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

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть II, раздел Б

Глава 6

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

СНиП II-Б.6-66

Заменен СНиП II-18-76
с 1/I-1979 г. см: БСТ N3, 1977 г. с. 27

Москва — 1967

разработка правовой документации

Издание официальное

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

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть II, раздел Б

Глава 6

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

СНиП II-Б.6-66

Внесено изменение — БСТ N 7, 1973 г. с. 9. (см. контр. экз.)

Утверждены
Государственным комитетом Совета Министров СССР
по делам строительства
17 сентября 1966 г.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Москва — 1967

УДК 624.15 : 551.34 : 721.011(083 75)

Глава СНиП II-Б.6-66 «Основания и фундаменты зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах. Нормы проектирования» разработана в развитие глав СНиП II-А.10-62 «Строительные конструкции и основания. Основные положения проектирования» и II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования» и «Указаний по проектированию населенных мест, предприятий, зданий и сооружений в Северной строительно-климатической зоне» (СН 353-66).

С вводом в действие главы СНиП II-Б.6-66 с 1 июля 1967 г. утрачивают силу «Технические условия проектирования оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах» (СН 91-60).

Глава СНиП II-Б.6-66 разработана НИИ оснований и подземных сооружений Госстроя СССР с участием институтов Красноярский Промстройниипроект и ПНИИИС Госстроя СССР, Ленинградского филиала института Союзморниипроект — Ленморниипроект Министерства морского флота, институтов Фундаментпроект Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР и ЦНИИС Министерства транспортного строительства и кафедры мерзлотоведения геологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Редакторы: *инж. Л. Е. ТЕМКИН* (Госстрой СССР), *д-р техн. наук С. С. ВЯЛОВ, канд. техн. наук В. Ф. ЖУКОВ* (НИИ оснований и подземных сооружений Госстроя СССР)

3—2—4
План I кв. 1967 г., № 1/3

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы и правила	СНиП II-Б.6-66
	Основания и фундаменты зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах. Нормы проектирования	Взамен СН 91-60

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие нормы распространяются на проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых в районах распространения вечномерзлых грунтов (рис. 1).

Примечания: 1. Настоящие нормы не распространяются на проектирование оснований гидротехнических сооружений, железных и автомобильных дорог, мостов, труб и аэродромных покрытий.

2. Проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах и на подрабатываемых территориях, должно осуществляться с учетом дополнительных требований главы СНиП II-А.12-62 «Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования» и «Указаний по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях» (СН 289-64).

1.2. Основания и фундаменты зданий и сооружений, возводимых в районах распространения вечномерзлых грунтов, надлежит проектировать в соответствии с требованиями глав СНиП II-А.10-62 «Строительные конструкции и основания. Основные положения проектирования», II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования», II-Б.5-67 «Свайные фундаменты. Нормы проектирования», «Указаний по проектированию населенных мест, предприятий, зданий и сооружений в Северной строительно-климатической зоне» (СН 353-66), а также настоящей главы СНиП.

Проектирование оснований и фундаментов следует вести на основе данных инженерно-геологических, гидрогеологических и мерзлотно-грунтовых изысканий и исследований, выполняемых в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Возможность использования для строительства зданий и сооружений площадок, подверженных оползням, карсту, термокарсту[1], наледям и солифлюкции[2], должна решаться на основе результатов специально проводимых исследований.

1.3. Основания и фундаменты должны проектироваться с учетом теплового и механического взаимодействия зданий и сооружений с грунтами оснований, исходя из конструктивных особенностей и размеров, назначения, режима эксплуатации зданий и сооружений и материалов изысканий и исследований.

При проектировании необходимо учитывать возможные изменения мерзлотно-грунтовых условий и температурного режима вечномерзлых грунтов, которые произойдут в результате: освоения территории застройки, эксплуатации возведенных на ней и на соседних участках зданий и сооружений, подземных и надземных коммуникаций и устройств, уничтожения растительного слоя и снегового покрова, устройства канав, водоемов и т. п.

---

[1] Термокарст — образование провальных форм рельефа вследствие оттаивания льдистых вечномерзлых грунтов или подземного льда.

[2] Солифлюкция — течение грунта по склону, вызванное процессом сезонного промерзания-оттаивания.

Внесены Научно-исследовательским институтом оснований и подземных сооружений Госстроя СССР	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 17 сентября 1966 г.	Срок введения 1 июля 1967 г.

1* Зак. 837

1.4. Мерзлотно-грунтовые и гидрогеологические условия строительной площадки характеризуются:

а) распространением и залеганием вечномерзлых грунтов;

б) составом, сложением и строением грунтов;

в) температурным режимом грунтов;

г) толщиной сезонноотаивающих и сезоннопромерзающих слоев;

д) физико-механическими свойствами грунтов;

е) мерзлотными процессами (пучение, наледи, термокарст, солифлюкция, трещинообразование);

ж) наличием и видом грунтовых вод;

з) климатическими условиями района строительства.

1.5. В районах распространения вечномерзлых грунтов необходимо проводить наблюдения за состоянием возводимых зданий и сооружений, изменениями температурного режима грунтов основания и за режимом грунтовых вод в период возведения и во время эксплуатации зданий и сооружений. Программа указанных наблюдений устанавливается проектной организацией в зависимости от назначения зданий или сооружений, их класса, конструктивных особенностей, а также от мерзлотно-грунтовых условий и принятого принципа использования грунтов в качестве оснований (см. п. 3.2).

При крупных строительствах с генеральной сметой свыше 10 млн. руб. с самого начала изысканий организуется мерзлотная станция для выполнения вышеуказанных требований. Мерзлотная станция организуется заказчиками объектов строительства.

