СИСТЕМА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ОТРАСЛЕВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ**

# Проектирование мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных сельских зданий на пучинистых грунтах.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Москва

gost.e-ecolog.ru

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНЫ ФГУП «ЦНИИЭПсельстрой» Минсельхоза России, с участием ГУП«Мосгипронисельстрой», НИИ Оснований и подземных сооружений Госстроя РФ.

ВНЕСЕНЫ: ФГУП «ЦНИИЭПсельстрой»

2 ОДОБРЕНЫ. НТС Минсельхоза России (протокол от 8.07.....2004г №

3 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Заместителем Министра сельского хозяйства Российской Федерации ( 10 11 2004 г )

4 СОГЛАСОВАНЫ Департаментом социального развития и охраны труда Минсельхоза России ( 05 11 2004 г )

5 РАССМОТРЕНЫ Департаментом экономики и финансов Минсельхоза России (письмо 1902 2004 г №

Содержание

1. Область применения.....1
2. Нормативные ссылки.....1
3. Общие положения.....1
4. Оценка морозной пучинистости грунтов основания.....2
5. Конструирование и расчет мелкозаглубленных фундаментов на естественном основании.....4
5.1. Требования к конструированию мелкозаглубленных фундаментов.....4
5.2. Расчет мелкозаглубленных фундаментов.....4
6. Особенности проектирования мелкозаглубленных фундаментов.....5
6.1. Требования к грунтам и конструкции фундаментов на локально уплотненном основании.....5
6.2. Расчет фундаментов на локально уплотненном основании.....5
7. Указания по устройству мелкозаглубленных фундаментов на естественном основании.....6
8. Указания по устройству мелкозаглубленных фундаментов на локально уплотненном основании.....7
Приложение 1. Определение расчетной предзимней влажности грунта.....8
Приложение 2. Конструктивные решения соединений элементов фундамента.....9
Приложение 3. Расчет деформаций пучения основания и внутренних усилий в фундаментах.....9
Приложение 4. Методика определения показателя гибкости конструкций.....13
Приложение 5. Расчет несущей способности и деформации пучения фундаментов на локально уплотненом основании.....14
Приложение 6. Основные буквенные обозначения.....18

# СИСТЕМА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ МАЛОЭТАЖНЫХ СЕЛЬСКИХ ЗДАНИЙ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

Дата введения ....

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящие нормы предназначены для проектирования и устройства мелкозаглубленных фундаментов зданий (жилых, культурно-бытовых, производственных складов, гаражей и других малоэтажных зданий) до 3-х этажей включительно.

1.2. Нормы не распространяются на фундаменты зданий с распорными конструкциями и фундаменты под оборудование с динамическими нагрузками.

1 3. Нормы не распространяются на основания, сложенные вечномерзлыми, просадочными, набухающими и засоленными грунтами, и на основания зданий, возводимых в сейсмических районах, на подрабатываемых и закарстованных территориях.

## 2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1 СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Общие положения.

2. СНиП 1 02 07-87 Инженерные изыскания для строительства

3. СНиП 2.02 01-83* Основания зданий и сооружений

4. СНиП 2 01 07-85 Нагрузки и воздействия БСТ: № 5 ..90, №№ 11,12...93

5. СНиП 3 02.01-87. Земляные сооружения. Основания и фундаменты.

6. СНиП 23-01-99 Строительная климатология.

7. СНиП 3 03 01 - 87

8.СНиП 2.03 01- 84* Бетонные и железобетонные конструкции

9. СНиП II-22-81 Каменные и армокаменные конструкции Нормы проектирования

10 СНиП 2 03 11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.

11. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация.

12. ГОСТ 28622-90. Грунты Метод лабораторного определения степени пучинистости.

13. Руководство по проектированию и устройству фундаментов в вытрамбованных котлованах, Стройиздат, М., 1981.

## 3.ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3 1 Основания мелкозаглубленных фундаментов должны проектироваться на основе результатов инженерно-геологических изысканий, проводимых в соответствии с требованиями СНиП 11-02-96, СНиП 1.02.07-87, и удовлетворять требованиям настоящих норм.

3.2. Нормы предусматривают использование слоя сезоннопромерзающего грунта в качестве основания фундамента, при этом мелкозаглубленный фундамент может быть устроен как на естественном основании, так и на локально уплотненном

3.3 Тип и конструкция мелкозаглубленного фундамента, способ подготовки его основания зависят от свойств грунта площадки строительства, и, прежде всего, от степени его пучинистости.

3.4. При проектировании мелкозаглубленных фундаментов на пучинистых грунтах обязательным является расчет оснований по деформации пучения грунта

3.5. При выборе площадки строительства предпочтение следует отдавать участкам с непучинистыми или с наименее пучинистыми грунтами, однородными по составу, как в плане, так и по глубине той части сезоннопромерзающего грунта, которая проектируется в качестве основания мелкозаглубленного фундамента

3 6 При проектировании фундаментов на пучинистых грунтах необходимо предусматривать мероприятия, направленные на снижение как деформаций пучения грунта, так и их влияния на конструкции фундаментов и надземной части зданий, в том числе водозащитные, обеспечивающие уменьшение влажности грунта, понижение уровня подземных вод, отвод поверхностных вод от здания посредством устройства вертикальной планировки, дренажных сооружений, водосборных канав, лотков, траншей, дренажных прослоев и т п

3 7 Мелкозаглубленные фундаменты на сильнопучинистых и чрезмерно пучинистых грунтах следует изготавливать из тяжелого бетона класса В15 Марка бетона по морозостойкости и водонепроницаемости должна назначаться в соответствии с требованиями СНиП 2.03 01-84*

3 8 По прочности и трещиностойкости мелкозаглубленные фундаменты должны удовлетворять требованиям СНиП 2.03.01-84*

3 9 Мероприятия по антикоррозийной защите фундаментов следует осуществлять в соответствии со СНиП 2 03 11-85

3 10 Работа по подготовке строительной площадки и устройству фундаментов должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП 3 02 01-87

## 4. ОЦЕНКА МОРОЗНОЙ ПУЧИНИСТОСТИ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ

4 1 К пучинистым относятся глинистые грунты (в соответствии с ГОСТ 28622-90 они подразделяются на глины, суглинки и супеси), пески пылеватые и мелкие, а также крупноблочные грунты с содержанием глинистого заполнителя более 15% общей массы, имеющие к началу промерзания влажность выше определенного уровня

Крупнообломочные грунты с песчаным заполнением, пески гравелистые, крупные и средние, не содержащие глинистых фракций, считаются непучинистыми при любом уровне безнапорных подземных вод

4 2 Количественным показателем пучинистости грунта является относительная деформация морозного пучения $\varepsilon_{fh}$ равная отношению подъема ненагруженной поверхности грунта к толщине промерзающего слоя

4 3 В соответствии с ГОСТ 28622-90 по относительной деформации морозного пучения $\varepsilon_{fh}$ грунты подразделяются согласно табл 1

Таблица 1

| Степень пучинистости грунта | Относительная деформация морозного пучения грунта $\varepsilon_{fh}$, доли ед |
|---|---|
| непучинистый | $\varepsilon_{fh} < 0,01$ |
| слабопучинистый | $0,01 < \varepsilon_{fh} < 0,04$ |
| среднепучинистый | $0,04 < \varepsilon_{fh} < 0,07$ |
| сильнопучинистый | $0,07 < \varepsilon_{fh} < 0,10$ |
| чрезмерно пучинистый | $0,10 < \varepsilon_{fh}$ |

4 4 Относительная деформация морозного пучения $\varepsilon_{fh}$ , как правило, должна устанавливаться на основе опытных данных (полевых и лабораторных исследований), при отсутствии их допускается определять $\varepsilon_{fh}$ по физическим характеристикам грунтов.

4 5 При проведении инженерно-геологических изысканий на площадке планируемого строительства отбор проб грунта для лабораторных испытаний должен производиться через каждые 25 см по глубине выработок в слое сезонного промерзания

Нормативная глубина промерзания $d_{fh}$ определяется по указаниям СНиП 2 02 01-83*

При выявлении подземных вод на обследуемом участке глубину выработок следует увеличить в соответствии с данными табл 2, характеризующими минимальное расстояние Z между нормативной глубиной промерзания $d_{fh}$ и глубиной залегания подземных вод $d_w$

Таблица 2

| Наименование грунтов | Значение Z, м |
|---|---|
| 1 Глины с монтмориллонитовой и иллитовой основой | 3,5 |
| 2 Глины с каолинитовой основой, суглинки, супеси | 2,5 |
| 3 Пески пылеватые и мелкие | 1,0 |

Выработки должны закладываться в наиболее характерных местах площадки (на повышенных и пониженных участках) в пределах контура проектируемого здания

4 6 Для определения относительной деформации морозного пучения по физическим характеристикам грунта необходимо установить

- гранулометрический состав грунта, классифицирующий его вид,
- плотность грунта в сухом состоянии $\rho_d$,

- плотность твердых частиц грунта $\rho_s$;
- пластичность грунта: влажность на границе раскатывания ($W_p$) и текучести ($W_L$), число пластичности $J_p = W_L - W_P$;
- расчётную предзимнюю влажность W в слое сезонного промерзания грунта;
- глубину сезонного промерзания грунта $d_{fh}$.

