Типовые конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений

Серия 3.407.1-159

Унифицированные конструкции малозаглубленных фундаментов для стальных опор ВЛ 35-500 кв

Выпуск 0

Материалы для проектирования

2586/1

gost.e-ecolog.ru

Типовые конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений

Серия 3.407.1-159

Унифицированные конструкции малозаглубленных фундаментов для стальных опор ВЛ 35÷500 кВ

Выпуск 0

Материалы для проектирования

2586/1

Разработаны
Северо-Западным отделением
института Энергосетьпроект
Минэнерго СССР

Главный инженер Е.И.Баранов
Главный инженер проекта А.С.Соколов

Утверждены
и введены в действие
Минэнерго СССР
Протокол №22 от 18.08.88г.

© ЦИТП Госстроя СССР, 1988г.

Обозначение	Наименование	Стр
3.407.1-159.0-ОПЗ	Пояснительная записка	2-10
3.407.1-159.0-ОНФ	Номенклатура фундаментов	11, 12
3.407.1-159.0-ОД.1	Схема установки фундаментов под одностоечные опоры	13
3.407.1-159.0-ОД.2	Схема установки фундаментов под портальные опоры	14
3.407.1-159.0-ОД.3	Таблица несущей способности малозаглубленных фундаментов	15, 16
3.407.1-159.0-ОД.4	Таблица несущей способности грибовидных подножников	17, 18

Гл.инж.проекта	Горелов		6.06.88
ГИП	Соколов		6.06.88
Гл.спец.	Петров		6.06.88
Рук.гр.	Капаевская		6.06.88
Н.контр.	Мухарова		6.06.88
Проверил	Сотникова		6.06.88
Инженер	Ломакина		6.06.88

3.407.1-159.0-0000

Содержание

Стадия | Лист | Листов

«Энергосетьпроект» Северо-Западное отделение Ленинград

Формат А4

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

1. Общие сведения

Работа выполняется взамен серии 3.407-115 „Унифицированные фундаментные конструкции ВЛ 35-500 кв," выпуски 1, 2, 3

В работе даны фундаменты, предназначенные для закрепления стоек опор с оттяжками, устанавливаемых на ВЛ 35-500 кв. Фундаменты выполнены двух модификаций:

— малозаглубленные фундаменты, представляющие собой сборную железобетонную конструкцию в виде прямоугольной в плане плиты с выступом - стойкой квадратного сечения. Глубина заложения этих фундаментов - 0,5 м;

— грибовидные подножники, представляющие собой конструкцию с традиционными пирамидальной плитой и стойкой. Глубина заложения грибовидных подножников от 1,5 до 2,5 м.

Гл.инж.проекта	Горелов		6.06.88
ГИП	Соколов		6.06.88
Гл.спец.	Петров		6.06.88
Рук.гр.	Капаевская		6.06.88
Н.контр.	Мухарова		6.06.88
Проверил	Сотникова		6.06.88
Инженер	Ломакина		6.06.88

3.407.1-159.0-ОПЗ

Пояснительная записка

Стадия | Лист | Листов
Р | 1 | 9

«Энергосетьпроект» Северо-Западное отделение Ленинград

Копировал Владчикова Е.Б.

Формат А4

25861

2. Номенклатура конструкций

2.1 Малозаглубленные фундаменты

Номенклатуру малозаглубленных фундаментов см. документ ООНФ, лист 1

Фундаменты имеют размеры в плане 1,3×1; 1,3×1,5; 1,3×2,2 (общая марка МФ 1,3) и размеры 2×2; 2×2,7 (общая марка МФ 2) Конструкции марки МФ 1,3 имеют плоскую плиту высотой 0,2м и выступ-стойку высотой 0,5м; конструкции марки МФ 2 имеют плиту с центральным ребром высотой 0,4м и стойку высотой 0,5 м В зависимости от наклона стоек устанавливаемых опор с оттяжками разработаны 3 типа фундаментов с различным наклоном штыря закладной детали оголовка: 0, 1:10, 1:5 При этом, в фундаментах с вертикальным штырем центр закладной детали совпадает с центром подошвы плиты, в фундаментах с наклонным штырем центр закладной детали смещен относительно центра подошвы плиты. Примеры маркировки малозаглубленных фундаментов: МФ 1,3×1-0; МФ 1,3×1,5 - 1/10, МФ 1,3×2,2 - 1/5.

Буква М - обозначает „малозаглубленный";
Ф - обозначает „фундамент";
первая цифра 1,3 - обозначает ширину плиты в м;
вторая цифра 1, 1,5, 2,2 - обозначает длину плиты в м;
0 - обозначает вертикальный штырь;
1/10 - обозначает наклон штыря к вертикали 1:10;
1/5 - обозначает наклон штыря к вертикали 1:5,

2.2. Грибовидные подножники.

Номенклатуру грибовидных фундаментов см. документ ООНФ, лист 2.

Фундаменты имеют размеры в плане 1,2×1,2; 1,5×1,5; 1,8×1,8, 2×2, 2,4×2,4 м и высоту 2,7 или 2,2 и 1,7 (фундаменты с укороченной стойкой)

Геометрические размеры подножников приняты как для фундаментов предыдущей унификации. В зависимости от области применения фундаменты имеют вертикальную или наклонную стойку.

В первом случае в оголовке установлена закладная деталь с вертикальным штырем. Эти фундаменты предназначены

под вертикальные стойки опор с оттяжками (марка фундаментов ФК 1-0, ФЗ-0 и т.д.) во втором случае штырь закладной детали в оголовке имеет наклон 1:10 или 1:5. Эти подножники предназначены под наклонные стойки опор с оттяжками, имеющими соответствующий наклон (марка фундаментов Ф1-1/10, Ф2-1/5 или т.д.)

Примеры маркировки грибовидных подножников.

ФК 1-0; ФЗ-0; Ф1-1/10; Ф2-1/5.

Буква Ф - обозначает „фундамент",

К - обозначает „укороченный,"

первая цифра 1, 2, 3 и т.д. обозначает типоразмер.

0 - обозначает вертикальный штырь

1/10 или 1/5 обозначает наклон штыря (оси стойки) к вертикали соответственно 1:10 или 1:5

3. Установка фундаментов

3.1 Фундаменты устанавливаются на тщательно спланированное основание, при этом в глинистых грунтах под подошвой фундаментов устраивается песчаная или щебеночная подготовка толщиной 50 ÷ 100 мм.

3.2 Под фундаментами может быть устроена подготовка, увеличивающая площадь опирания фундамента. При этом размеры подготовки поверху должны превышать размеры основания фундамента на величину 2t в каждом направлении, где t - толщина подготовки.

Под фундаментами для наклонных стоек в случае слабых грунтов может быть устроена щебеночная подготовка с горизонтальной верхней плоскостью и основанием, выполненным под наклоном (см. указания по подбору фундаментов, исходя из несущей способности основания рис.1 и рис.2).

3.3 При установке малозаглубленных фундаментов под наклонные стойки портальных опор обратить особое внимание на смещение центра плиты относительно разбивочных осей опоры, по которым размещены центры оголовков фундаментов. Для фундаментов с уклоном штыря 1:10 это смещение составляет 70 мм; для фундаментов с уклоном штыря 1:5 - 140 мм. Образцы схем установки фундаментов см. документ ООД2.