2. НОМЕНКЛАТУРА ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ

2.1. Грунты всех видов называются **мерзлыми,** если они имеют отрицательную или нулевую температуру и содержат в своем составе лед; эти грунты называются **вечномерзлыми,** если они находятся в мерзлом состоянии в продолжение многих (от 3 и более) лет.

Поверхностный слой грунта в районах распространения вечномерзлых грунтов, подвергаемый сезонному оттаиванию и промерзанию, называется:

сезоннопромерзающим — оттаивающий летом и промерзающий зимой, но без слияния с толщей вечномерзлого грунта;

сезонноотаивающим — оттаивающий летом и промерзающий зимой до полного слияния с толщей вечномерзлого грунта.

Примечание. Слои грунтов, замерзшие зимой и не оттаивающие в течение одного-двух лет, называются перелетками.

2.2. Наименование видов мерзлых грунтов принимают по номенклатуре грунтов главы СНиП II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования» (пп. 2.1—2.4, 2.6—2.8 и 2.10) в соответствии с характеристиками этих грунтов, которые они приобретают после оттаивания.

В отличие от номенклатуры грунтов по СНиП II-Б.1-62 для мерзлых глинистых грунтов, содержащих частиц размером от 0,05 до 0,005 *мм* больше 50%, к обычному наименованию добавляется наименование «пылеватые».

2.3. Мерзлые грунты по их состоянию подразделяются на: **твердомерзлые** — прочно сцементированные льдом, характеризуемые относительно хрупким разрушением и практически несжимаемостью под нагрузками от сооружений; к твердомерзлым относятся песчаные и глинистые грунты, если их температура ниже:

для песков пылеватых	—0,3°С
» супесей	—0,6°С
» суглинков	—1,0°С
» глины	—1,5°С

пластичномерзлые — сцементированные льдом, но обладающие вязкими свойствами (вследствие содержания в них значительного количества незамерзшей воды), характеризуемые способностью сжиматься под нагрузками от сооружения; к пластичномерзлым относятся песчаные и глинистые грунты со степенью заполнения пор льдом и незамерзшей водой $G \leqslant 0{,}8$, если их температура находится в пределах от 0°С до значений, указанных для твердомерзлых грунтов; величина G определяется по формуле (5).

При $G > 0{,}8$, а также при засоленности (см. п. 2.11) грунтов более 0,25% определение состояния грунтов производится на основе специальных исследований;

сыпучемерзлые — несцементированные льдом вследствие малой влажности песчаные и крупнообломочные грунты.

2.4. Сыпучемерзлые грунты и монолитные скальные грунты, как правило, не меняют своих механических свойств и не дают осадок при изменении отрицательной

температуры на положительную. При использовании таких грунтов в качестве оснований следует руководствоваться требованиями главы СНиП II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования».

Трещиноватые скальные и крупнообломочные грунты, трещины и пустоты которых заполнены льдом, могут менять свои механические свойства и давать осадку при оттаивании, что должно учитываться при проектировании в соответствии с требованиями настоящей главы СНиП.

2.5. Дополнительными характеристиками мерзлых грунтов по сравнению с обычными немерзлыми грунтами являются:

а) суммарная влажность, включающая все виды воды в мерзлом грунте, и суммарная льдистость (см. п. 2.6);

б) криогенная текстура (см. п. 2.7);

в) степень заполнечия объема пор мерзлого грунта льдом и незамерзшей водой (см. п. 2.8);

г) объемный вес скелета мерзлого грунта;

д) относительное сжатие мерзлого грунта при переходе его в оттаявшее состояние (см. п. 2.9);

е) характеристики грунтов для расчета мерзлых и оттаивающих оснований по прочности и устойчивости (см. пп. 5.5—5.13);

ж) характеристики грунтов для расчета оснований и фундаментов по устойчивости и прочности на действие сил пучения (см. пп. 5.14—5.21);

з) характеристики грунтов для расчета мерзлых и оттаивающих оснований по деформациям (см. пп. 5.22—5.39);

и) теплофизические характеристики грунтов: коэффициент теплопроводности и объемной теплоемкости в мерзлом и талом состояниях (см. п. 2 Приложения);

к) засоленность (см. п. 2.11).

2.6. Суммарная влажность $W_с$, определяемая отношением веса всех видов воды, содержащейся в мерзлом грунте, к весу скелета грунта, равна:

$$W_с = W_ц + W_в + W_н = W_в + W_г, \qquad (1)$$

где $W_ц$ — влажность за счет порового льда, т. е. льда, находящегося в порах грунта и цементирующего его минеральные частицы;

$W_в$ — влажность за счет ледяных включений, т. е. линз и прослоек льда;

$W_н$ — влажность за счет незамерзшей воды, содержащейся в мерзлом грунте при данной температуре;

$W_г = W_ц + W_н$ — влажность мерзлого грунта, расположенного между ледяными включениями;

$W_с$, $W_ц$, $W_в$, $W_н$ и $W_г$ — выражаются в долях единицы, причем $W_с$, $W_н$ и $W_г$ определяются опытным путем, а $W_ц$ и $W_в$ вычисляются из формулы (1).

Значение $W_н$ можно определять по формуле

$$W_н = k_н W_р, \qquad (2)$$

где $W_р$ — влажность грунта на границе раскатывания в долях единицы;

$k_н$ — коэффициент, принимаемый по табл. 1, в зависимости от вида грунта, числа пластичности $W_п$ и температуры мерзлого грунта.

Таблица 1

Значения коэффициента $k_н$

Наименование грунта	Число пластичности	Значения $k_н$ при температуре грунтов в °С					
		—0,3	—0,5	—1	—2	—4	—10
1. Пески . .	$W_п < 1$	0	0	0	0	0	0
2. Супеси	$1 \leqslant W_п \leqslant 2$	0	0	0	0	0	0
3. »	$2 < W_п \leqslant 7$	0,6	0,5	0,4	0,35	0,3	0,25
4. Суглинки	$7 < W_п \leqslant 13$	0,7	0,65	0,6	0,5	0,45	0,4
5. »	$13 < W_п \leqslant 17$	*	0,75	0,65	0,55	0,5	0,45
6. Глины . .	$W_п > 17$	*	0,95	0,9	0,65	0,6	0,55

* Вся вода в порах грунта находится в немерзлом состоянии.