4.7. Относительная деформация морозного пучения грунта определяется по графикам (рис.1) с использованием параметра $R_f$, вычисляемого по формуле

$$R_f = 0{,}667\frac{\rho_d}{\rho_w}\left[0{,}012(W-0{,}1)+\frac{W(W-W_{cr})^2}{W_{sat}W_p\sqrt{M_o}}\right] \quad (1)$$

Здесь $W_{cr}$ – критическая влажность, доли ед., ниже значения которой в промерзающем пучинистом грунте прекращается перераспределение влаги, вызывающей морозное пучение; определяется по графикам (рис. 2);

$\rho_w$ - плотность воды, т/м$^3$;

$M_O$ - абсолютное значение средней многолетней температуры воздуха за зимний период;

$W_{sat}$ – полная влагоемкость грунта, доли ед определяется по формуле

$$W_{sat} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s \cdot \rho_d} \quad (2)$$

Остальные обозначения те же, что в п.4.6.

4.8. Расчетная предзимняя влажность грунтов определяется в соответствии с Приложением 1. При этом допускается, что поверхностный сток осадков, выпавших на площадке строительства перед изысканиями в летне-осенний период, одинаков со стоком в предзимний период.

4.9. Пески пылеватые и мелкие при степени влажности $0{,}6 < S_r \leq 0{,}8$, крупнообломочные грунты с заполнителем (глинистым песком пылеватым и мелким) от 10% до 30% по массе относятся к слабопучинистым грунтам, для которых принимается $\varepsilon_{fh} = 0{,}04$

Пески пылеватые и мелкие (при $0{,}8 < S_r \leq 0{,}95$), крупнообломочные грунты с тем же заполнителем более 30% по массе относятся к среднепучинистым грунтам ($\varepsilon_{fh} = 0{,}07$). Пески пылеватые и мелкие при $S_r > 0{,}95$ относятся к сильнопучинистым грунтам ($\varepsilon_{fh} = 0{,}10$)

4.10 Степень пучинистости грунтов следует учитывать при выборе типа фундамента и способа подготовки основания

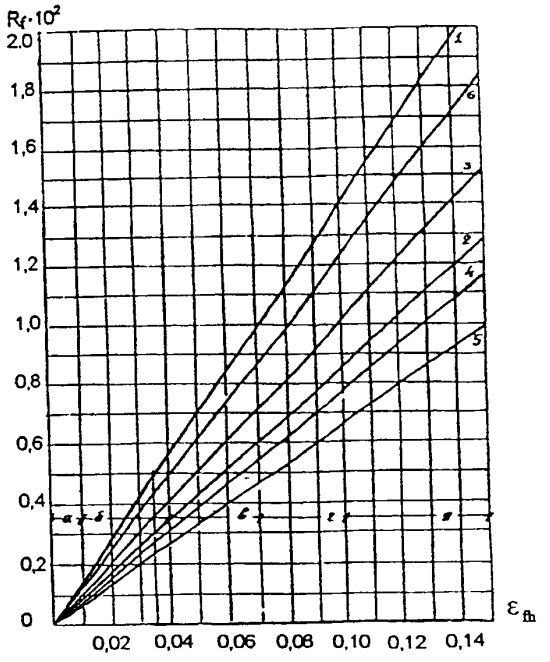


**Рис.1. Зависимость относительной деформации пучения $\varepsilon_{fh}$ от параметра $R_f$:**

а) непучинистый;
б) слабопучинистый;
в) среднепучинистый·
г) сильнопучинистыи,
д) чрезмерно пучинистый

1, 2 – соответственно супеси и супеси пылеватые ($0{,}02 < J_p \leq 0{,}07$);
3 – суглинки ($0{,}02 < J_p \leq 0{,}07$);
4 – суглинки пылеватые ($0{,}07 < J_p \leq 0{,}13$);
5 - суглинки пылеватые ($0{,}13 < J_p \leq 0{,}17$);
6 - глины ($J_p > 0{,}17$).

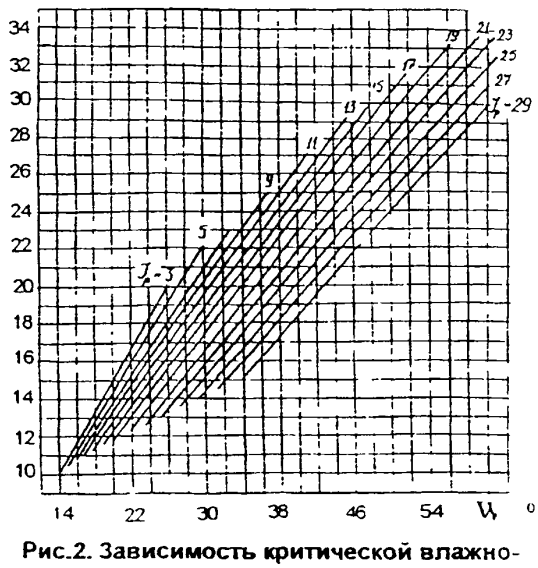


**Рис.2. Зависимость критической влажности $W_{cr}$ от числа пластичности $J_p$ и предела текучести грунта $W_L$**

## 5. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ

### 5.1 Требования к конструированию мелкозаглубленных фундаментов.

5.1.1. При строительстве на непучинистых грунтах мелкозаглубленные фундаменты устраиваются на выравнивающей подсыпке из песка, на пучинистых грунтах – на подушке из непучинистого материала (песок гравелистый, крупный или средней крупности, мелкий щебень, котельный шлак и др.), которая может быть как врезной, так и устраиваемой на поверхности грунта.

5.1.2. Мелкозаглубленные ленточные фундаменты следует устраивать.

- на непучинистых и слабопучинистых грунтах – из бетонных (керамзитобетонных) блоков, уложенных свободно, без соединения между собой, из монолитного бетона, бутобетона, цементогрунта, бута или глиняного кирпича;
- на среднепучинистых грунтах при расчетном значении деформации пучения (подъема) ненагруженного основания $h_{fl} < 5$ см – из бетонных (керамзитобетонных) блоков, уложенных свободно, без соединения между собой или из монолитного бетона
- на среднепучинистых (при $h_{fl} > 5$ см) и сильнопучинистых грунтах – из сборных железобетонных блоков, жестко соединенных между собой, или из монолитного железобетона,
- на чрезмерно пучинистых грунтах – из монолитного железобетона.

Примеры конструктивных решений соединения элементов фундаментов приведены в Приложении 2

5 1 3 На среднепучинистых (при $h_{fl} > 5$ см), сильнопучинистых и чрезмерно пучинистых грунтах ленточные фундаменты всех стен здания должны быть жестко соединены между собой в единую конструкцию - систему перекрестных балок

5 1 4 Мелкозаглубленные столбчатые фундаменты на среднепучинистых грунтах (при $h_{fl} > 5$ см), сильнопучинистых и чрезмерно пучинистых грунтах должны быть жестко соединены между собой фундаментными балками, объединенными в единую систему

5 1 5 При устройстве столбчатых фундаментов необходимо предусматривать зазор между нижними гранями фундаментных балок и планировочной поверхностью не меньше расчетной деформации (подъема) ненагруженного основания

5 1 6 При недостаточной жесткости стен зданий, строящихся на сильнопучинистых и чрезмерно пучинистых грунтах, следует производить их усиление путем устройства армированных или железобетонных поясов в уровне перекрытий.

5.1.7. Секции зданий, имеющие разную высоту, следует устраивать на раздельных фундаментах.

5.1.8. Примыкающие к зданиям веранды на сильнопучинистых и чрезмерно пучинистых грунтах следует возводить на фундаментах, не связанных с фундаментами зданий.

5.1.9. Протяженные здания необходимо разрезать по всей высоте на отдельные отсеки, длина которых принимается: для среднепучинистых грунтов (при $h_{fl} > 5$ см) – до 30 м, сильнопучинистых - до 24 м, чрезмерно пучинистых – до 18 м

### 5.2 Расчет мелкозаглубленных фундаментов.

5 2.1. Расчет мелкозаглубленных фундаментов производится в следующей последовательности:

а) на основе материалов изысканий определяется степень пучинистости грунта основания и в зависимости от нее выбирается конструкция фундамента в соответствии с разделом 5.1,

б) задаются предварительные размеры подошвы фундамента, глубина его заложения, толщина песчаной (песчано-гравийной) подушки;

в) в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01-83* производится расчет основания по деформациям, в случае, когда под подошвой подушки залегает грунт меньшей прочности, чем прочность материала подушки, необходимо выполнить проверку этого грунта согласно СНиП 2.02 01-83*,

г) выполняется расчет основания по деформациям пучения грунта

5 2 2 Расчет основания по деформациям пучения грунта, промерзающего ниже подошвы фундамента, производится исходя из следующих условий

$$h_{fp} < S_u \quad ; \tag{3}$$

$$e_{fp} \le \left(\frac{\Delta S}{L}\right)_u \tag{4}$$

где $h_{fp}$ - расчетное значение подъема основания от пучения грунта под фундаментом с учетом давления под его подошвой,

$e_{fp}$ - расчетная относительная деформация пучения грунта основания под фундаментом,

$S_u, \left(\frac{\Delta S}{L}\right)_u$ соответственно предельные значения подъема и относительной деформации основания, принимаемые по табл. 3.