4. Указания по подбору фундаментов

4.1 Исходные данные. Общие расчетные положения.

При подборе фундаментов под стойки опор с оттяжками производится оценка допускаемых сжимающих нагрузок исходя из деформаций и устойчивости основания, а также исходя из прочности конструкций. Все расчеты выполнены в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01-83 и СНиП 2.03.01-84 и сведены в таблицы.

Для малозаглубленных фундаментов, кроме того, производится расчет воздействия сил морозного пучения на систему „опора + фундамент."

При расчете оснований по аналогии с работой 3.407.1-144.0 „Унифицированные конструкции фундаментов для стальных опор ВЛ 35-500 кв" рассматриваются 15 групп условных грунтов, к которым приведены 56 грунтов по Приложению 1 СНиП 2.02.01-83 (см. таблицу 1).

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

Таблица приведения грунтов по СНиП 2.02.01-83 к 15 группам условных грунтов

Таблица 1

№ группы условного грунта	Вид грунта	Нормативные характеристики грунтов			Номера грунтов по СНиП 2.02.01-83, включенные в состав условного грунта
		γ т/м³	φ град	C тс/м² (кПа)	
1	Песчаные	1,9	40	0,1 (1)	1, (2) 4,7
2		1,9	36	0,4 (4)	3, 5, (8) 11
3		1,8	35	0,1 (1)	(6) 12
4		1,8	30	0,4 (4)	9, (13)
5		1,8	26	0,2 (2)	10, (14)
6	Глинистые	1,8	26	0,9 (9)	17, 18, 19, 20, (21)
7		1,9	26	4,7 (47)	(24) 41, 42
8		1,85	23	3,4 (34)	15, 25, 26, 30, (31)
9		1,75	21	2,3 (23)	16, 27, 28, 32, (33) 45, 49
10		1,75	19	1,8 (18)	29, (34) 46, 50, 52
11		1,75	17	1,5 (15)	22, (35) 51
12		1,8	16	2,0 (20)	36, (37) 53, 54
13		1,75	14	1,4 (14)	23, 38, (39) 55
14		1,65	12	1,2 (12)	(40) 56
15		1,8	18	4,7 (47)	43, (44) 47, 48

Грунт, обведенный кружком, является определяющим в данной группе.

4? ПОДБОР ФУНДАМЕНТОВ, ИСХОДЯ ИЗ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОСНОВАНИЯ И ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ.

Несущая способность фундаментов, исходя из устойчивости основания определяется по формуле (16) СНиП 2.02.01-83 и в соответствии с указаниями пп. 2.57 - 2.62 этого СНиП.

Несущая способность фундаментов, исходя из деформаций основания определяется по формуле (7) СНиП 2.02.01-83 и в соответствии с указаниями п 2.41 этого СНиП. Для упрощения подбора фундаментов в проекте даны таблицы допускаемых нагрузок на фундаменты, составленные для грибовидных подножников (документ 0004) и малозаглубленных фундаментов (документ 0003) в которых даны допускаемые нагрузки:

$[N_{пр}]$ кН - исходя из прочности конструкции.

$[N_{ус}]$ кН - исходя из устойчивости основания /для малозаглубленных ф-ов/.

$[N^{II}_{зад}]$ кН - исходя из деформаций основания, вычисленная для тех же грунтов.

Знак „-" в графах допускаемых нагрузок, исходя из несущей способности основания, означает, что отмеченная в соответствующей графе несущая способность основания не лимитирует применяемость рассматриваемого фундамента, т.к. превышает допускаемую нагрузку, исходя из прочности конструкций. В случаях, когда несущая способность основания, даже самого большого из фундаментов, не обеспечивает восприятие действующих нагрузок, под его подошвой следует предусмотреть щебеночную под-

готовку соответствующей толщины, увеличивающей площадь основания фундамента до требуемых размеров. Так для фундамента МФ 2×2,7 при подготовке площадью 2,4×3,1 м, толщиной 0,2 м площадь основания, вводимого в расчет, может быть увеличена до 2,2×2,9 м; при подготовке площадью 2,6×3,3 м толщиной 0,3 м – площадь основания, вводимого в расчет, составит 2,4×3,1 м (См. рис. 1)

В малозаглубленных фундаментах под стойки опор, имеющих угол наклона стойки 1:5 (например МФ 1,3×1,5-1/5), устанавливаемых в слабых грунтах (см. документ ООДЗ, 13 и 14 группы грунтов), устойчивость основания не обеспечена. В этом случае необходимо устройство щебеночной подготовки с горизонтальной верхней поверхностью и основанием, выполненным под наклоном, обеспечивающим уменьшение угла наклона δ° между направлением нагрузки и нормалью к основанию подготовки (См. рис 2).

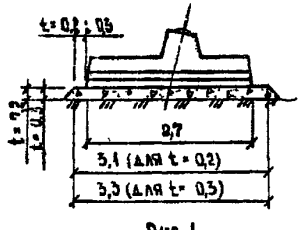


Рис. 1

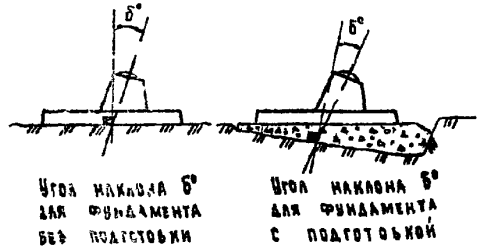


Рис 2

Так, например, если под фундаментом МФ 2×2-1/5 выполнить подготовку с наклоном по подошве ~1:10, то можно его несущую способность рассматривать как для фундамента МФ 2×2-1/10, если выполнить подготовку с наклоном по подошве 1:5, то можно его несущую способность рассматривать как для фундамента МФ 2×2-0

При этом, увеличение площади основания за счет подсыпки следует производить и, соответственно, учитывать только для самого большого из фундаментов. Так, если в рассмотренном выше примере с подсыпкой, уменьшающей угол наклона нагрузки, несущая способность фундамента МФ 2×2 не обеспечена, следует перейти на фундамент МФ 2×2,7 с такой же подсыпкой. Если и в этом случае несущая способность фундамента недостаточна, то следует увеличить площадь и, соответственно, толщину щебеночной подготовки до требуемых размеров.

3. Расчет малозаглубленных фундаментов на воздействие сил морозного пучения.

Расчет малозаглубленных фундаментов на воздействие сил морозного пучения может не производиться для случаев их установки в слабопучинистых грунтах, а также применения для закрепления опор с гибкой (вантовой) траверсой.