Суммарная льдистость $Л_с$ в долях единицы, определяемая отношением объема льда, содержащегося в мерзлом грунте, к объему мерзлого грунта,

$$Л_с = Л_ц + Л_в, \qquad (3)$$

где $Л_ц$ — льдистость за счет порового льда в долях единицы;

$Л_в$ — льдистость за счет ледяных включений в долях единицы, определяемая по формуле

$$Л_в = \frac{\gamma_ч W_в}{\gamma_л + \gamma_ч (W_с - 0,1 W_н)}, \qquad (4)$$

$\gamma_ч$ — удельный вес минеральных частиц грунта в *кг/см*³;

$\gamma_л$ — удельный вес льда, принимаемый равным 0,0009 *кг/см*³;

$W_в$, $W_с$ и $W_н$ — значения те же, что и в формуле (1).

Примечание. Значение $Л_в$ допускается определять по результатам непосредственных измерений ледяных включений в процессе исследования грунтов основания строительной площадки.

2.7. **Криогенной текстурой** называется сложение мерзлого грунта, обусловленное замерзанием содержащейся в нем воды и характеризуемое формой, величиной и расположением ледяных включений.

Различается массивная, слоистая и сетчатая текстуры мерзлого грунта.

Массивная текстура характеризуется наличием в основном порового льда ($Л_в \leqslant 0{,}03$).

Слоистая и сетчатая текстуры характеризуются наличием линз и прослоек льда ($Л_в > 0{,}03$); в грунтах сетчатой текстуры эти включения расположены в виде сетки, а в грунтах слоистой текстуры ледяные включения расположены в виде прослоек и линз, чередующихся с минеральными слоями; минеральные слои характеризуются массивной текстурой.

2.8. **Степень заполнения объема пор мерзлого грунта льдом и незамерзшей водой** G определяется по формуле

$$G = \frac{(1{,}1W_ц + W_н)\,\gamma_ч}{\varepsilon_м\,\gamma_в}, \qquad (5)$$

где $W_ц$, $W_н$ и $\gamma_ч$ — значения те же, что и в формулах (1), (2) и (4);

$\varepsilon_м$ — коэффициент пористости минеральных слоев мерзлого грунта в естественном состоянии;

$\gamma_в$ — удельный вес воды, принимаемый равным 0,001 *кг/см*³.

2.9. **Величина относительного сжатия** δ **мерзлого грунта при переходе его в оттаявшее состояние** представляет отношение изменения толщины слоя грунта при оттаивании под нагрузкой к его первоначальной толщине и выражается формулой

$$\delta = \frac{h_м - h_т}{h_м}, \qquad (6)$$

где $h_м$ — толщина слоя мерзлого грунта в *см;*

$h_т$ — толщина слоя того же грунта после перехода в оттаявшее состояние в условиях невозможности бокового расширения при заданном давлении p в *кг/см*².

Величина относительного сжатия оттаивающего грунта в основании определяется соответственно пп. 5.36 и 5.39 настоящих Норм.

2.10. Грунтовые воды в районах распространения вечномерзлых грунтов подразделяются на **надмерзлотные,** находящиеся между сезонно-промерзающим слоем и верхней поверхностью вечномерзлых грунтов или в слое сезонно-оттаивающего грунта; на **межмерзлотные,** движущиеся по таликам в толще вечномерзлых грунтов; на **подмерзлотные,** находящиеся ниже толщи вечномерзлых грунтов.

2.11. **Засоленность грунтов** определяется как отношение веса солей в грунте к весу скелета грунта, выраженное в процентах. К засоленным относятся грунты с содержанием солей более 0,25%.

3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

3.1. При проектировании оснований и фундаментов надлежит предусматривать меры, обеспечивающие требуемые эксплуатационные качества и долговечность зданий и сооружений. Это достигается путем выбора или создания надежного основания, исключающего появление недопустимых деформаций зданий и сооружений. При необходимости разрешается применять конструкции зданий и сооружений, приспособленные к повышенным неравномерным осадкам.

3.2. В зависимости от природных условий и особенностей зданий и сооружений (пп. 1.3 и 1.4) принимается один из следующих **двух принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве основания зданий и сооружений:**

принцип I — грунты основания используются в мерзлом состоянии в течение всего периода эксплуатации здания или сооружения;

принцип II — грунты основания используются в оттаивающем и оттаявшем состоянии.

Примечание. Талые грунты в условиях естественного залегания используются в качестве оснований согласно указаниям главы СНиП II-Б.1-62 при условии, если в процессе эксплуатации зданий и сооружений не будет допущено промерзания грунтов оснований.

3.3. Для каждой строительной площадки, как правило, следует предусматривать один принцип использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований зданий и сооружений. Совместное применение двух принципов допускается только при условии, если в процессе строительства и эксплуатации будет исключено нарушение устойчивости зданий и сооружений в результате их взаимного теплового влияния на грунты основания. Для отдельных частей одного и того же здания или сооружения (кроме линейных сооружений) применение разных принципов не допускается. Эти требования надлежит учитывать также в тех случаях, когда на застроенной территории возводятся новые здания и сооружения.

3.4. При проектировании оснований и фундаментов надлежит предусматривать мероприятия по сохранению в процессе строительства и эксплуатации здания или сооружения расчетного теплового режима грунтов основания. Для этого в проект здания или сооружения должны включаться основные требования к производству работ и к эксплуатации, обеспечивающие сохранение расчетного теплового режима грунтов основания.