5.2.3. Расчет подъема и относительной деформации пучения основания под фундаментом производится в соответствии с Приложением 3.

Таблица 3.

| Конструктивные особенности зданий | Предельные деформации оснований фундаментов | | |
|---|---|---|---|
| | подъем, $S_u$, см | относительные деформации ($\Delta S/L_u$) | |
| | | вид | значение |
| Бескаркасные здания с несущими стенами из | | | |
| панелей | 2,5 | относительный прогиб или выгиб | 0,00035 |
| блоков и кирпичной кладки без армирования | 2,5 | -«- | 0,0005* |
| Блоков и кирпичной кладки с армированием или железобетонными поясами при наличии сборно-монолитных (монолитных) ленточных или столбчатых фундаментов со сборно-монолитными фундаментными балками | 3,5 | -«- | -«- |
| Здания с деревянными конструкциями | | | |
| на ленточных фундаментах | 5,0 | -«- | 0,002 |
| на столбчатых фундаментах | 5,0 | относительная разность подъемов | 0,006 |

## 6. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ЛОКАЛЬНО УПЛОТНЕННОМ ОСНОВАНИИ.

### 6 1 Требования к грунтам и конструкции фундаментов на локально уплотненном основании

6 1 1 К фундаментам на локально уплотненном основании относятся фундаменты в вытрамбованных (выштампованных) котлованах или траншеях, фундаменты из забивных блоков

6 1.2 Характерной особенностью указанных типов фундаментов является наличие окружающей их уплотненной зоны грунта, которая формируется при вытрамбовывании или выштамповывании полостей в основании, погружении блоков путем забивки

6 1 3 Глубину заложения фундаментов следует принимать равной 0,5-1м

6 1 4 Фундаменты должны иметь форму усеченной пирамиды с углом наклона граней к вертикали 5-10° и размеры верхнего сечения, большие размеров нижнего сечения

6 1 5 Применение мелкозаглубленных фундаментов в вытрамбованных (выштампованных) котлованах или траншеях ограничивается следующими грунтовыми условиями глинистые грунты с показателем текучести 0,2 0 7 и песчаные грунты (пылеватые и мелкие рыхлые и средней плотности) при залегании подземных вод от подошвы фундаментов на расстоянии не менее 1м

6.1.6. Применение забивных блоков ограничивается следующими грунтовыми условиями: глинистые грунты с показателем текучести 0,2-0.8 и песчаные грунты (пылеватые и мелкие, рыхлые и средней плотности) при уровне подземных вод, отстоящем от планировочной отметки не менее чем на 0,5 м

6.1.7. При $h_f > 10$ см (где $h_f$ - расчетный подъём ненагруженного основания на уровне подошвы фундамента при пучении грунта природной структуры) фундаменты в вытрамбованных (выштампованных) котлованах и забивные блоки следует жестко соединять между собой фундаментными балками

6 1 8. При $h_f > 10$ см фундаменты в вытрамбованных (выштампованных) траншеях следует армировать.

### 6 2 Расчет фундаментов на локально уплотненном основании

6.2.1. Фундаменты следует рассчитывать по несущей способности грунта основания исходя из условия

$$N \le \frac{F_d}{Y_k} \qquad (5)$$

где N - расчетная нагрузка, передаваемая на столбчатый фундамент или 1м ленточного фундамента,

$F_d$ - расчетная несущая способность грунта основания столбчатого или 1м ленточного

фундамента, определяемая в соответствии с Приложением 5;

$Y_k$ - коэффициент надежности, принимаемый равным 1,25.

6.2.2. Основания фундаментов, устраиваемых на пучинистых грунтах, подлежат расчету по деформации морозного пучения грунтов. При этом наряду с требованиями п. 5.2.2. должно выполняться условие

$$S_{от} \geq h_{фр} \quad , \qquad (6)$$

где $S_{от}$ - осадка фундамента после оттаивания грунта;

$h_{фр}$ - подъем фундамента силами пучения.

Расчет деформации пучения выполняется в соответствии с Приложением 5.

## 7. УКАЗАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ

7.1. К разработке траншей и котлованов при устройстве мелкозаглубленных фундаментов следует приступать только после того, как на строительную площадку будут завезены фундаментные блоки и все необходимые материалы и оборудование, чтобы процесс возведения фундаментов выполнялся непрерывно, начиная от устройства котлованов и траншей и кончая обратной засыпкой пазух, уплотнением грунта и устройством отмостки. Цель такого требования – комплексно выполнять все работы, не допуская увлажнения грунтов основания.

7.2. Все работы по подготовке площадок, а также по устройству фундаментов на пучинистых грунтах, как правило, следует выполнять в летнее время.

В зимнее время устройство фундаментов (особенно на пучинистых грунтах) требует повышенной культуры производства, технологичности и непрерывности всего процесса работ и приводит к удорожанию их стоимости.

7.3. При необходимости ведения работ в зимнее время грунт в местах устройства траншей и котлованов следует заранее утеплять для защиты от промерзания или произвести искусственное оттаивание.

7.4. Подготовка основания под мелкозаглубленный фундамент состоит из отрывки траншей (котлованов), устройства противопучинистой подушки (на пучинистых грунтах) или выравнивающей подсыпки (на непучинистых грунтах).

При устройстве подушки непучинистый материал отсыпается слоями толщиной не более 20 см и уплотняется катками, площадочными вибраторами или другими механизмами до плотности $\rho_d \geq 1{,}6 т/м^3$. При малых объемах работ допускается уплотнение материала подушки выполнять ручными трамбовками.

7.5. Траншеи для ленточных фундаментов следует отрывать узкими (0,8-1,5 м) с тем, чтобы пазухи с наружной стороны здания можно было перекрыть отмосткой и гидроизоляционным материалом.

7.6. После укладки фундаментных конструкций (или бетонирования) пазухи траншей (котлованов) должны быть засыпаны предусмотренным в проекте материалом с обязательным уплотнением.

7.7. При высоком уровне подземных вод и наличии на стройплощадке верховодки необходимо предусматривать меры по предохранению материала подушки от заиливания. Для этой цели обычно производят по контуру подушки обработку ее гравелистого или щебенистого материала вяжущими веществами или изолируют подушки от воздействия воды полимерными пленками.

7.8. Песчаную подушку, как правило, следует устраивать в теплое время года. В зимних условиях необходимо исключать смешивание материала подушки со снегом и мерзлыми включениями грунта.

7.9. Для отмостки следует применять керамзитобетон с плотностью в сухом состоянии от 800 до 1000 $кг/м^3$. Укладку отмостки можно производить только после тщательной планировки и уплотнения грунта возле фундамента у наружных стен. Ширина отмостки должна обеспечивать перекрытие траншеи с целью исключения попадания в нее ливневых и паводковых вод. Керамзитобетонную отмостку целесообразно укладывать на поверхность грунта с целью меньшего водонасыщения материала. Следует избегать укладки керамзитобетона в отрытое в грунте корыто. Если же по конструктивным соображениям этого избежать нельзя, то необходимо предусмотреть устройство дренажа под отмосткой.

7.10. С целью уменьшения глубины промерзания грунта следует предусматривать задернение участка и посадку кустарниковых насаждений, которые аккумулируют отложение снега. Уменьшение глубины промерзания может быть достигнуто применением утеплителей, укладываемых под отмостку. Для исключения замачивания утеплители могут использоваться, например, в целлофановых мешках в виде матов.

7.11. Запрещается устраивать мелкозаглубленные фундаменты на промороженном основании. В зимнее время допускается устраивать мелкозаглубленные фундаменты только при условии глубокого залегания подземных вод с предварительным оттаиванием мерзлого грунта и обязательной засыпкой пазух непучинистым материалом.

7.12. При использовании мелкозаглубленных фундаментов в зданиях с подвалами стены последних должны быть рассчитаны на воздействие нагрузок от фундаментов.

## 8. УКАЗАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ЛОКАЛЬНО УПЛОТНЕННОМ ОСНОВАНИИ

8.1. Вытрамбовывание полости в основании производится с помощью навесного оборудования, состоящего из трамбовки, направляющей штанги или рамы, обеспечивающих падение трамбовки строго в одно и то же место; каретки, с помощью которой трамбовка передвигается по направляющей штанге или раме.

8.2. Грузоподъемность механизмов, используемых для вытрамбовывания котлованов, должна быть не менее чем в 2,5 раза больше веса трамбовки.

8.3. При устройстве фундаментов в вытрамбованных котлованах необходимо соблюдать следующие требования:

- бетонирование фундаментов (установка сборных элементов) должно быть закончено не позднее 1 суток после окончания вытрамбовывания;
- при расстоянии в свету между котлованами до 0,8 ширины фундамента вытрамбовывание производится через один фундамент, а пропущенных фундаментов – не менее чем через 3 суток после бетонирования предыдущих.

8.4. После вытрамбовывания котлованов (траншей) в них укладывается враспор монолитный бетон класса не ниже В15 или устанавливаются с добивкой сборные элементы, имеющие размеры, несколько превышающие размеры котлованов.