Расчет производится по формуле

$$h_n \le [h_n], \text{ где} \qquad (1)$$

$[h_n]$ (см) – допускаемая величина морозного пучения, определяемая исходя из прочности оттяжек при совместном действии сил морозного пучения на фундаменты и основных нагрузок на опору (ветра, тяжения, постоянных нагрузок и т.д.)

h_n (см) – величина морозного пучения грунта в природных условиях

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №
Копировала Зла_имирова Е.Б. Формат А3
25861

$h_n = m\,H$, где

H (см) – глубина промерзания, считая от подошвы фундамента,

m (см/м) – модуль пучения грунта,

для слабопучинистых грунтов $0 < m \le 3{,}5$ см/м,

для среднепучинистых грунтов $3{,}5 < m \le 7{,}0$ см/м,

для сильнопучинистых грунтов $7 < m \le 12{,}0$ см/м,

для чрезмерно пучинистых грунтов $m > 12{,}0$ см/м

Расчетная величина степени пучинистости h_n определяется по данным натурных наблюдений или теоретически по данным изысканий, исходя из характеристик о консистенции грунта, его влажности и средней температуры за зимний период

$$[h_n] = \frac{H}{2E_т}\left(\frac{\sigma^2}{E_т} + \frac{\sigma T}{H} + \frac{\Sigma Q}{a^2}\right), \text{ где} \qquad (2)$$

a (см) – размер стороны подошвы фундамента; для фундаментов с прямоугольной подошвой $a = \sqrt{F}$, где F – площадь подошвы фундамента

$$\Sigma Q = Q + Q_ф, \text{ где}$$

Q (кгс) – расчетная нагрузка на фундамент от собственного веса опоры, проводов и тросов

Для анкерно-угловых опор учитывается, кроме того, длительная нагрузка от среднеэксплуатационного тяжения

$Q_ф$ (кгс) – вес фундамента и грунта на его обрезах,

$E_т$ (кгс/см²) – модуль деформации талого грунта,

Величина T (см) определяется по формуле

$$T = 2\cdot G a^2 E_т + 4\beta\left(\frac{a^2 + H^2}{\sqrt{\frac{a^2}{2} + 2H^2}} - H - 0{,}113\,a\right) + \frac{\Sigma Q H}{E a^2} + H, \text{ где} \qquad (3)$$

β – характеристика талого грунта, зависящая от коэффициента Пуассона талого грунта. Для супесей $\beta = 0{,}72$, для суглинков $\beta = 0{,}57$, для глин $\beta = 0{,}43$, для песков $\beta = 0{,}75$,

G (см/кгс) – жесткость опоры, т.е. единичное перемещение фундамента в системе опоры по направлению пучения

σ (кгс/см²) – допускаемое, исходя из прочности оттяжек, напряжение под подошвой фундамента от пучения грунта

$$\sigma = \frac{K n N_{от}}{a^2}, \text{ где} \qquad (4)$$

$N_{от}$ (кгс) – расчетное усилие в оттяжке от эксплуатационных воздействий (без учета нагрузок от пучения)

K – коэффициент пропорциональности, учитывающий зависимость вертикальной составляющей нагрузки на фундамент от усилий в оттяжках, возникающих при пучении,

n – коэффициент, отражающий зависимость между допускаемым в оттяжке усилием от пучения грунта $[N_{от}\,n]$ и расчетным усилием в оттяжке $N_{от}$, то есть

$$n = \frac{[N_{от}\,n]}{N_{от}} \qquad (5)$$

Коэффициент „n" вычисляется минимальным из двух величин n_o и n_c,

$$n_o = 0{,}5\,\frac{[N_{от}]}{N_{от}} \quad \text{и} \quad n_c = 0{,}5\,\frac{[N_{ст}] - Q}{N_{ст} - Q}, \text{ где} \qquad (6,7)$$

$N_{от}$, $N_{ст}$ – расчетные усилия от основных нагрузок соответственно в оттяжке и стойке,

$[N_{от}]$, $[N_{ст}]$ – предельно допускаемые усилия в оттяжках и стойке – (определяются по расчетным листам опоры),

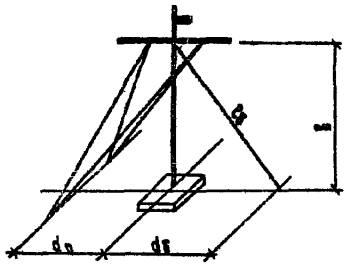
Допускается для приближенных расчетов принимать $n = 0{,}6$,

Величины G и K определяются по приведенным ниже формулам в зависимости от схемы опоры

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

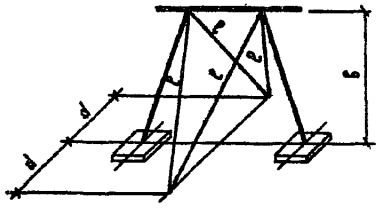
Н-пировала Владимирова Е.Б. Формат А3

Для одностоечных опор



$$C = \frac{\ell_б}{\left(1 + \frac{d_б}{d_п}\right) E_{от} F_{от}}; \quad (6) \qquad K = \frac{B\left(1 + \frac{d_б}{d_п}\right)}{\ell_б}, \quad (8)$$

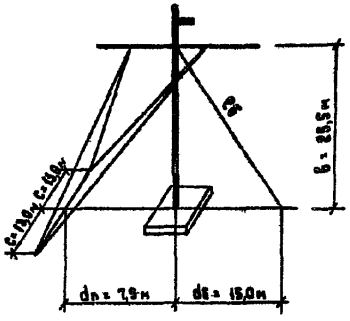
Для портальных опор



$$C = \frac{\ell}{2 E_{от} F_{от}}, \quad (7) \qquad K = \frac{2B}{\ell}, \quad (9)$$

В (6), (7), (8), (9) принято E_o (кгс/см²) - модуль упругости оттяжек, F_o (см²) - площадь поперечного сечения оттяжки

Пример №1



Дано одностоечная опора

B = 2550 см.
ℓ = 1300 см
dп = 750 см
dб = 1500 см
$F_{от}$ = 2,827 см²
$E_{от}$ = 1,5 10^6 кгс/см²
[$N_{от}$] = 33,6 тс
$N_{от}$ = 19,6 тс
$N^{н}_{от}$ = 16,5 тс
$N_{от}$ = 9,02 тс
[$N_{от}$] = 20,8 тс
Q = 6,85 тс

Приведенный грунт №8:

$E_т$ = 140 кгс/см²,

H = 100 см, m = 7 см/м, $h_п$ = m H,

$b_п$ = 7 см/м $b_м$ = 7 см,

I Подбор фундамента, исходя из прочности конструкции и основания

Исходя из нагрузки на фундамент N = 28,07 тс = = 280,7 кН и уклона стойки, равного 0, по таблице документа ОПД3 принимаем фундамент МФ 1,3-1-0,

Необходимо проверить соблюдение 3х условий:

$N \leq [N_{пр}]$,

$N \leq [N_{пс}]$,

$N \leq [N_{эф}]$,

Значения [$N_{пр}$], [$N_{пс}$], [$N_{эф}$] находим в таблице документа ОПД3 для МФ 1,3-1-0 и грунта №8

[$N_{пр}$] = 400 кН, [$N_{эф}$] = 230 кН,

N = 196 кН < [$N_{пр}$] = 400 кН,

$N''_{ст} = 163$ кН $< [N_{вс}] = 230$ кН,

вместо численного значения $[N_{ус}]$ стоит знак „+", следовательно, прочность основания по устойчивости выше $[N_{пр}] = 400$ кН

$N_{ст} = 196$ кН $< [N_{ус}]$

Выполнены все 3 условия, следовательно фундамент подобран правильно.