В рабочих чертежах фундаментов зданий и сооружений должны быть приведены мерзлотно-грунтовые разрезы и основные данные о характеристиках и температуре грунтов как в природном состоянии, так и в состоянии, предусмотренном проектом на период эксплуатации здания или сооружения.

Использование грунтов оснований в мерзлом состоянии (принцип I)

3.5. Для сохранения грунтов основания в мерзлом состоянии и обеспечения их расчетного теплового режима предусматриваются устройства: холодных подполий (см. п. 3.6), холодных первых этажей зданий (см. п. 3.7), охлаждающих труб и каналов (см. п. 3.8), теплоизолирующих слоев.

Примечание. Сохранение грунтов оснований в мерзлом состоянии под отапливаемыми зданиями, строящимися с допущением образования зоны оттаивания, возможно и без указанных в пп. 3.6—3.9 устройств, если фундаменты будут заложены в вечномерзлый грунт ниже расчетной глубины зоны оттаивания. Этот способ целесообразен при небольшой ширине зданий и низких температурах вечномерзлых грунтов и устанавливается в каждом случае в отдельности.

3.6. **Холодное подполье** с круглогодичной естественной (а в необходимых случаях с побудительной) вентиляцией является основным мероприятием по сохранению мерзлого состояния оснований тепловыделяющих зданий и сооружений. Допускается также устройство холодного невентилируемого в зимнее время подполья.

Выбор типа подполья и способа охлаждения производится на основе теплотехнического расчета или опыта местного строительства с учетом требований «Указаний по проектированию населенных мест, предприятий, зданий и сооружений в Северной строительно-климатической зоне» (СН 353-66).

3.7. **Холодный первый этаж здания** может быть использован для сохранения грунтов основания в мерзлом состоянии вместо холодного подполья, что обосновывается опытом местного строительства или теплотехническим расчетом.

3.8. **Охлаждающие трубы или каналы** следует применять для сохранения мерзлого состояния грунтов основания зданий и сооружений с большими нагрузками на пол первого этажа или с большими пролетами, а также, когда по технологическим требованиям недопустимо устройство подполий.

Выбор системы охлаждения, а также размеров труб (или каналов) и их количества производится на основе теплотехнического расчета.

3.9. Наряду с мероприятиями, необходимыми для сохранения мерзлого состояния грунтов в основании зданий и сооружений, перечисленными в пп. 3.5 — 3.8, должны быть также предусмотрены специальные мероприятия при инженерной подготовке территории, вертикальной планировке, прокладке инженерных сетей, расположении зданий и сооружений с мокрыми и горячими технологическими процессами и т. д. в соответствии с требованиями «Указаний по проектированию населенных мест, предприятий, зданий и сооружений в Северной строительно-климатической зоне» (СН 353-66).

3.10. Рекомендуются, как правило, свайные и сборные столбчатые фундаменты.

Применение фундаментов ленточных и в виде сплошных плит допускается для зданий и сооружений, устраиваемых на подсыпках.

3.11. **Для свайных фундаментов** в проекте **должен быть указан способ погружения свай,** в зависимости от которого опреде-

ляется несущая способность свайных фундаментов.

По способу погружения в вечномерзлый грунт сваи подразделяются на:

а) **погружаемые в пробуренные скважины,** диаметр которых превышает наибольший размер поперечного сечения сваи, с заполнением скважин грунтовым раствором; рекомендуется применять при наличии твердомерзлых и пластичномерзлых глинистых и песчаных грунтов, в том числе с содержанием крупнообломочных включений, при средней температуре грунтов в зоне заделки сваи —0,5°С и ниже;

б) **погружаемые с протаиванием грунта;** рекомендуется применять при твердомерзлых глинистых, мелкозернистых и пылеватых песчаных грунтах, содержащих крупнообломочные включения не более 10%, при средней температуре грунтов в зоне заделки сваи —1,5°С и ниже;

в) **бурозабивные** — забиваемые в предварительно пробуренные скважины, диаметр которых менее наименьшего размера поперечного сечения сваи; рекомендуется применять при наличии пластичномерзлых грунтов;

г) **забивные** — забиваемые в вечномерзлые грунты; рекомендуется применять при пластичномерзлых глинистых грунтах без крупнообломочных включений.

Примечания: 1. Для ускорения смерзания грунта со сваями может быть применено искусственное охлаждение; в этом случае сваи могут погружаться в грунт с более высокой температурой, чем указано в п. 3.11 «а» и «б».

2. Возможность применения забивных или бурозабивных свай устанавливается при инженерно-геологических изысканиях.

3.12. Расстояния между осями свай принимаются:

а) для свай, погружаемых в предварительно пробуренные скважины, не менее $d+0{,}5$ *м;*

б) для свай, погружаемых с протаиванием грунта, не менее 4 *d*;

в) для забивных и бурозабивных свай не менее 3 *d;* где *d* — наибольший размер поперечного сечения сваи.

3.13. Для предотвращения воздействия морозного пучения глинистых и пылеватых песчаных грунтов на здания и сооружения следует:

заанкеривать фундаменты в грунте ниже слоя сезонного промерзания-оттаивания в соответствии с расчетом (пп. 5.15—5.21);

укладывать фундаментные балки и свайные ростверки с зазором между ними и поверхностью грунта; величина зазора принимается в зависимости от величины пучения грунта, но не менее 0,15 *м.*

Использование грунтов оснований в оттаивающем и оттаявшем состоянии (принцип II)

3.14. При использовании грунтов основания в оттаивающем и оттаявшем состоянии применяется:

постепенное оттаивание вечномерзлых грунтов основания в процессе строительства и эксплуатации здания или сооружения, когда расчетные деформации оттаивающего основания не превышают предельных значений (п. 5.22);

предварительное искусственное оттаивание (при необходимости с уплотнением или закреплением оттаявшего грунта) до возведения зданий и сооружений или замена льдонасыщенных мерзлых грунтов талыми грунтами.

