из грейфера возможна только в отвал.

Штанговый гидравлический грейферный экскаватор SC-I50 фирмы "Поклен"

Емкость ковша, $м^3$....0,35;0,5;0,7
Ширина, м.....0,4;0,6;0,8
Длина захвата, м.....I,94
Глубина копания, м...II;I4;I6
Масса экскаватора, т..27,3

Штанговый гидравлический грейферный экскаватор SCK-I50 фирмы "Поклен"

Емкость ковша, $м^3$..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..I8;24;30
Масса экскаватора, т..30

Приложение 6

Неорганические реагенты, применяемые для обработки глинистых растворов

Наименование реагента	Характеристики реагента				
	общая характеристика реагента	плотность при 20°С, г/см³	растворимость в 100г воды при 20°С, 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_2CO_3, NaOH и $Na_4P_2O_3$ в количестве 0,4 – 1,0% по объему суспензии увеличивают вязкость с одновременным снижением водоотдачи.
Кальцинированная сода, углекислый натрий, карбонат натрия (Na_2CO_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 диспергацию. Уменьшает водоотдачу суспензий, увеличивает статическое напряжение сдвига и вязкость.

Продолжение прил. 6

I	2	3	4	5	6
Жидкое стекло, силикат натрия или калия	Вязкая жидкость от светло-желтого до желто-коричневого цвета	Водный раствор I,3-I,5	-	Определяется по модулю и плотности	Применяется с модулем 2,4-3,0, соответствующим плотности I,6-I,76 г/см³. 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 ($Na_4P_2O_7$)	Бесцветные кристаллы	2,50	6,2	0,4-0,5	В смеси с NaOH или NaCl применяется для снижения отстоя, увеличения вязкости с одновременным снижением водоотдачи
тринатрий-фосфат (Na_3PO_4)	Бесцветные кристаллы	I,65	II,0	0,4-0,5	Является диспергирующим реагентом
гексаметафосфат, ГМФ ($Na_6P_6O_{18}$)	Белый порошок или стекловидная масса	2,48	5,0	0,05-0,I	Является наиболее эффективным диспергирующим реагентом
гидрофосфат (Na_2HPO_4)	Белый порошок или бесцветные кристаллы	I,52	7,7	I,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 III

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	РМ-500	РМ-750	ГКЛ-2М	СПП-70	ФСМ-3	
Вместимость, $м^3$	4	0,5	0,75	2	-	-	0,6
Производительность, $м^3/ч$:							
на комовой глине	4	-	-	-	-	I0-I2	-
на глинопорошке	6	3-5	4-8	2-4	до 70	20-25	4-5
Мощность электродвигателя, кВт	I4	4,5	7-I0	I4	56	28	I0
Частота вращения, мин$^{-1}$	95	500	570	I00-I82	-	500	I500
Габариты, мм:							
длина	3890	I500	2000	2450	I500	I950	I760
ширина	30I5	I400	II00	2I50	I8I5	I530	400
высота	I455	I300	II00	I500	2I55	I4I0	600
Масса, кг	3565	350	5I2	I985	I994	I400	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	I8	5	38	I444x876x932	738
II-ГР	I8;I3,5	5;6,3	48	I870x990xI5I0	II50
9М-ГР	22;36;60	I0;6;3,5	I60	2630xI040xI630	I760
ПН-I50	I50	0,3	28	685x6I0x640	223
С-855	4	3	4	-	587
С-856	6	I,5	7	-	777
НЦС-I	I8-I30	0,2-0,083	7,5	-	270
НЦС-2	I8-I30	0,2-0,08	5,9	-	276
НЦС-3	8-60	0,22-0,04	4	-	I50
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	
	ОХГ-8А	2СГУ	4СГУ
Производительность, л/с	2,5	30	60
Количество сит, шт	-	I	2
Количество гидроциклонов, шт	I	2	4
Диаметр гидроциклона, мм	200	250	250
Мощность электродвигателя, кВт	2,5	30,8	6I,6
Габариты, мм:			
длина	I435	2400	4250
ширина	850	I700	2400
высота	I450	2465	3400
Масса, т	0,28	2,25	4,42

Техническая характеристика вибросит

Показатели	Марка вибросит	
	СВ-I	СВС-2
Пропускная способность, л/с	20	50-55
Число отверстий на I $см^2$ при диаметре проволоки: 0,35 мм	I20	I20
0,25 мм	275	275
Число колебаний сетки в I мин	I400	I600-2000
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	2,8
Габариты, мм:		
длина	I875	3500
ширина	2I90	3200
высота	890	I800
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 щелевых фундаментов по несущей способности	I0
6. Расчет щелевых фундаментов по деформациям	I5
7. Определение несущей способности щелевых фундаментов по результатам статических испытаний	I6
8. Организация, производство и приемка работ	I8
9. Землеройное оборудование для разработки траншей	20
I0. Глины и глинистые растворы	22
II. Глинорастворное хозяйство	34
Пример определения несущей способности щелевого фундамента по грунту	37
Приложения	39

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

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Отдел патентных исследований и научно-технической информации

Зав.отделом А.И.Юшин

Редактор Л.В.Пузанова

Л-108593. Подп. к печати 13/VIII 1982 г. Заказ № 861
Формат 60x90 1/16. 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

gost.e-ecolog.ru