II Подбор фундамента, исходя из учета действия сил морозного пучения.

Необходимо проверить условие:

$$h_п \leq [h_п];$$

$$[h_п] = \frac{H}{2E_т}\left(\frac{\sigma^2}{E} + \frac{\sigma T}{H} + \frac{\Sigma Q}{a^2}\right),$$

$a^2 = 1{,}3 \cdot 1{,}0 = 1{,}3$ м^2 $= 13000$ см^2;

$\Sigma Q = Q + Q_ф$,

$Q_ф = 1300$ кгс,

$\Sigma Q = 6830 + 1300 = 8130$ кгс;

$E_т = 140$ кгс/см^2;

$$T = 2 \cdot G \cdot a^2 \cdot E + 4\beta\left(\frac{a^2 + H}{\sqrt{\frac{a^2}{\xi} + 2H^2}} - H - 0{,}113 \cdot a\right) + H + \frac{\Sigma Q \cdot H}{E a^2};$$

$$G = \frac{l_б}{\left(1 + \frac{d_б}{d_п}\right) E_{от} \cdot F_{от}};$$

$$l_б = \sqrt{1500^2 + 2550^2} = 2958{,}5 \text{ см};$$

$$G = \frac{2958{,}5}{\left(1 + \frac{1500}{750}\right) 1{,}5 \cdot 10^6 \cdot 2{,}827} = \frac{2958{,}5}{12721500} = 0{,}000233 \text{ см/кгс},$$

$\beta = 0{,}57$,

$$T = 2 \cdot 0{,}000233 \cdot 13000 \cdot 140 + 4 \cdot 0{,}57\left(\frac{13000 + 10000}{\sqrt{\frac{13000}{3{,}14} + 2 \cdot 10000}} - 100 - 0{,}113 \cdot 114\right) + 100 + \frac{8130 \cdot 100}{140 \cdot 13000};$$

$T = 848{,}12 + 80{,}14 + 100 + 0{,}45 = 1028{,}7$ см;

$$\sigma = \frac{k\, n\, N_{от}}{a^2},$$

$$k = \frac{b\left(1 + \frac{d_б}{d_п}\right)}{l_б} = \frac{2550\left(1 + \frac{1500}{750}\right)}{2958{,}5} = 2{,}59;$$

$$n_{от} = 0{,}5\,\frac{[N_{от}]}{N_{от}} = 0{,}5 \cdot \frac{20{,}8}{9{,}02} = 0{,}5 \cdot 2{,}26 = 1{,}13;$$

$$n_{ст} = 0{,}5\,\frac{[N_{ст}] - Q}{N_{ст} - Q} = 0{,}5 \cdot \frac{33{,}6 - 6{,}83}{19{,}6 - 6{,}83} = 0{,}5 \cdot \frac{25{,}77}{12{,}77} = 1{,}05;$$

Из $n_{от}$ и $n_{ст}$ выбираем меньшее значение:

$n = 1{,}05$

$$\sigma = \frac{2{,}59 \cdot 1{,}05 \cdot 9020}{13000} = 1{,}89 \text{ кгс/см}^2$$

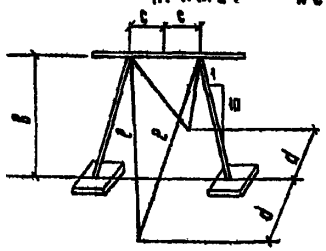
$$[h_п] = \frac{100}{2 \cdot 140}\left(\frac{3{,}57}{140} + \frac{1{,}89 \cdot 1028{,}7}{100} + \frac{8130}{13000}\right)$$

$[h_п] = 0{,}357\,(0{,}026 + 19{,}44 + 0{,}63) = 7{,}17$ см;

$h_п = 7$ см $< [h_п] = 7{,}17$ см;

Следовательно, применение малозаглубленного фундамента по условиям пучения грунта допустимо.

Пример №2



Дано: промежуточная опора ПБ1;
$b = 2740$ см;
$c = 600$ см,
$d = 960$ см,
$F_{от} = 2{,}827$ см^2,
$E_{от} = 1{,}5 \cdot 10^6$ кгс/см^2,
$N_{ст} = 45{,}3$ тс;
$N''_{ст} = 37{,}7$ тс;
$[N_{ст}] = 49{,}6$ тс;
$Q = 9{,}2$ тс;
$N_{от} = 19{,}5$ тс;
$[N_{от}] = 28{,}86$ тс;

Инв № подл. | Подпись и дата | Взам. инв №
Копировал Владимирова Е.Е. Формат А3

Приведенный грунт № 10

$E_т = 100$ кг/см², $H = 150$ см

$m = 8$ см/м, $h_n = m \cdot H = 8 \cdot 1,5 = 12$ см

I Подбор фундамента, исходя из прочности конструкции и основания

При подборе фундамента производится проверка условий: $N \le [N_{пр}]$; $N \le [N_{ус}]$, $N \le [N_{деф}]$

Исходя из нагрузки на фундамент $N = 455$ кН и уклона стойки опоры 1/10, принимаем фундамент МФ 2×2-1/10;

В документе ООДЗ в графе 2, для фундамента МФ 2×2-1/10 указана $[N_{пр}] = 732$ кН; в графе №16 для грунта № 10 указаны $[N_{ус}]$ и $[N_{деф}]$,

$N = 455$ кН $< [N_{пр}] = 732$ кН; $[N_{пр}] < [N_{ус}]$; $N = 377$ кН $< [N_{деф}] = 571$ кН

Следовательно, фундамент МФ 2×2-1/10 подобран правильно

II Подбор фундамента, исходя из учета действия сил морозного пучения

$$h_n \le [h_n]$$

$$[h_n] = \frac{H}{2E_т} \cdot \left(\frac{\sigma^2}{E_т} + \frac{\sigma \cdot \tau}{H} + \frac{\Sigma Q}{a^2} \right)$$

$a^2 = 2 \cdot 2,7 = 5,4$ м² $= 54000$ см²

$\Sigma Q = 9,2 + 2 \cdot 2,7 \cdot 0,5 \cdot 2 = 9,2 + 5,4 = 14,6$ тс $= 14600$ кгс,

$$T = 2 \cdot \theta \cdot a^2 E_т + 4\beta \left(\frac{a^2 + H^2}{\sqrt{\frac{a^2}{\pi} + 2H^2}} - H - 0,113a \right) + H + \frac{\Sigma Q \cdot H}{E a^2},$$

$$\theta = \frac{\beta}{2E_{от} \cdot F_{от}};$$

$$\beta = \sqrt{b^2 + c^2 + d^2} = \sqrt{2740^2 + 600^2 + 960^2} = 2965 \text{ см};$$

$$\theta = \frac{2965}{2 \cdot 1,5 \cdot 10^5 \cdot 2,827} = 0,000349 \approx 0,00035;$$

$$T = 2 \cdot 0,00035 \cdot 54000 \cdot 100 + 4 \cdot 0,67 \left(\frac{54000 + 22500}{\sqrt{\frac{54000}{3,14}} + 2 \cdot 22500} \cdot 150 - \right.$$

$$\left. - 0,113 \cdot 232,4 \right) + 150 + \frac{14600 \cdot 150}{100 \cdot 54000} = 3780 + 291,52 + 150 + 0,41 = 4227,9 \text{ см}$$

$$\sigma = \frac{K_n \cdot N_{от}}{a^2}; \quad H = \frac{2\beta}{\ell} = \frac{2 \cdot 2740}{2965} = 1,85$$

$$n_{от} = 0,5 \frac{[N_{от}]}{N_{от}} = 0,5 \frac{20,88}{19,5} = 0,54;$$

$$n_{ст} = 0,5 \frac{[N_{ст}] - Q}{N_{ст} - Q} = 0,6 \frac{49,6 - 9,2}{45,5 - 9,2} = 0,55;$$