Примечания: 1. Допускается предусматривать сочетание указанных выше мероприятий.

2. При повышенных деформациях оттаивающего или оттаявшего основания допускается применять конструкции зданий или сооружений, приспособленные к восприятию этих деформаций, в соответствии с требованиями «Указаний по проектированию населенных мест, предприятий, зданий и сооружений в Северной строительно-климатической зоне» (СН 353-66).

3.15. При использовании вечномерзлых грунтов оснований зданий и сооружений с оттаиванием в процессе эксплуатации рекомендуется предусматривать мероприятия по уменьшению неравномерности осадок, для чего:

а) обеспечивать возможно более равномерное оттаивание грунтов под фундаментами, что достигается его регулированием (теплоизоляцией, специальными нагревателями и др.);

б) не допускать резких изменений нагрузки по длине фундаментов.

3.16. Предварительное оттаивание основания рекомендуется осуществлять при крупнообломочных, песчаных, а также глинистых грунтах в случаях, когда они переслаиваются фильтрующими грунтами или когда одновременно с оттаиванием глинистых грунтов (до устройства фундаментов)

осуществляется их уплотнение или закрепление.

3.17. Глубина предварительного оттаивания грунтов основания, необходимость уплотнения или закрепления, а также толщина слоя заменяемого грунта назначаются в соответствии с расчетом основания по деформациям; площадь, в пределах которой производится предварительное оттаивание грунта или его замена, должна распространяться за контуры здания или сооружения на половину расчетной глубины предварительного оттаивания или заменяемого слоя грунта, если эти мероприятия не осуществляются для всего комплекса сооружений.

3.18. При использовании в качестве основания грунтов, оттаявших в процессе эксплуатации или предварительно, можно применять фундаменты в виде лент, плит, столбчатые фундаменты, а также сваи-стойки или глубокие опоры.

3.19. Для зданий и сооружений с жесткой конструктивной схемой рекомендуется предусматривать применение фундаментов ленточных и в виде перекрестных лент или плит, рассчитанных на действие усилий, вызванных от неравномерных осадок оснований; столбчатые фундаменты допускаются, как правило, для предварительно оттаявших и уплотненных грунтов.

3.20. Для зданий и сооружений с податливой конструктивной схемой независимо от расчетной величины деформации основания рекомендуются столбчатые фундаменты.

3.21. В случаях когда скальные, крупнообломочные или песчаные грунты, дающие деформации, не превышающие предельных, залегают на небольшой глубине, но не менее 2 *м*, рекомендуется предусматривать применение фундаментов в виде свай-стоек; при глубине залегания этих грунтов менее 2 *м* — столбчатых.

При глубоком залегании указанных выше грунтов для зданий и сооружений с большими нагрузками целесообразно применение свай с уширенной пятой и свай-стоек, защемленных нижним концом в скале (величина защемления определяется расчетом).

3.22. Для предотвращения воздействия морозного пучения глинистых и пылеватых песчаных грунтов на здания и сооружения следует предусматривать мероприятия, указанные в п. 3.13. Кроме того, рекомендуется устраивать снаружи зданий теплоизоляционные покрытия на поверхности грунта около фундаментов.

Выбор принципа использования вечномерзлых грунтов основания

3.23. Выбор принципа использования грунтов основания, а также средств, которыми достигается предусмотренное в проекте их состояние (мерзлое или талое), производится для каждого случая в отдельности применительно к конкретным условиям строительства с учетом результатов технико-экономических расчетов.

3.24. Использование грунтов оснований в мерзлом состоянии (принцип I) рекомендуется, как правило, если грунты в природных условиях находятся в твердомерзлом состоянии (см. п. 2.3). Применение этого же принципа для пластичномерзлых грунтов допускается при условии осуществления мероприятий, обеспечивающих понижение температуры грунтов по сравнению с естественной.

Принцип I может предусматриваться как для неотапливаемых (холодных) так и отапливаемых (либо неотапливаемых, но с выделением технологического тепла) зданий и сооружений. Применение его для отапливаемых зданий наиболее целесообразно, если вечномерзлое состояние грунтов основания может быть сохранено путем устройства холодного подполья.

3.25. Использование грунтов оснований в оттаивающем и оттаявшем состоянии (принцип II) рекомендуется при неглубоком залегании скальных грунтов и при наличии в пределах расчетной глубины оттаивания вечномерзлых грунтов, осадка которых при оттаивании не превышает предельных значений (см. п. 5.22), а также (вне зависимости от сжимаемости) при несплошном распространении вечномерзлых грунтов и при наличии пластичномерзлых грунтов или твердомерзлых, сильнофильтрующих в оттаявшем состоянии; принцип II может быть применен и при других мерзлотно-грунтовых условиях, если сохранение мерзлого состояния грунтов основания по технологическим или конструктивным особенностям здания или сооружения экономически нецелесообразно.

Возможность допущения постепенного оттаивания грунтов основания в процессе эксплуатации здания или сооружения или

необходимости предварительного их оттаивания устанавливается на основе предварительной оценки величины возможной осадки вечномерзлых грунтов основания при их оттаивании.

3.26. Предварительная оценка величины осадки вечномерзлого грунта при оттаивании для выбора принципа использования грунтов основания может производиться по формуле (28); при этом значение относительного сжатия оттаявшего грунта δ_i определяется по формулам (29), (36) и (37) для давления $\sigma_i = 1{,}0 + \gamma_0 z_i$ *кг/см²*, где γ_0 — объемный вес оттаявшего грунта в *кг/см³*, а z_i — расстояние в *см* от поверхности грунта до середины i-го слоя. Суммирование по формуле (28) производится в пределах возможной глубины оттаивания, которая определяется по Приложению.