8.5. Укладка бетонной смеси и ее уплотнение выполняются в соответствии с проектом производства работ, типовыми технологическими картами и требованиями главы СНиП 3.03.01-87. Бетонная смесь в котлован подается равномерными слоями толщиной, равной 1,25 рабочей части глубинного вибратора. Осадка конуса бетонной смеси должна быть 3-5 см.

Монтаж и устройство верхнего строения начинается после достижения бетоном 70% проектной прочности.

8.6. Выштамповывание котлованов или траншей осуществляется с помощью сваебойных агрегатов, путем погружения в грунт и последующего извлечения из него металлических штампов, имеющих те же размеры, что и возводимые фундаменты.

При устройстве фундаментов необходимо соблюдать требования п.п. 8.3.- 8.5.

8.7. При вытрамбовывании (выштамповывании) котлованов или траншей в зимнее время допускается промерзание грунта с поверхности на глубину не более 30 см.

8.8. При промерзании грунта на глубину более 30 см перед началом работ по вытрамбовыванию (выштамповыванию) котлованов или траншей следует производить оттаивание грунта на всю толщину промерзания на площади диаметром, равным 3 размерам трамбовки (штампа) в среднем сечении. Для ленточных фундаментов ширина пятна оттаянного грунта должна быть равной 3 размерам поперечного сечения фундамента в среднем сечении, длина – сумме длины фундамента и удвоенной ширины пятна оттаивания.

8.9. После вытрамбовывания (выштамповывания) котлованов или траншей до проектной отметки они должны закрываться утепленными крышками. Талое состояние грунта на стенках и дне полостей должно сохраняться до бетонирования фундаментов.

8.10. При глубине промерзания грунта более 30 см погружение забивных блоков осуществляется в следующей последовательности:

- бурение лидерных скважин на глубину, равную толщине мерзлого слоя грунта;
- диаметры скважин принимаются на 10-20 см больше ширины верхнего обреза блока.

Дальнейшая последовательность погружения блоков устанавливается с учетом свойств грунта основания:

а) для слабых глинистых грунтов с показателем текучести 0,6 и более и рыхлых водонасыщенных пылеватых песков:

- установка блока на точку погружения;
- забивка блока до проектной отметки;

б) для песков средней плотности и глинистых грунтов твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции:

- установка блока на точку погружения;
- забивка блока на 0,5 - 0,7 проектной глубины;
- засыпка песка средней крупности или крупного в пространство между стенками скважины и погружаемым блоком;
- добивка блока до проектной отметки.

**Примечание** В случае (б) первоначальная забивка блоков производится на большую глубину в более прочных грунтах, на меньшую - в более слабых.

**Приложение 1**
**Рекомендуемое**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ПРЕДЗИМНЕЙ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА

Значение расчетной предзимней влажности определяется по формуле

$$W = \frac{W_n \Omega_{oc}}{\Omega_e}, \qquad (1)$$

где $W_n$ - средневзвешенное значение влажности грунта в слое $d_{fn}$, полученное *при изысканиях в летне-осенний период;*

$\Omega_e$ - расчетное количество осадков, мм, выпавших за летний период $t_e$ (месяцы), предшествующий моменту проведения изысканий;

$\Omega_{oc}$ - расчетное количество осадков, мм, выпавших за предзимний (до установления среднемесячной отрицательной температуры воздуха) период $t_{oc}$ (месяцы), равный по продолжительности периоду $t_e$; значения $\Omega_e$ и $\Omega_{oc}$ определяются по среднемноголетним данным «Справочника по климату» (Л., Гидрометеоиздат, 1968).

Продолжительность периода $t_e$, сут., определяется отношением

$$t_e = \frac{d_{fn}}{K}, \text{ при } t_e \leq 90^o \qquad (2)$$

где K – коэффициент фильтрации, м/сут.

Ориентировочные значения $t_e$ для отдельных видов пылевато-глинистых грунтов составляют: для супеси - 0,5-1 мес., для суглинков -2 мес., для глин - 3 мес.

**Приложение 2**
**Рекомендуемое**

## КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ФУНДАМЕНТОВ

Для обеспечения совместной работы элементов мелкозаглубленных ленточных фундаментов следует применять конструктивные решения, приведенные на рис 1

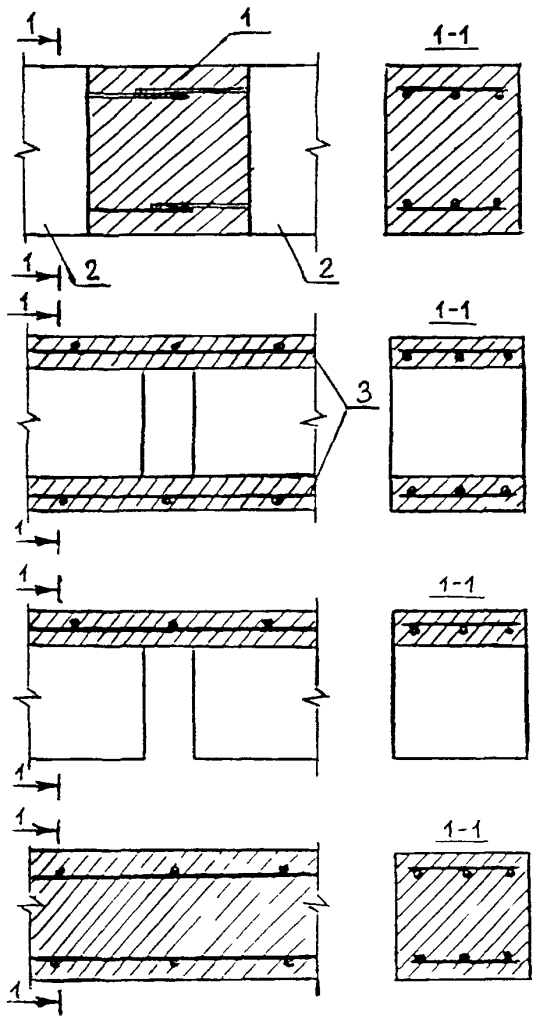


**Рис.1 Конструктивные решения соединений элементов мелкозаглубленных ленточных фундаментов**

а) сборно-монолитный фундамент из железобетонных блоков с выпусками арматуры,
б) фундамент из бетонных блоков с армопоясами
в) фундамент из бетонных блоков с железобетонным поясом
г) монолитный железобетонный фундамент
1 - монолитный бетон 2 - сборные железобетонные блоки с выпусками арматуры 3 - армированные пояса, 4 - железобетонный пояс 5 - монолитный железобетон

**Примечание** При необходимости (определяется расчетом по СНиП 2 03 01- 84) армирование монолитных фундаментов производится каркасами

**Приложение3**
**Рекомендуемое**

## РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ ПУЧЕНИЯ ОСНОВАНИИЯ И ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ В ФУНДАМЕНТАХ

1 Расчет деформаций пучения основания и усилий в фундаментах выполняется в следующей последовательности

а) производится расчет фундамента по устойчивости на воздействие касательных сил морозного пучения,

б) при предварительно принятых значениях глубины заложения фундамента и толщины подушки из непучинистого материала определяется расчетная величина подъема ненагруженного основания $h_{fi}$,

в) рассчитывается средняя скорость пучения грунта, промерзающего под подошвой фундамента $V_{fi}$

г) определяется удельная нормальная сила пучения $P_r$,

д) вычисляются подъем и относительная деформация основания под фундаментом $h_{fp}$ и $l_{fp}$ с учетом давления под его подошвой,

е) рассчитываются внутренние усилия в фундаменте, вызванные деформацией пучения грунта основания

2 Устойчивость фундамента на действие касательных сил морозного пучения грунтов производится в соответствии со СНиП 2 02 04-88

При этом коэффициент условий работы основания по боковой поверхности фундамента $\gamma_r$ определяется по эмпирической зависимости

$$\gamma_r = 1 - 0{,}87\sqrt{t}, \qquad (1)$$

где t – ширина, м, пазух траншей (котлованов), заполненных засыпкой из непучинистого материала

3 В случае если условие (1) не соблюдается, необходимо применять противопучинные мероприятия в том числе увеличение ширины пазух засыпаемых непучинистым материалом, обработка боковых поверхностеи фундамента пластическими смазками уменьшающими касательные силы пучения и др

Существенное снижение влияния касательных сил пучения на фундамент достигается, если его боковые грани выполнены наклонными, т.е когда ширина верхнего обреза фундамента меньше ширины его подошвы.