В $n_{от}$ и $n_{ст}$ выбираем меньшее значение: $n = 0,54$

$$\sigma = \frac{1,85 \cdot 0,54 \cdot 19500}{54000} = 0,36 \text{ кгс/см}^2$$

$$[h_n] = \frac{150}{2 \cdot 100} \left(\frac{0,15}{100} + \frac{0,36 \cdot 4227,9}{150} + \frac{14600}{54000} \right) = 2,8 \text{ см}$$

$[N_n] = 2,8$ см $< h_n = 12$ см;

Следовательно, по условиям морозного пучения в данном грунте не может быть применен малозаглубленный фундамент. Принимаем под стойки опоры грибовидный подножник. Исходя из нагрузки на фундамент $N = 455$ кН и уклона стойки опоры 1/10, по таблице документа ООД4 принимаем фундамент Ф2-1/10; в графе 2 находим для Ф 2-1/10 $[N_{пр}] = 540$ кН

$N = 455$ кН $< [N_{пр}] = 540$ кН;

Для грунта № 10 в графе 16 стоит знак $+^{0,5}$; следовательно несущая способность основания не ограничивает применения данного подножника.

Копировал Владимирова Е 6 Формат А 3

2586/1

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫЕ ФУНДАМЕНТЫ

Эскиз

МФ 1,3

Рис 1



Рис 2

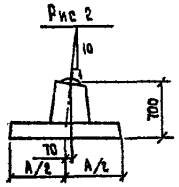
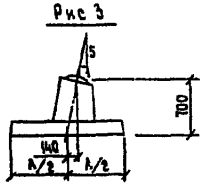


Рис 3



МФ 2

Рис 4

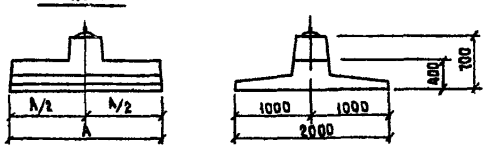


Рис 5

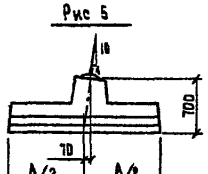
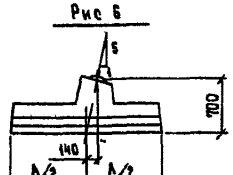


Рис 6



Марка фундамента	Рис	Размеры, мм	Уклон стойки	Глубина заложения, м	Площадь основания, м²	Класс бетона	Расход материалов: Бетон, объем м³	Бетон, приведен. к цементу марки 400	Сталь, кг, натуральная	Сталь, кг, приведенная к классу А I	Масса, т
		А									
МФ 1,3×1-0	Рис 1	1000	0	0,5	1,3	В 25	0,35	0,12	42,6	52,1	0,88
МФ 1,3×1,5-0		1500			1,95		0,48	0,16	56,3	71,3	1,20
МФ 1,3×2,2-0		2200			2,86		0,66	0,22	76,2	99,1	1,65
МФ 1,3×1,5 1/10	Рис 2	1500	1/10		1,95		0,48	0,16	56,5	71,6	1,20
МФ 1,3×2,2-1/10		2200			2,86		0,66	0,22	76,4	98,3	1,65
МФ 1,3×1,5 1/5	Рис 3	1500	1/5		1,95		0,49	0,16	56,5	71,5	1,23
МФ 1,3×2,2-1/5		2200			2,86		0,67	0,22	76,4	99,3	1,68
МФ 2×2-0	Рис 4	2000	0	0,5	4,0		0,85	0,29	107,1	141,5	2,13
МФ 2×2,7-0		2700			5,4		1,13	0,39	156,0	210,3	2,83
МФ 2×2-1/10	Рис 5	2000	1/10		4,0		0,85	0,28	107,3	141,8	2,13
МФ 2×2,7-1/10		2700			5,4		1,13	0,37	156,2	200,6	2,83
МФ 2×2-1/5	Рис 6	2000	1/5		4,0		0,85	0,28	107,0	141,4	2,13
МФ 2×2,7-1/5		2700			5,4		1,13	0,37	155,9	210,2	2,83

Зав. НИЛКЭП	Горелов		6.06.88
ГИП	Соколов		6.06.88
Гл. спец.	Петров		6.06.88
Н. контр.	Мудрова		6.06.88
Рук. гр.	Каплевская		6.06.88
Проверил	Сотникова		6.06.88
Инженер	Ломакина		6.06.88

3 4071-1590-00НФ

Номенклатура фундаментов

Стадия	Лист	Листов
Р	1	2

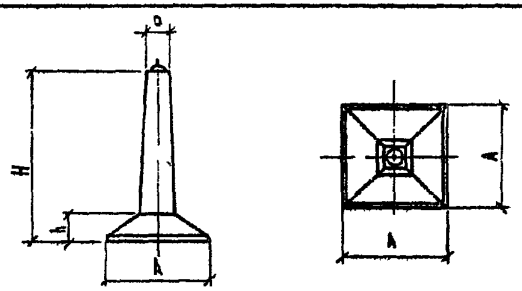
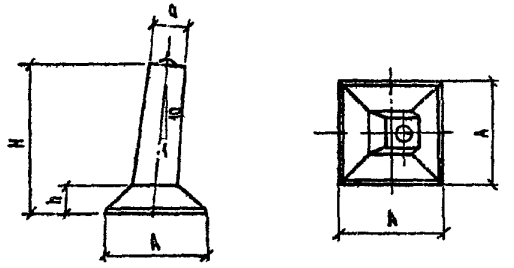
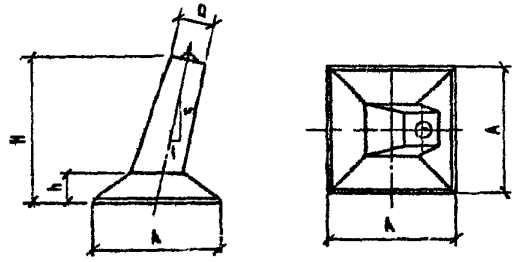
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»
Северо-Западное отделение
Ленинград