Подсчитанные таким путем возможные осадки $S_{ср}$ сравниваются с предельной величиной средней осадки $S_{пр.ср}$, приведенной в табл. 11 главы СНиП II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования». Если возможная осадка $S_{ср} \leqslant S_{пр.ср}$, то может допускаться оттаивание вечномерзлых грунтов в процессе эксплуатации зданий или сооружений, а в случае когда $S_{ср} > S_{пр.ср}$, следует либо сохранять мерзлое состояние грунтов основания, либо, допуская оттаивание грунтов основания, предусмотреть применение необходимых мероприятий (см.пп. 3.14 и 3.15 настоящих Норм).

4. ГЛУБИНА ЗАЛОЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ

4.1. Глубина заложения фундаментов H, считая от уровня планировки (подсыпки или срезки), назначается в соответствии с требованиями п. 4.1, главы СНиП II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования», а также в зависимости от принципа использования вечномерзлых грунтов в качестве основания, а именно:

а) при использовании грунтов оснований с сохранением их мерзлого состояния минимальная глубина заложения фундаментов H принимается по табл. 2; расчетная глубина сезонного оттаивания грунта $H_т$, в зависимости от которой назначается минимальная глубина заложения фундаментов, определяется по указаниям п. 4.2 настоящих норм; при крупнообломочных грунтах, крупных и средней крупности песках допускается заложение фундаментов в слое сезонного оттаивания.

Таблица 2

Минимальная глубина заложения фундаментов H при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания с сохранением их мерзлого состояния

Типы фундаментов	Минимальная глубина заложения фундаментов H в *м*
Столбчатые и др.	$H_т + 1$ *м*
Свайные	$H_т + 2$ *м*
Любые для временных зданий и сооружений	Не нормируется

Примечание. Рекомендации табл. 2 не распространяются на проектирование фундаментов зданий и сооружений, возводимых на подсыпках.

б) при использовании грунтов оснований в оттаивающем и оттаявшем состоянии минимальная глубина заложения фундаментов H принимается по указаниям пп. 4.8—4.11 главы СНиП II-Б.1-62. Расчетная глубина сезонного промерзания грунта $H_м$, в зависимости от которой назначается минимальная глубина заложения фундамента, определяется по указаниям п. 4.2 настоящих норм, а уровень грунтовых вод принимается с учетом образования под зданием или сооружением зоны оттаивания во время эксплуатации.

4.2. Расчетные глубины сезонного оттаивания $H_т$ и сезонного промерзания $H_м$ грунта определяются по формулам:

$$H_т = m_t H_т^н; \qquad (7)$$

$$H_м = m_t H_м^н, \qquad (7а)$$

где $H_т^н$ и $H_м^н$ — нормативные глубины сезонного оттаивания и сезонного промерзания грунта, определяемые в соответствии с указаниями пп. 4.3 и 4.4;

m_t — коэффициент теплового влияния зданий.

При определении глубины сезонного промерзания грунта m_t принимается по табл. 5 главы СНиП II-Б.1-62; при определении глубины сезонного оттаивания грунта для зданий с холодными подпольями m_t принимается равным:

у наружных стен с отмостками, имеющими асфальтовые и тому подобные покрытия,—1,2;

то же, без асфальтовых покрытий —1,0;

у внутренних стен —0,8.

4.3. Нормативная глубина сезонного оттаивания грунта $H_т^н$ принимается равной наибольшей из ежегодных максимальных глубин сезонного оттаивания грунта по данным наблюдений (за срок не менее 10 лет) за фактическим оттаиванием грунтов на осушенной площадке без растительного и торфяного покрова, очищаемой весной от снега.

При отсутствии данных многолетних наблюдений нормативную глубину сезонного оттаивания грунта $H_т^н$ разрешается определять путем теплотехнического расчета, например, по формуле (42) Приложения.

4.4 Нормативная глубина сезонного промерзания грунта $H_м^н$ определяется по данным натурных многолетних наблюдений в соответствии с указаниями п. 4.2 главы СНиП II-Б.1-62.

При отсутствии данных многолетних наблюдений нормативную глубину сезонного промерзания грунта $H_м^н$ разрешается определять путем теплотехнического расчета, например, по формуле (45) Приложения.

5. РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Общие указания

5.1. Расчет оснований и фундаментов производится по предельным состояниям в соответствии с главой СНиП II-А.10-62 «Строительные конструкции и основания. Основные положения проектирования».

При этом следует учитывать принятый принцип использования вечномерзлых грунтов основания и их температурный режим, определяемый теплотехническим расчетом.

5.2. Расчет оснований и фундаментов следует производить:

По первому предельному состоянию (по несущей способности):

по прочности — основания, сложенные твердомерзлыми грунтами (см. пп. 5.5—5.12) и скальными грунтами в соответствии с требованиями глав СНиП II-Б.1-62 и СНиП II-Б.5-67, а также фундаменты всех видов (включая сваи и ростверки), согласно требованиям норм проектирования конструкций из соответствующих материалов (бетонных и железобетонных, каменных и армокаменных, деревянных и др.);

по устойчивости — фундаменты и их основания, сложенные пластичномерзлыми, нескальными оттаявшими или оттаивающими в процессе эксплуатации сооружения грунтами в случаях, если на них передаются горизонтальные нагрузки в основном сочетании или если основания ограничены вниз идущими откосами (см. п. 5.13), а фундаменты, кроме того,— на действие сил пучения (см. пп. 5.14—5.21).

По второму предельному состоянию (по деформациям):

основания, сложенные пластичномерзлыми, нескальными оттаявшими или оттаивающими в процессе эксплуатации сооружений грунтами (см. пп. 5.22—5.39);

фундаменты или их элементы в случаях, когда это требуется нормами проектирования конструкций из соответствующих материалов, руководствуясь указаниями этих же норм.