4. Подъем ненагруженного основания $h_{fi}$ при пучении грунта ниже подошвы фундамента определяется по одной из формул, приведенных в табл. 1, в соответствии с тремя расчетными схемами, отражающими изменение относительной деформации пучения грунта по глубине в зависимости от рельефа местности, гидрогеологических условий участка строительства и увлажненности грунта. Входящая в эти формулы величина подъема ненагруженной поверхности грунта $h_f$ определяется по формуле

$$h_f = \varepsilon_{fh} \cdot d_f , \qquad (3)$$

где $\varepsilon_{fh}$ - относительная деформация морозного пучения грунта, доли ед., определяется по результатам испытаний грунтов или по графикам (см. рис.1),

$d_f$ - расчетная глубина промерзания грунта, см, определяемая по СНиП 2.02.01-83*

5 Средняя скорость пучения грунта, промерзающего ниже подошвы фундамента определяется по формуле

$$V_{fi} = \frac{h_{fi}}{t_d} , \qquad (4)$$

где $h_{fi}$ - то же значение, что в п 4,

$t_d$ - продолжительность периода, мес, промерзания грунта под фундаментом, равная

$$t_d = e_o \left[ 1 - \left( \frac{d + h_n}{d_f} \right)^2 \right] \qquad (5)$$

где $t_o$ - продолжительность зимнего периода, мес., определяется по СНиП 23.01.99

Значения $d_f$ и $h_n$ те же, что в п 4 (табл 1)

6 Удельная нормальная сила пучения $P_r$ МПа, определяется по формуле

$$P_r = \frac{\alpha h_{fi}}{mDb} , \qquad (6)$$

где α - эмпирический коэффициент, Мпа, принимаемый равным $\alpha = 2 + 5{,}38\ V_{fi}$,

b - ширина подошвы фундамента, см;

m - коэффициент условий работы основания под подошвой фундамента, принимаемый m = 1 для ленточных фундаментов и

$m = \sqrt{\frac{A}{A_1}}$ для столбчатых фундаментов,

здесь A - площадь, м$^2$, подошвы фундамента, $A_1 = 1$м$^2$;

D – коэффициент, равный

$D_л = 0{,}32\ (4 + 3 \ln \frac{d_f - d}{b})$ - для ленточных фундаментов и

$D_c = 0{,}6\sqrt{\psi}\ \mathrm{arctg} \frac{2(d_f - d)}{b\sqrt{\psi}}$ - для столбчатых фундаментов.

Значения коэффициента ψ зависят от отношения длины подошвы столбчатого фундамента l к ее ширине b и определяются по табл.2.

Таблица 2.

Значение коэффициента ψ

| l / b | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ψ | 2,04 | 2,35 | 2,70 | 3,15 | 3,48 | 3,76 |

**Примечания.** 1. Значения коэффициентов $D_л$ и $D_c$ могут быть определены по графикам (рис 1 и рис. 2)

2 Для промежуточных значений ψ коэффициент $D_c$ определяется по интерполяции (рис 2)

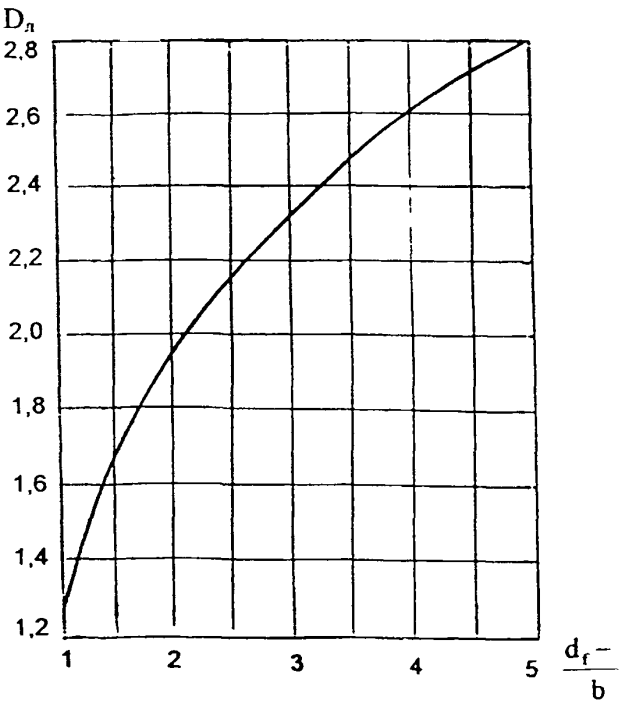


**Рис.1. Значения $D_л$ в зависимости от $\frac{d_f - d}{b}$.**

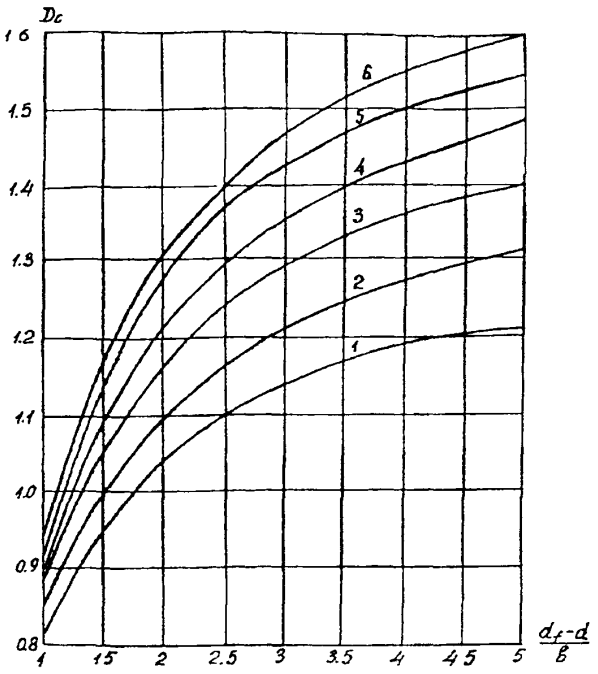


**Рис. 2. Значения $D_c$ в зависимости $\frac{d_f - d}{b}$ при отношении l/b, равном: 1-1; 2-1,2; 3-1,4; 4-1,6; 5-1,8; 6-2.**

7. Подъем основания фундамента при промерзании пучинистого грунта под его подошвой с учетом передаваемого на грунт давления от здания определяется по формуле

$$h_{fp} = h_{fi}\left(1 - \beta\frac{P}{P_r}\right), \qquad (7)$$

где P - давление, Мпа, под подошвой фундамента от расчетной (по второй группе предельных состояний) нагрузки;

β - коэффициент, учитывающий влияние толщины подушки на напряженное состояние подстилающего ее пучинистого грунта, определяется по табл. 3.

8. Относительная деформация пучения основания фундамента с учетом жесткости конструкций определяется по формуле

$$e_{fp} = \frac{h_{fi}\cdot 10^{-2}}{L}\cdot\omega, \qquad (8)$$

где ω - коэффициент, зависящий от отношения $\frac{\beta P}{P_r}$ и показателя гибкости К системы фундамент - стена здания, методика расчета которого приведена в Приложении 4. Значение ω определяется по графикам (рис. 3).

L – длина фундамента здания (отсека здания);

$h_{fi}$ – то же значение, что в п.4.

9. В том случае, когда условия (3) и (4) не выполняются, принимается большая глубина заложения фундамента с повторным расчетом его устойчивости на воздействие касательных сил пучения (1), большая толщина подушки, увеличивается жесткость стены путем устройства железобетонных или армированных поясов, выполняются инженерно-мелиоративные, тепловые и химические мероприятия, направленные на уменьшение влажности окружающего фундамент грунта и глубины его промерзания. Выбор того или иного мероприятия или совокупности их зависит от конкретных условий строительства.

10. Максимальные значения изгибающего момента M, кН.м, и поперечной силы F, кН, возникающих в системе фундамент-стена здания, определяются по формулам

$$M = -\frac{8[EJ]}{L^2}K^2\cdot\eta\cdot h_{fi}\cdot 10^{-2}; \qquad (9)$$

$$F = -\frac{16[EJ]}{L^3}K^3\cdot\eta_1\cdot h_{fi}\cdot 10^{-2}; \qquad (10)$$

где $[EJ]$ - приведенная жесткость на изгиб, Кн.м$^2$, системы фундамент – стена здания, определяемая в соответствии с Приложением 4;

Таблица 3.

| Отношение толщины подушки к ширине подошвы фундамента $h_n/b$ | Фундамент | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ленточный | Столбчатый при l/b | | | | | |
| | | 1,0 | 1.2 | 1,4 | 1,6 | 1.8 | 2.0 |
| 0,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 0,25 | 0,90 | 0,89 | 0,90 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,95 |
| 0,50 | 0,80 | 0,67 | 0,70 | 0,73 | 0,76 | 0,78 | 0,79 |
| 0,75 | 0,70 | 0,48 | 0,51 | 0,55 | 0,58 | 0,61 | 0,63 |
| 1,00 | 0,60 | 0,34 | 0,37 | 0,40 | 0,44 | 0,46 | 0,49 |
| 1,25 | 0,50 | 0,25 | 0,27 | 0,30 | 0,74 | 0,36 | 0,39 |
| 1,50 | 0,40 | 0,18 | 0,21 | 0,23 | 0,26 | 0,28 | 0,3 |

Примечание Для промежуточных значений $h_n/b$ и l/b коэффициент β определяется по интерполяции.

$\eta$ и $\eta_1$ - коэффициенты, значения которых определяются по графикам (рис. 4. и рис. 5).