Копировала Владимирова Е.Б

Формат А3

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

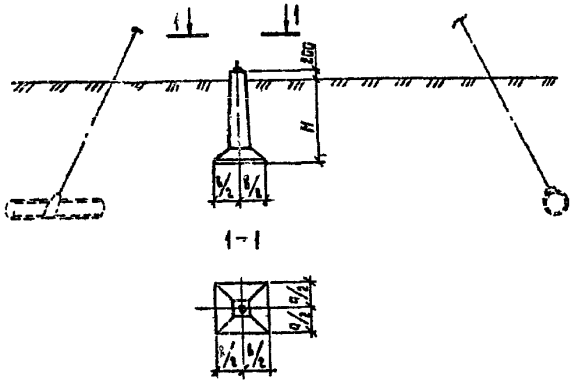
ГРИБОВИДНЫЕ ПОДНОЖНИКИ

Эскиз	Марка фундамента	Размеры, мм A	H	h	a	Уклон стойки	Глубина заложения, м	Площадь основания, м²	Класс бетона	Расход материалов: Бетон, объем, м³	Бетон, приведен. к цементу марки 400, т	Сталь, натуральная, т	Сталь, приведен. к кл. стали А-I, т	Масса, т
	ФК1 - 0	1200	2200	300	330		2,0	1,44		0,54	0,18	73,5	94,0	1,35
	Ф 2 - 0	1600	2700	400	400	1:10	2,5	2,25		0,96	0,32	99,3	128,8	2,4
	Ф 3 - 0	1800						3,24		1,17	0,38	111,4	145,6	2,93
	Ф 4 - 0	2100						4,41		1,36	0,45	188,7	255,4	3,40
	ФК1 - 1/10	1200	1700	300	422	1:10	1,5	1,44	Б25	0,56	0,18	68,1	86,2	1,40
	ФК2 - 1/10	1500		400				2,25		0,79	0,26	77,5	99,3	1,98
	ФК3 - 1/10	1800						3,24		1,00	0,33	89,0	115,4	2,50
	ФК4 - 1/10	2000						4,00		1,16	0,38	140,7	188,7	2,90
	Ф1 - 1/10	1200	2700	300	400		2,5	1,44		0,73	0,24	79,6	101,0	1,83
	Ф2 - 1/10	1500		400				2,25		0,96	0,32	89,0	114,1	2,40
	Ф3 - 1/10	1800						3,24		1,17	0,39	101,1	130,7	2,93
	Ф4 - 1/10	2000						4,00		1,33	0,44	162,7	203,9	3,33
	ФК2 - 1/5	1500	1700	400	440	1:5	1,5	2,25		0,81	0,27	84,9	107,9	2,03
	ФК3 - 1/5	1800						3,24		1,02	0,34	96,3	123,5	2,55
	ФК4 - 1/5	2000						4,00		1,18	0,39	143,9	191,6	2,95
	Ф2 - 1/5	1500	2700	400	400		2,5	2,25		1,00	0,33	95,0	120,7	2,50
	Ф3 - 1/5	1800						3,24		1,22	0,4	106,4	136,4	3,05
	Ф4 - 1/5	2000						4,00		1,38	0,46	155,4	206,8	3,46

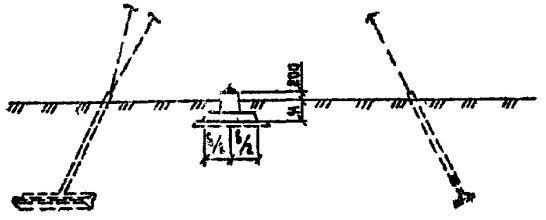
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Копировала Владимирова Е.Б. Формат А3

Грибовидные подножники



Малозаглубленные фундаменты



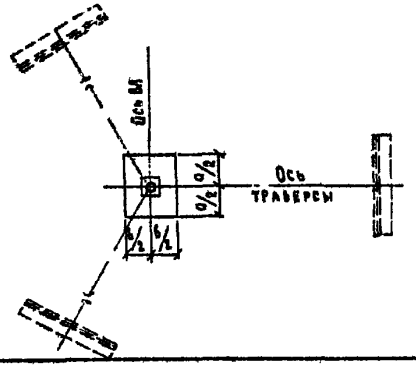
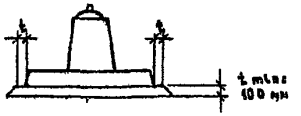
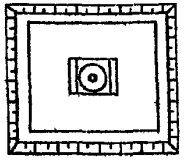


Схема 1 установки малозаглубленных фундаментов со щебеночной подготовкой, увеличивающей площадь опирания





Тип фундамента	Марка фундамента	Размеры, мм a	b	H	n
Грибовидные подножники	Ф1 - 0	1200	1200	2000	—
	Ф2 - 0	1500	1500	2500	
	Ф3 - 0	1800	1900		
	Ф4 - 0	2100	2100		
Малозаглубленные фундаменты	МФ 1,5 × 1 - 0	1000	1500	500	—
	МФ 1,3 × 1,5 - 0	1300			
	МФ 1,5 × 2,2 - 0	2200			

1. Фундаменты устанавливаются на тщательно выравненное основание; в таянистых грунтах под подошвой фундамента устраивается песчаная выравнивающая подготовка толщиной 50 ÷ 100 мм.
2. Для увеличения площади основания под подошвой фундамента может быть выполнена щебеночная подготовка (см. схему 1).

Гл.инж.проекта	Гордеев		5.06.88
Гл.инж.пр.	Соколов		5.06.88
Гл.спец.	Петров		5.06.88
Н.контр.	Муравов		5.06.88
Рук. гр	Капаевская		5.06.88
Проверил	Сотникова		5.06.88
Инженер	Ломакина		5.06.88

Копировал Владимирова Е.Б

3.407.1-159.0-00Д1

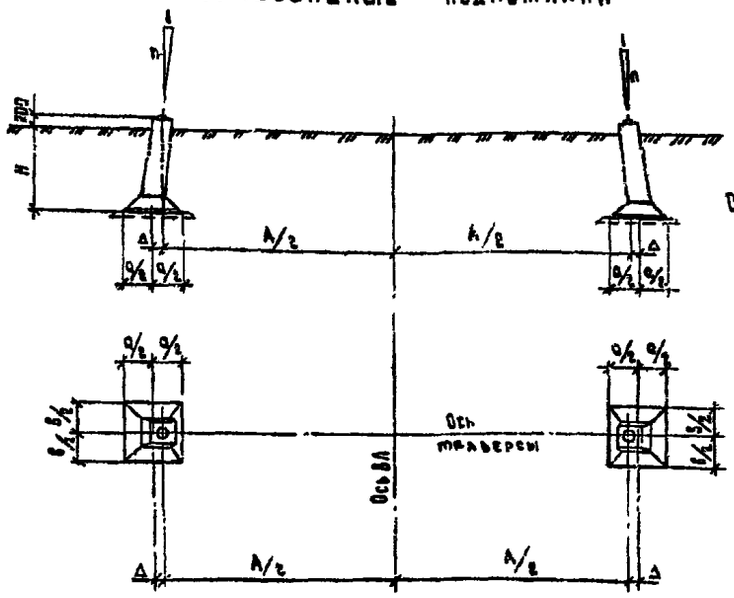
Схема установки фундаментов под одностоечные опоры