По третьему предельному состоянию (трещиностойкости): по образованию или раскрытию трещин — фундаменты или их элементы в случаях, когда это требуется нормами проектирования бетонных и железобетонных, каменных и армокаменных конструкций, руководствуясь указаниями этих же норм.

5.3. Нагрузки, действующие на основание и фундаменты, и сочетание нагрузок определяются в соответствии с требованиями главы СНиП II-А.11-62 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования» и пп. 5.2—5.4 главы СНиП II-Б.1-62.

Примечания: 1. Расчет оснований по деформациям производится на основное сочетание нагрузок, а по несущей способности — на основное и дополнительное или особое сочетание нагрузок.

2. Дополнительное усилие, возникающее вследствие проявления неравномерной осадки, считается временной длительной нагрузкой.

Расчет по несущей способности

5.4. Расчет оснований и фундаментов по несущей способности производится по формуле

$$N \leqslant \Phi, \qquad (8)$$

где N — заданная расчетная нагрузка на основание в наиболее невыгодной комбинации;

Ф — несущая способность основания для данного направления нагрузки N и при расчетном температурном режиме грунтов основания.

5.5. При расчете оснований центрально нагруженных фундаментов по несущей способности (по прочности) величины N и Ф формулы (8) имеют следующие значения:

N — расчетная вертикальная нагрузка от зданий и сооружений на основание, включая вес фундамента и грунта, лежащего на его уступах;

Ф — несущая способность основания, определяемая для всех видов фундаментов по формуле

$$\Phi = k_1 m_1 \sum_{i=1}^{n} R^{н}_{сд.\,i} F_{сд.\,i} + k_2 m_2 R^{н} F, \qquad (9)$$

где k_1 и k_2; m_1 и m_2 — соответственно коэффициенты однородности и условий работы грунта основания, принимаемые согласно указаниям п. 5.6;

$R^{н}_{сд.\,i}$ — нормативное сопротивление мерзлых грунтов сдвигу по боковой поверхности смерзания в *кг/см²* для середины i-го слоя вечномерзлого грунта, определяемое согласно п. 5.7;

$F_{сд.\,i}$ — площадь поверхности сдвига i-го слоя грунта в *см²*;

n — количество слоев вечномерзлого грунта, на которое разделяется толща основания в пределах поверхности смерзания фундамента с грунтом;

$R^{н}$ — нормативное сопротивление мерзлого грунта нормальному давлению в *кг/см²* под подошвой фундамента или под нижним концом сваи, определяемое согласно указаниям п. 5. 7;

F — площадь подошвы фундамента в *см²* (для свай — площадь поперечного сечения у нижнего конца).

Примечания: 1. Для столбчатых фундаментов смерзание грунта с боковой поверхностью, определяемое первым членом формулы (9), допускается учитывать только при условии тщательного уплотнения обратной засыпки пазух котлована влажным грунтом. При этом принимается:

$$\sum_{i=1}^{n} R^{н}_{сд.\,i} F_{сд.\,i} = R^{н}_{сд.\,ср} F_{сд}, \qquad (9а)$$

где $R^{н}_{сд.\,ср}$ — среднее по высоте нижней ступени фундамента нормативное сопротивление грунта сдвигу в *кг/см²*;

$F_{сд}$ — площадь смерзания грунта только с боковыми поверхностями нижней ступени фундамента в *см²*.

2. Для свайных фундаментов, если сваи прорезают талый грунт, а также если слой сезонного промерзания-оттаивания сложен песчаными и крупнообломочными грунтами, допускается учитывать сопротивление трению этих грунтов по боковой поверхности сваи. Нормативное сопротивление талых грунтов по боковой поверхности сваи принимается согласно указаниям главы СНиП II-Б.5-67 «Свайные фундаменты. Нормы проектирования» в зависимости от способа погружения свай.

5.6. Значения коэффициентов однородности грунтов k_1 и k_2 в формуле (9) принимаются равными 0,8. Для забивных и бурозабивных свай в вечномерзлых грунтах с сетчатой и слоистой текстурами (см. п. 2. 7), при льдистости (см. п. 2.6) $Л_в > 0{,}1$ значения k_1 умножаются на коэффициент, равный $(1 - Л_в)$; значение $Л_в$ определяется в пределах всей глубины погружения сваи в вечномерзлый грунт.

Значения коэффициентов условий работы грунтов m_1 и m_2 в формуле (9) принимаются: m_1 — по табл. 3 и m_2 — по табл. 4.

Таблица 3

Значения коэффициента условий работы грунта m_1

Виды фундаментов и условия их устройства	m_1
1. Все виды фундаментов (кроме свайных), устанавливаемых в открытые котлованы с тщательным послойным уплотнением обратной засыпки, при температуре грунта $t_0 = -2°C$ и ниже . . .	1,0
2. То же, при температуре грунта t_0 выше $-2°C$	0,9
3. Свайные фундаменты со сваями, свободно погружаемыми в скважины, залитые раствором, или со сваями, погружаемыми с протаиванием грунта	1,0
4. То же, с бурозабивными или забивными сваями	1,1

5.7. Нормативные сопротивления $R^{н}_{сд.\,i}$ и $R^{н}$ в формуле (9) характеризуют предельно длительные сопротивления грунтов данному виду нагрузки, т. е. такие сопротивления, при которых деформации грунта с течением времени затухают, а при превышении их возникают незатухающие во времени деформации ползучести.