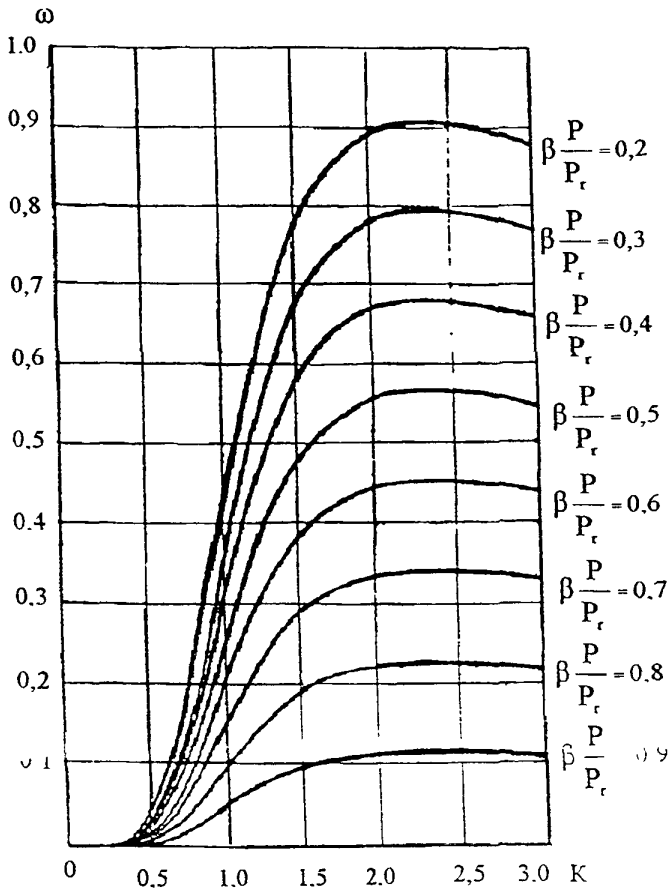


**Рис.3. Зависимость ω от К при разных значениях $\frac{\beta P}{Pr}$.**

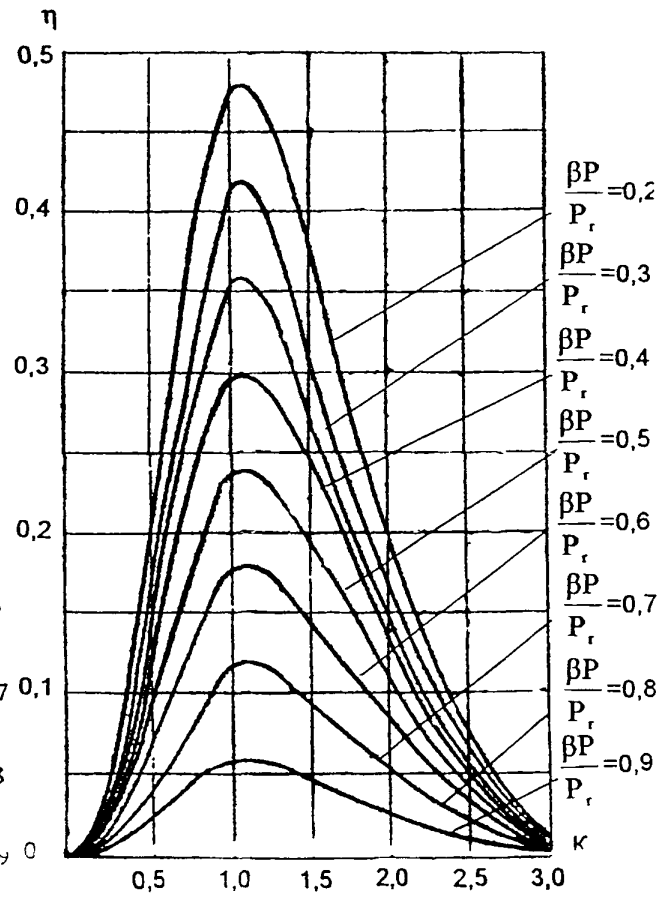


**Рис. 4. Зависимость η от К при разных значениях $\frac{\beta P}{P_r}$.**

11. Изгибающие моменты и поперечные силы в отдельных конструктивных элементах (фундамент, цоколь, стена) определяются по формулам

$$M_i = M\frac{E_i J_i}{[EJ]}; \qquad (11)$$

$$F_i = F\cdot\frac{G_i\cdot A_i}{\sum_{i=1}^{n} G_i\cdot A_i} \qquad (12)$$

где $E_iJ_i$ и $G_iA_i$ - соответственно изгибная жесткость, кН.м$^2$, и сдвиговая жесткость, кН, i-го конструктивного элемента:

$[EJ]$ - то же значение, что в п 9,

$E_i, G_i$ - соответственно модуль упругости и модуль сдвига материала i-го конструктивного элемента, кН/м$^2$

$A_i$ - площадь поперечного сечения i –го конструктивного элемента, м$^2$

**Примечание.** При выполнении п. 2 Приложения 4 в расчет вводятся приведенные значения изгибной жесткости $[EJ]$.

12. Силы $F_i$, возникающие в связях панельных стен, определяются по формуле

$$F_i = M\frac{(d_j - y_o)E_i\cdot J_i}{[EJ]}, \qquad (13)$$

где $d_j, y_o, A_i$ - те же значения, что в формуле (13) Приложения 4

По найденным внутренним усилиям в соответствии с требованиями СНиП 2 03 01-84* и СНиП II-22-81 производится расчет прочности мелкозаглубленного ленточного фундамента или фундаментной балки столбчатых фундаментов, а также конструктивных элементов стены здания

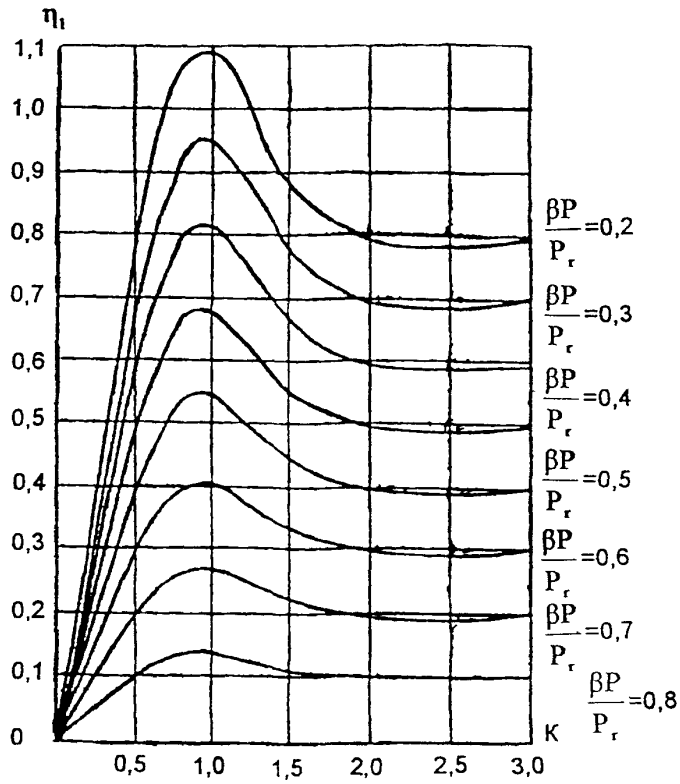


**Рис. 5. Зависимость $\eta_1$ от К при разных значениях $\frac{\beta P}{P_r}$.**

**Примечание.** Допускается не производить расчет прочности элементов стены, если выполняется условия $e_{fp} \le \left(\frac{\Delta S}{L}\right)_u$.

13. Учитывая знакопеременный характер деформаций оснований из пучинистых грунтов (подъем в период промерзания и осадка при оттаивании), железобетонные элементы следует армировать одинаково в верхней и нижних частях сечений.

**Приложение 4.**
**Рекомендуемое**

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ГИБКОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

1. Показатель гибкости конструкций здания определяется по формуле

$$K = \frac{L}{2}\sqrt[4]{\frac{C}{4[EJ]}}, \qquad (1)$$

где $[EJ]$ - приведенная жесткость на изгиб, кН.м$^2$ поперечного сечения конструкций здания в системе фундамент – цоколь – пояс усиления – стена,

L - длина стены здания (отсека), м;

C - коэффициент жесткости основания при пучении грунта, кН/м$^2$.

Для оснований ленточных фундаментов

$$C = \frac{P_r b}{h_{fi}}, \qquad (2)$$

для оснований столбчатых фундаментов

$$C = \frac{P_r A_f}{L h_{fi}} n_i, \qquad (3)$$

где $A_i$ - площадь подошвы i-го фундамента, м$^2$;

n - число столбчатых фундаментов в пределах длины стены здания (отсека).

Значения $P_r$, $h_{fi}$, b -те же, что в п. 6 Приложения 3.

2. При условии обеспечения совместной работы всех элементов жесткость фундамента, цоколя и пояса усиления определяется по формулам

$$[EJ]_f = \gamma_f E_f \left(J_f + A_o \cdot y_o^2\right) \qquad (4)$$

$$[EJ]_z = \gamma_z E_z \left(J_z + A_z \cdot y_z^2\right) \qquad (5)$$

$$[EJ]_p = \gamma_p E_p \left(J_p + A_p \cdot y_p^2\right) \qquad (6)$$

где $E_f$, $E_z$, $E_p$ - соответственно модули деформации кПа материала фундамента цоколя, пояса усиления;

$J_f$, $J_z$, $J_p$ - сооответственно момент инерции, м$^4$, поперечного сечения фундамента, цоколя и пояса усиления относительно собственной главной центральной оси;

$A_f$, $A_z$, $A_p$ - соответственно площади поперечного сечения, м$^2$, фундамента, цоколя и пояса усиления;

$y_o$, $y_z$, $y_p$ - соответственно расстояния, м, от главной центральной оси поперечного сечения фундамента, цоколя и пояса усиления до условной нейтральной оси сечения всей системы;

$\gamma_f, \gamma_z, \gamma_p$ - соответственно коэффициенты условий работы фундамента, цоколя, пояса усиления, принимаемые равными 0,25.