Стадия	Лист	Листов
	1	1

«Энергосетьпроект» Северо-Западное отделение Ленинград

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

Грибовидные подножники



Малозаглубленные фундаменты

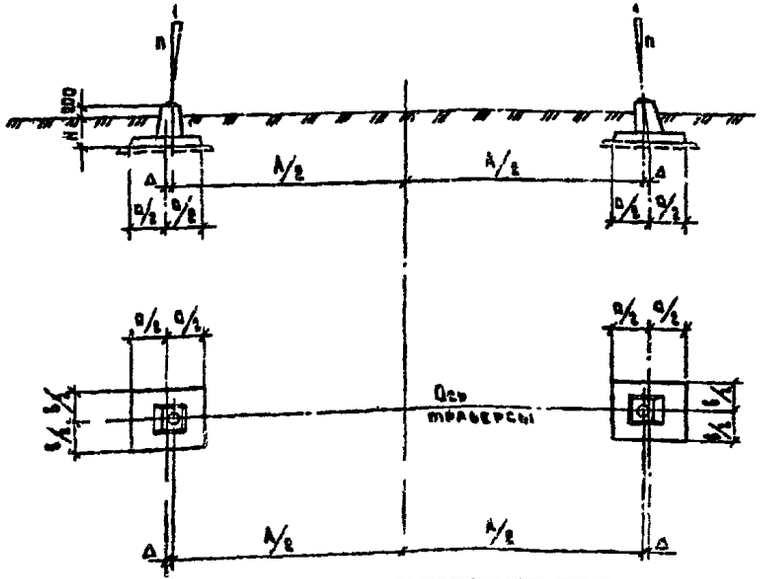


Схема 1 установки малозаглубленных фундаментов со щебеночной подготовкой, увеличивающей площадь опирания.

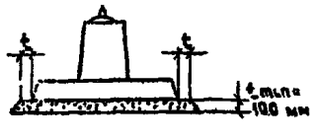
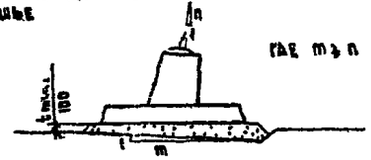
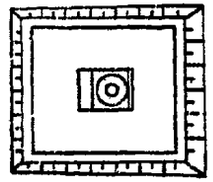


Схема 2 установки малозаглубленных фундаментов со щебеночной подготовкой, увеличивающей устойчивость от сдвига по подошве

где m ≥ n





Тип фундамента	Марка фундамента	Размеры, мм a	b	h	H	n
Грибовидные подножники	ФК1 - 1/10	1200	1200	140	1500	10
	ФК2 - 1/10	1500	1500	150		
	ФК3 - 1/10	1800	1800			
	ФК4 - 1/10	2000	2000			
	Ф1 - 1/10	1200	1200	240	2500	
	Ф2 - 1/10	1500	1500	230		
	Ф3 - 1/10	1800	1800			
	Ф4 - 1/10	2000	2000			
	ФК2 - 1/5	1500	1500	340	1500	5
	ФК3 - 1/5	1800	1800			
	ФК4 - 1/5	2000	2000			
	Ф2 - 1/5	1500	1500	540	2500	
	Ф3 - 1/5	1800	1800			
	Ф4 - 1/5	2000	2000			
Малозаглубленные фундаменты	МФ 1,3×1,5-1/10	1500	1300	70	500	10
	МФ 1,3×2,2-1/10	2200				
	МФ 2×2 -1/10	2000	2000			
	МФ 2×2,7-1/10	2700				
	МФ 1,3×1,5-1/5	1500	1300	140		5
	МФ 1,3×2,2-1/5	2200				
	МФ 2×2 -1/5	2000	2000			
	МФ 2×2,7-1/5	2700				

1. Фундаменты устанавливаются на тщательно выравненное основание, в глинистых грунтах под подошвой фундамента устраивается песчаная выравнивающая подготовка толщиной 50÷100 мм.
2. Для увеличения площади основания под подошвой фундамента может быть выполнена щебеночная подготовка (см. схему 1).
3. Для увеличения устойчивости фундаментов от сдвига под подошвой может быть выполнена щебеночная подготовка с наклонной нижней гранью (см схему 2).

Гл инженер	Горелов		6.06.89
ГИП	Соколов		6.06.89
Гл спец.	Петров		6.06.89
Н. контр	Мухарова		6.06.89
Рук. гр	Капалевская		6.06.89
Проверила	Сотникова		6.06.89
Инженер	Ломакина		6.06.89

3.407.1-159.0-00Д2

Схема установки фундаментов под портальные опоры

Стадия	Лист	Листов
	1	1

«Энергосетьпроект» Северо-Западное отделение Ленинград

Копировал Владимирова Б

Формат А3

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

2586/1

Несущая способность малозаглубленных фундаментов

Марка фундамента	[Nпр] исходя из прочности конструкции кН	[Nис](кН)/[Nнеф](кН), исходя из устойчивости и деформаций грунта для 15 групп приведенных грунтов																				
		1		2		3		4		5		6		7	8	9	10	11	12	13	14	15
		сух	обв	сух	обв	сух	об	сух	обв	сух	обв	сух	обв	сухие								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
МФ 1,3 × 1 - 0	400	+ / 265	+ / 187	+ / 211	+ / 145	+ / 154	+ / 116	442 / 138	288 / 97	268 / 87	162 / 57	380 / 158	293 / 124	+	+ / 356	+ / 230	271 / 173	206 / 137	273 / 166	156 / 102	121 / 81	+ / 386
МФ 1,3 × 1,5 - 0		+	+ / 315	+ / 340	+ / 238	+ / 252	+ / 195	+ / 221	+ / 158	448 / 140	269 / 87	+ / 247	+ / 187	+	+	+ / 352	432 / 265	328 / 218	433 / 254	258 / 158	193 / 123	+
МФ 1,3 × 2,2 - 0		+	+	+	+ / 350	+ / 370	+ / 286	+ / 324	+ / 232	+ / 206	358 / 140	+ / 363	+ / 287	+	+	+	+ / 390	437 / 309	+ / 373	343 / 231	255 / 181	+
МФ 2 × 2 - 0	732	+	+	+	+ / 586	+ / 617	+ / 501	+ / 519	+ / 383	+ / 337	656 / 239	+ / 557	+ / 444	+	+	+	+ / 571	783 / 453	+ / 543	581 / 337	434 / 265	+
МФ 2 × 2,7 - 0		+	+	+	+	+	+ / 676	+ / 702	+ / 517	+ / 456	+ / 322	+	+ / 599	+	+	+	+	+ / 612	+	722 / 456	537 / 358	+
МФ 1,3 × 1,5 - 1/10	400	+	+ / 315	+ / 340	+ / 238	+ / 252	+ / 195	+ / 221	381 / 158	359 / 140	216 / 87	+ / 247	384 / 187	+	+	+ / 352	347 / 265	261 / 218	+ / 254	199 / 158	142 / 123	+
МФ 1,3 × 2,2 - 1/10		+	+	+	+ / 350	+ / 370	+ / 286	+ / 324	+ / 232	+ / 206	284 / 140	+ / 363	+ / 287	+	+	+	+ / 390	347 / 309	+ / 373	262 / 231	186 / 181	+
МФ 2 × 2 - 1/10	732	+	+	+	+ / 586	+ / 617	+ / 501	+ / 519	+ / 383	+ / 337	522 / 239	+ / 557	+ / 444	+	+	+	+ / 571	589 / 453	+ / 543	447 / 337	319 / 265	+
МФ 2 × 2,7 1/10		+	+	+	+	+	+ / 676	+ / 702	+ / 517	+ / 466	655 / 322	+	+ / 599	+	+	+	+	731 / 612	+	552 / 456	391 / 358	+
МФ 1,3 × 1,5 - 1/5	400	+	+ / 315	+ / 340	+ / 238	+ / 252	+ / 195	448 / 221	291 / 158	278 / 140	162 / 87	380 / 247	293 / 187	+	+	347 / 352	245 / 265	179 / 218	240 / 254	0 / 158	0 / 123	456 / +
МФ 1,3 × 2,2 - 1/5		+	+	+	+ / 350	+ / 370	+ / 286	+ / 324	385 / 232	350 / 206	211 / 140	+ / 363	389 / 287	+	+	463 / +	324 / 390	235 / 309	318 / 373	0 / 231	0 / 181	+

Зав. НИЛКЭС	Горелов		6.06.88
ГИП	Соколов		6.06.88
Гл. спец.	Петров		6.06.88
Н. контр.	Мудрова		6.06.88
Рук. гр.	Каплевская		6.06.88
Проверила	Сотникова		6.06.88
Инженер	Ломакина		6.06.88

3 407 1 - 159 0 - 00Д3

Таблица несущей способности малозаглубленных фундаментов

Стадия	Лист	Листов
	1	2

«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»
Северо-Западное отделение
Ленинград

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
МФ 2×2 - 1/5	732	+	+	+	+ / 585	+ / 817	+ / 501	+ / 519	690 / 583	554 / 337	390 / 239	+ / 557	618 / 444	+	--	+	549 / 571	402 / 453	556 / 543	0 / 557	0 / 285	+
МФ2×2,7 - 1/5		+	+	+	+	+	+ / 676	+ / 702	+ / 517	+ / 456	485 / 322	+	+ / 599	+	+	+	579 / +	493 / 618	681 / +	0 / 456	0 / 359	+

Несущая способность малозаглубленных фундаментов со щебеночной подготовкой

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
МФ 2,2 × 2,9 - 0	732	+	+	+	+	+	+	+	+ / 701	+ / 675	+ / 446	+	+	+	+	+	+	+	+	+ / 593	735 / 468	+
МФ 2,4 × 3,1 - 0		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+ / 585	+	+	+	+	+	+	+	+	+ / 722	+ / 570	+
МФ 2,2 × 2,9 - 1/10		+	+	+	+	+	+	+	+ / 701	+ / 675	+ / 446	+	+	+	+	+	+	+	+	760 / 593	545 / 468	+
МФ 2,4 × 3,1 - 1/10		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+ / 585	+	+	+	+	+	+	+	+	+ / 722	+ / 570	+
МФ 2,2 × 2,9 - 1/5		+	+	+	+	+	+	+	+ / 701	+ / 675	747 / 446	+	+	+	+	+	+	687 / +	+	0 / 593	0 / 468	+
МФ 2,4 × 3,1 - 1/5		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+ / 585	+	+	+	+	+	+	+	+	0 / 722	0 / 570	+

В числителе указано значение несущей способности основания по устойчивости, в знаменателе — по деформациям

Знак „+" означает, что несущая способность основания не лимитирует применения фундамента

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Несущая способность грибовидных подножников.

Марка фундамента	$[N^{н}_{деф}]$, исходя из прочности конструкции, кН	$[N^{н}_{деф}]$ (кН), исходя из деформаций грунта для 15 групп приведенных грунтов.																				
		1		2		3		4		5		6		7	8	9	10	11	12	13	14	15
		сух	обв	сух	обв	сух	обв	сух	обв	сух	обв.	сух	обв.		сухие							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ФК 1 - 0	270	+	+	+	+	+	+	+	21[illegible]	253	143	+	230	+	+	+	+	219	251	156	118	+
Ф 2 - 0	370	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	267	200	+
Ф 3 - 0	370	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	291	+
Ф 4 - 0	730	+	+	+	+	+	+	+	+	+	513	+	+	+	+	+	+	+	+	535	402	+
Ф 1 - 1/10	420	+	+	+	398	+	393	+	2[illegible]3	302	167	381	259	+	+	380	297	239	271	168	126	+
Ф 2 - 1/10	540	+	+	+	+	+	+	+	408	484	289	+	416	+	+	+	+	379	426	267	200	+
Ф 3 - 1/10	450	+	+	+	+	+	+	+	+	+	406	+	+	+	+	+	+	+	+	388	291	+
Ф 4 - 1/10	710	+	+	+	+	+	+	+	+	+	513	+	+	+	+	+	+	687	+	483	363	+
[illegible] - 1/10	480	+	431	+	286	389	268	297	185	202	119	281	202	+	+	320	247	197	229	142	109	+
ФК 2 - 1/10	600	+	+	+	469	+	449	480	302	328	[illegible]	451	325	+	+	508	392	313	364	226	173	+

Зав. НИАУЭС	Горелов	[signature]	6.05.88
Г.И.П.	Соколов	[signature]	6.06.88
Гл. спец.	Петров	[signature]	6.06.88
Н. контр.	Мудрова	[signature]	6.06.88
Рук. гр.	Каплевская	[signature]	6.05.88
Проверил	Сотникова	[signature]	6.06.88
Инженер	Ломакина	[signature]	6.06.88

3.407.1-159.0 - ООД4

Таблица несущей способности грибовидных подножников

Стадия	Лист	Листов
	4	2

«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ» Северо-Западное отделение Ленинград

Копировала Владимирова Е.Б.

Формат А3

2586/1

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ФК3 - 1/10	500	+	+	+	+	+	+	+	456	488	297	+	484	+	+	+	+	+	+	330	253	+
ФК4 - 1/10	770	+	+	+	+	+	+	+	578	617	378	+	608	+	+	+	+	571	713	411	315	+
Ф2 - 1/5	540	+	+	+	+	+	+	+	409	484	269	+	415	+	+	+	+	379	492	267	200	+
Ф3 - 1/5	450	+	+	+	+	+	+	+	+	+	406	+	+	+	+	+	+	+	+	388	291	+
Ф4 - 1/5	710	+	+	+	+	+	+	+	+	+	513	—	+	+	+	+	+	687	+	483	363	+
ФК2 - 1/5	800	+	+	+	469	+	441	480	302	328	196	451	325	+	+	508	302	313	364	226	173	+
ФК3 - 1/5	500	+	+	+	+	+	+	+	456	488	297	+	484	+	+	+	+	+	+	330	253	+
ФК4 - 1/5	770	+	+	+	+	+	+	+	578	617	378	+	608	+	+	+	+	571	713	411	315	+

Знак „+" означает, что несущая способность основания не лимитирует применения фундамента.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Адтурс лак. Владимирова Е.Б. Формат А3

gost.e-ecolog.ru