3. Жесткость на изгиб, кН.м$^2$, стен из кирпича, блоков, монолитного бетона (железобетона) определяется по формуле

$$[EJ]_s = \gamma_s E_s \left(J_s + A_s y_s^2\right), \qquad (7)$$

где $E_s$ - модуль деформации материала стены, кПа;

$\gamma_s$ - коэффициент условий работы стены, принимаемый равным 0,15 – для стен из кирпича; 0,2 - для стен из блоков, 0,25 - для стен из монолитного бетона,

$J_s$ - момент инерции поперечного сечения стены, м$^4$, определяется по формуле (8);

$A_s$ - площадь поперечного сечения стены, м$^2$

$У_s$ - расстояние, м, от главной центральной оси поперечного сечения стены до условной нейтральной оси сечения всей системы.

Момент инерции поперечного сечения стены определяется по формуле

$$J_s = \frac{2J_1J_2}{J_1+J_2} \qquad (8)$$

где $J_1$ $J_2$ соответственно момент инерции сечения стены по проемам и простенкам, м$^4$.

Площадь поперечного сечения стены определяется по формуле

$$A_s = 2\cdot\sqrt[3]{\frac{3J_1J_2b_s^2}{J_1+J_2}}, \qquad (9)$$

где b - толщина стены, м.

Расстояние от центра тяжести приведенного поперечного сечения стены до ее нижней грани определяется по формуле

$$У = \sqrt[3]{\frac{3J_1J_2}{(J_1+J_2)b_s}}, \qquad (10)$$

4 Расстояние от главной центральной оси поперечного сечения фундамента до условной нейтральной оси системы фундамент – цоколь – пояс усиления – стена определяется по формуле

$$У_o = \frac{\sum_1^n [E_iA_i]\gamma_i У}{\sum_1^n [E_iA_i]\gamma_i}, \qquad (11)$$

где $E_i$, $A_i$ – соответственно модуль деформации и площадь поперечного сечения i-го конструктивного элемента,

$\gamma_i$ - коэффициент условий работы i-го конструктивного элемента,

$У_i$ - расстояние от главной нейтральной оси поперечного сечения i-го конструктивного элемента до главной центральной оси поперечного сечения фундамента

5 При невозможности обеспечения совместной работы фундамента, цоколя и стены жесткость на изгиб системы конструктивных элементов определяется по формуле

$$[EJ] = \gamma_f E_f J_f + \gamma_z E_z J_z + \gamma_p E_p J_p + \gamma_s E_s J_s \qquad (12)$$

Значения входящих в формулу (12) параметров те же, что в п п 3 и 4

**Примечание.** 1 Жесткость на изгиб фундамента, состоящего из блоков, не связанных между собой, принимается равной нулю

2 Если цоколь является продолжением фундамента или обеспечена их совместная работа, они рассматриваются как единый конструктивный элемент.

6 Жесткость на изгиб, кН м$^2$, стен из панелей определяется по формуле

$$[EJ]_s = \sum_1^m [E_jA_j](d_j - y_o)^2, \qquad (13)$$

где $E_jA_j$ - соответственно модуль упругости, кПа, и площадь поперечного сечения, м$^2$, j-ой связи;

m - число связей между панелями;

$d_j$ - расстояние от j-ой связи до главной центральной оси поперечного сечения фундамента, м;

$y_o$ - расстояние от главной центральной оси поперечного сечения фундамента до условной нейтральной оси системы фундамент – стена здания, определяемое по формуле

$$y_o = \frac{\sum_1^n [E_iA_i]\gamma_i y_i + \sum_1^m [E_jA_j]d_j}{\sum_1^n [E A]\gamma + \sum_1^m [E A]} \qquad (14)$$

в которой n - число конструктивных элементов в системе фундамент – стена

**Приложение 5**
**Рекомендуемое**

## РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ДЕФОРМАЦИЙ ПУЧЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ НА ЛОКАЛЬНО УПЛОТНЕННОМ ОСНОВАНИИ

1 Несущая способность основания забивного блока, фундамента в выштампованном и вытрамбованном котловане определяется по формуле

$$F_d = \gamma_v F_{do}\frac{1-K_o+K_o\sqrt{\xi s_u/s_o}}{1-K_o\xi s_u/s_o}, \qquad (1)$$

где $\gamma_v$ - коэффициент условий работы, принимаемый равным 1 – для забивного блока, 0,95 – для фундамента в выштампованном котловане, 0,9 - для фундамента в вытрамбованном котловане,

$F_{do}$ - расчетная несущая способность основания на боковой поверхности фундамента, кН, при осадке $s_o$ = 8 см (определяется в сответствии с п 2),

$K_o$ - коэффициент, равный отношению нагрузки, воспринимаемой подошвой фундамента, к общей нагрузке при осадке $s_o$ = 8 см, условно принимаемой за предельную (определяется по табл.1);

$\xi$ - коэффициент, учитывающий нарастание осадки во времени, принимаемый равным: 0,4 – при $J_L \leq 0,25$; 0,3 – при $0,25 \leq J_L \leq 0,6$; 0,2 – при $J_L > 0,6$;

$s_u$ - предельная средняя осадка основания, см, принимаемая согласно СНиП 2.02.01-83*.

Таблица 1

| Расчётный показатель текучести грунта природной структуры $J_L$, доли.ед. | Значения $K_o$ для фундаментов с отношением площади боковой поверхности $A_б$ к площади подошвы $A_п$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 10 | 15 | 25 |
| 0,2 | ≤ 0,48 | 0,43 | 0,39 | ≥0,34 |
| 0,4 | ≤0,45 | 0,41 | 0,36 | ≥0,32 |
| 0,6 | ≤0,42 | 0,38 | 0,34 | ≥0,30 |
| 0,8 | ≤0,36 | 0,32 | 0,30 | ≥0,26 |

**Примечания:** 1. Расчётный показатель текучести грунта принимается равным средневзвешенному значению его в пределах глубины, равной 1,7 d ( где d – глубина заложения фундамента)

2. При промежуточных значениях $J_L$ и $\frac{A_б}{A_п}$ коэффициент $K_o$ определяется по интерполяции.

2. Несущая способность основания на боковой поверхности фундамента, кН, определяется по формуле

$$F_{dб} = 4\left[V\left(tg\alpha + tg\varphi_y\right) + c_y A\right], \qquad (2)$$

где V – равнодействующая сил отпора грунта по грани фундамента, кН (определяется в соответствии с п. 3);

α – угол наклона боковых граней фундамента к вертикали, град.;

A – площадь боковой поверхности грани фундамента, м$^2$;

$\varphi_y$ и $C_y$ – соответственно угол внутреннего трения, град., и удельное сцепление, кПа, уплотненного грунта (определяется по табл. 2).

Таблица 2

| Расчётный показатель текучести грунта природной структуры $J_L$, доли ед | $\varphi_y$, град | $C_y$, кПа |
|---|---|---|
| $J_L \leq 0,1$ | $\varphi_{II}$ | 0,8 $C_{II}$ |
| $0,1 < J_L \leq 0,2$ | $\varphi_{II}+1°$ | 1,1 $C_{II}$ |
| $0,2 < J_L \leq 0,5$ | $\varphi_{II}+2°$ | 1,6 $C_{II}$ |
| $0,5 < J_L \leq 0,8$ | $\varphi_{II}+1°$ | 1,4 $C_{II}$ |

3. Равнодействующая сил отпора грунта, кПа, определяется по формуле

$$V = \frac{\lambda s_o d_2}{2}\left(b - \frac{4d}{3}tg\alpha\right)\sin\alpha, \qquad (3)$$

где λ – эмпирический коэффициент, кН/м$^3$ (определяется в соответствии с п. 4);

d – глубина заложения фундамента, м;

b – ширина фундамента, м, на уровне поверхности планировки.

4.Значение коэффициента λ, тс/м$^3$, определяется по формуле

$$\lambda = \gamma_\alpha \lambda_o \left(1 - 1,15 J_L\right)\frac{d_1}{d}, \qquad (4)$$

где $\gamma_\alpha$- коэффициент условий работы, принимаемый равным 1 – при α = 10° и 0,6 – при α = 5°;

$\lambda_o$- постоянная величина, равная 4.10$^4$ кН/м$^4$;

$d_1$ – глубина заложения фундамента, равная 1 м;

$J_L$ и d – те же значения, что в п. 1 и п. 3.

**Примечание.** При промежуточных значениях α коэффициент $\gamma_\alpha$ определяется по интерполяции.

5. Несущую способность оснований забивных блоков, фундаментов в выштампованных, в вытрамбованных котлованах, устраиваемых в песках мелких и пылеватых, допускается определять в соответствии с п.п. 1 – 4, принимая $J_L$ равным соответственно 0,3 и 0,4.

6. При прочих равных условиях расчетную нагрузку на фундамент в вытрамбованных траншеях допускается принимать равной $\frac{F_d}{2b}$. Значение $F_d$ определяется в соответствии с п. 1 по формуле (1).

7. Подъем силами пучения фундамента в вытрамбованном (выштампованном) котловане, забивного блока определяется по формуле

$$h_{fp} = \nu \cdot h_f \left(1 - \frac{N}{N_П}\right), \quad (5)$$

где $\nu$ - относительное выпучивание ненагруженного фундамента, определяемое по эмпирической зависимости

$\nu = (0{,}002\alpha - 0{,}05)\frac{1{,}2 d_f}{\alpha d}$, в которой

$\alpha$ – угол наклона боковых граней фундамента к вертикали, град;

$d_f$ и $d$ – соответственно глубина промерзания грунта и глубина заложения фундамента;

$h_f$ – деформация пучения (подъем) ненагруженной поверхности грунта природной структуры, определяется в соответствии с п. 4 Приложения 3.

N – расчетная нагрузка на фундамент ( для второй группы предельных состояний), кН;

$N_П$ – действующая на фундамент сила пучения, кН;

8. Сила пучения определяется по формуле

$$N_П = K_{ут}(1 + 0{,}04\alpha)\tau_{fh} A_{fh} \cos\alpha + K_{ур_r} P_r A_{fi} \quad (6)$$

где $K_{ут}$ - коэффициент, характеризующий влияние уплотнения грунта на касательные силы пучения, принимается равным 0,7;

$\tau_{fh}, A_{fh}$ - те же значения, что в п. 6 Приложения 3;

$P_r$ – то же значение, что в п. 6 Приложения 3;

$A_{fi}$ – площадь подошвы фундамента, м$^2$;

$K_{ур_r}$ - коэффициент, характеризующий влияние уплотнения грунта на нормальные силы пучения, определяется из выражений:

при $\frac{d_y}{d_f - d} \geq 1$, $K_{ур_r} = \varepsilon_{fi}$; (7)

при $\frac{d_y}{d_f - d} < 1$, $K_{ур_r} = 1 - (1 - \varepsilon_{fi})\frac{d}{d_f - d}$, (8)

в которых $d_y$ – глубина зоны уплотнения, определяемая из выражения

$$d_y = 0{,}6d(1 - 0{,}01\alpha)(d+1)\left(0{,}6 + \frac{0{,}017}{W - W_p}\right); \quad (9)$$

$\varepsilon_{fi}$ - отношение средней относительной деформации пучения уплотненного грунта к средней относительной деформации пучения грунта природной структуры, равное

$$\varepsilon_{fi} = 1{,}05(W - W_p) + 0{,}47, \quad (10)$$

где W и $W_p$ – соответственно природная влажность грунта и влажность на границе раскатывания

9. Подъем фундамента в вытрамбованной траншее определяется по формуле (5) при действующей на него силе пучения, равной

$$N_П = K_{ут}(1 + 0.04\alpha)\tau_{fh} \cdot n \cdot d\cos\alpha + K_{ур_r} P_r b, \quad (11)$$

где d – глубина заложения фундамента, м;

n – число боковых граней фундамента, контактирующих с промерзающим грунтом, равное 1 и 2 соответственно для отапливаемых и не отапливаемых зданий;

$b_n$ – ширина подошвы фундамента;

$K_{ут}, \alpha, \tau_{fh}, K_{ур_r}, P_r$ - те же значения, что в п. 8.

10. При расчете по деформациям пучения фундамента на локально уплотненном основании кроме требований (3), (4) необходимо выполнить условие

$$S_{от} \geq h_{fp}, \quad (12)$$

где $S_{от}$ – осадка фундамента при оттаивании грунта;

$h_{fp}$ – то же значение, что в п. 5.2.2.

Условие (12) считается выполненным, если

$$N \geq \frac{F_d}{\gamma_к}\left(1 - K_o + K_o\sqrt{\frac{h_{fp}}{S_o}}\right) \quad (13)$$

11. Относительная деформация пучения основания определяется в соответствии с п. 8 Приложения 3.

При вычислении показателя гибкости К коэффициент жесткости основания следует принимать: для ленточного фундамента

$$c = \frac{N_n}{\nu h_f l_1}, \quad (14)$$

для столбчатого фундамента

$$c = \frac{N_n n}{\gamma h_f L}, \quad (15)$$

где $h_f$ – подъем ненагруженной поверхности грунта, м;

$l_1$ = 1м,

n – число столбчатых фундаментов в пределах длины здания L, м.

При определении $\omega$ значения $\frac{\beta P}{P_r}$ принимаются: для ленточного фундамента $\frac{ql}{N_n n}$;

для столбчатого фундамента $\frac{ql_1}{N_n n}$,

где q - нагрузка, передаваемая на фундамент 1 м стены, кН/м.

12. Внутренние усилия в системе фундамент (фундаментная балка) – стена здания и в отдельных конструктивных элементах вычисляются в соответствии с п.п. **10, 11** Приложения 3.

При определении $\eta$ и $\eta_1$ значения $\frac{\beta P}{P_r}$ принимаются согласно п.11 настоящего Приложения.

**Приложение 6.**
**Справочное**

## Основные буквенные значения

$E_{fh}$ - относительная деформация морозного пучения;

$d_{fh}$ - нормативная глубина промерзания грунта;

$d_w$ - глубина залегания подземных вод;

$Z$ - минимальное расстояние между нормативной глубиной промерзания и глубиной залегания подземных вод;

$W_p$ - влажность на границе раскатывания;

$W_L$ - влажность на границе текучести;

$J_p$ - число пластичности;

$W$ - расчетная предзимняя влажность;

$R_f$ - параметр вычисления относительной деформации морозного пучения грунта;

$W_{cr}$ - критическая влажность;

$\rho_w$ - плотность воды;

$M_0$ - абсолютное значение средней многолетней температуры воздуха за зимний период;

$W_{sat}$ - полная влагоемкость грунта;

$S_r$ - степень влажности песков;

$h_{fi}$ - расчетный подъем нагруженного основания на уровне подошвы фундамента при пучении грунта под фундаментом;

$h_{fp}$ - расчетное значение подъема основания от пучения грунта под фундаментом;

$e_{fp}$ - расчетная относительная деформация пучения грунта под фундаментом;

$S_u$ - предельное значение подъема основания.

$\left(\frac{\Delta S}{l}\right)_u$ - предельное значение относительной деформации основания;

$N$ - расчетная нагрузка на фундамент;

$F_d$ - расчетная несущая способность грунта основания;

$У_к$ - коэффициент надежности;

$S_{от}$ - осадка фундамента после оттаивания;

$\rho_d$ - плотность грунта в сухом состоянии;

$W_m$ - средневзвешенное значение влажности грунта в слое $d_{fm}$;

$\Omega_e$ - расчетное количество осадков, выпавших за летний период предшествующий моменту проведения изыскания;

$\Omega_{oc}$ - расчетное количество осадков, выпавших за предзимний период;

$t_{oc}$ - предзимний период;

$t_e$ - продолжительность периода;

$K$ - коэффициент фильтрации;

$V_{fi}$ - расчетная средняя скорость пучения грунта;

$P_z$ - удельная нормальная сила пучения;

$L_{fp}$ - относительная деформация основания под фундаментом;

$\gamma_\tau$ - коэффициент условий работы основания по боковой поверхности фундамента;

t - ширина пазух траншей (котлованов);

$h_f$ - величина подъема ненагруженной поверхности грунта;

$d_f$ - расчетная глубина промерзания грунта;

$t_d$ - продолжительность периода промерзания грунта под фундаментом;

$t_o$ - продолжительность зимнего периода;

$\alpha$ - эмпирический коэффициент;

l - ширина подошвы фундамента;

m - коэффициент условий работы оснований под подошвой фундамента;

A - площадь подошвы фундамента;

$Д_л Д_{ci} \Psi$ - эмпирические коэффициенты;

P - давление под подошвой фундамента;

$\rho$ - коэффициент учитывающий влияние толщины подушки на погруженное состояние подстилающего её пучинистого грунта;

K- показатель гибкости;

L - длина фундамента;

$E_i J_i$ - изгибная жесткость;

$G_i A_i$ - сдвиговая жесткость;

$E_i$ - модуль упругости;

$G_i$ - модуль сдвига материала;

$A_i$ - площадь поперечного сечения конструктивного элемента;

$M_i$ -изгибающий момент;

$F_i$ - поперечная сила;

$d_i$ - расстояние от j – ой связи до главной центральной оси поперечного сечения фундамента;

$y_o$ - расстояние от главной центральной оси поперечного сечения фундамента;

C - коэффициент жесткости основания при пучении грунта;

n - число столбчатых фундаментов;

$\gamma$ - коэффициент условий работы фундамента;

m - число связей между панелями;

$\gamma_y$ - коэффициент условий работы;

$F_{дб}$ - расчетная несущая способность основания по боковой поверхности фундамента;

$\alpha$ - угол наклона боковой грани фундамента;

$\varphi$ - угол внутреннего трения;

C - удельное сцепление;

d - глубина заложения фундамента;

V - относительное выпучивание ненагруженного фундамента;

$N_п$ - действующая на фундамент сила пучения;

$d_y$ - глубина зоны уплотнения;

gost.e-ecolog.ru