Таблица 4

Значения коэффициента условий работы грунтов m_2

Вид фундамента и наименование грунта	m_2
1. Все виды фундаментов (кроме свайных) при грунтах всех видов	1,0
2. Свайные фундаменты при грунтах крупнообломочных без значительных ледяных включений при $Л_в \leqslant 0,03$ . . .	2,5
3. То же, при грунтах песчаных крупных и средней крупности, без значительных ледяных включений при $Л_в \leqslant 0,03$ . .	1,5
4. То же, при грунтах крупнообломочных и песчаных крупных и средней крупности при $Л_в > 0,03$, а также песчаных мелких и пылеватых и грунтах глинистых всех видов при $Л_в \leqslant 0,1$	1,2
5. То же, при грунтах глинистых всех видов с сетчатой и слоистой текстурой при $Л_в > 0,1$	1,0

Примечания: 1. При опирании сваи на лед несущая способность основания торца сваи не учитывается, т. е. $m_2=0$.

2. Для деревянных свай, погруженных с применением пропаривания или погруженных в скважины, залитые раствором, принимается $m_2=0$.

Таблица 5

Нормативные сопротивления мерзлых грунтов сдвигу $R^н_{сд}$ в *кг/см²* по бетонным и деревянным поверхностям фундаментов

Наименование грунта	Нормативные сопротивления $R^н_{сд}$ в *кг/см²* при температуре грунта в °С							
	—0,5	—1,0	—1,5	—2,0	—2,5	—3,0	—3,5	—4 и ниже
1. Песчаные всех разновидностей	0,8	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,3
2. Глинистые, включая пылеватые	0,5	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5

Примечания: 1. Значения $R^н_{сд}$ при смерзании грунтов с металлическими поверхностями, если эти поверхности специально не обработаны, принимаются с коэффициентом 0,7.

2. Допускается корректировать значения $R^н_{сд}$ по данным опыта строительства или результатов испытания грунта.

3. Нормативные сопротивления $R^н_{сд}$, приведенные в табл. 5, не распространяются на мерзлые грунты с засоленностью более 0,25% (см. п. 2.11) и определяются по данным специальных испытаний.

Нормативное сопротивление мерзлых грунтов сдвигу по боковой поверхности смерзания $R^н_{сд.i}$ в *кг/см²* принимается по табл. 5 для расчетной температуры в середине i-го слоя вечномерзлого грунта.

Нормативное сопротивление мерзлых грунтов нормальному давлению $R^н$ *кг/см²* на глубине заложения подошвы фундамента или нижнего конца сваи принимается по табл. 6 для температуры вечномерзлого грунта на этой глубине (см. п. 5.8).

Таблица 6

Нормативные сопротивления мерзлых грунтов нормальному давлению $R^н$ в *кг/см²*

Наименование грунта	Нормативные сопротивления $R^н$ в *кг/см²* при температуре грунта в °С							
	—0,5	—1	—1,5	—2	—2,5	—3	—3,5	—4 и ниже
1. Крупнообломочные и песчаные крупные и средней крупности	9	12	14	16	18	19	21	23
2. Песчаные мелкие и пылеватые	7	9	11	13	14	16	17	18
3. Супеси, включая пылеватые	5	7	9	10	11	13	14	15
4. Суглинки и глины, включая пылеватые	4	6	7	8	9	10	11	12
5. Все виды грунтов, указанные в пп. 1—4, с ледяными прослойками и включениями льда при $0,2 \leqslant Л_в \leqslant 0,4$ . . .	3	4	5	6	7	8	8	9

Примечания: 1. Значения $R^н$ по пп. 1—4 табл. 6 даны для грунтов, у которых $Л_в < 0,2$.

2. При грунтах, указанных в п. 5 табл. 6, следует предусматривать устройство песчаных подушек толщиной $h \geqslant 0,2$ *м*.

3. Нормативные сопротивления грунтов с $Л_в > 0,4$ назначаются по данным специальных исследований.

4. Для кратковременных нагрузок, действующих в течение времени τ, значения $R^н$ могут приниматься с коэффициентами 1,5 при $\tau = 0,5$ *ч*; 1,4 при $\tau = 1$ *ч*; 1,3 при $\tau = 2$ *ч*; 1,2 при $\tau = 8$ *ч* и 1,1 при $\tau = 24$ *ч*. Указанное повышение $R^н$ производится при условии продолжительности перерывов в действии нагрузки не менее времени ее приложения.

5. Допускается корректировать значения $R^н$ по данным опыта строительства или результатов испытания грунта.

6. Нормативные сопротивления $R^н$, приведенные в табл. 6, не распространяются на мерзлые грунты с засоленностью более 0,25% (см. п. 2.11) и определяются по данным специальных испытаний.

5.8. Максимальная температура вечномерзлого грунта на расчетной глубине (т. е. на глубине заложения подошвы фундамента

или нижнего конца сваи) принимается на период сезонного промерзания грунта по данным инженерно-геологических исследований и с учетом изменения температурного режима грунта основания в процессе эксплуатации здания или сооружения. Допускается определять максимальную температуру вечномерзлого грунта по формуле

$$t_{макс} = \alpha_t k_t t_0, \qquad (10)$$

где α_t — безразмерный коэффициент, принимаемый по табл. 7 в зависимости от величины $h_м \sqrt{\frac{C'_м}{\lambda_м}}$;

$h_м$ — глубина, отсчитываемая от верхней поверхности вечномерзлого грунта, для которой определяется максимальная температура вечномерзлого грунта в *м;*

$C'_м$ и $\lambda_м$ — объемная теплоемкость и коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, принимаемые по табл. 10 Приложения;

t_0 — температура вечномерзлого грунта на глубине 10 *м;*

k_t — коэффициент теплового влияния здания или сооружения на температуру грунта, учитывающий изменение среднегодовой температуры грунта под зданием или сооружением. Значение коэффициента k_t определяется теплотехническим расчетом. При наличии вентилируемого подполья допускается принимать: для грунтов у наружных стен $k_t = 1{,}0$; для грунтов у внутренних стен $k_t = 0{,}8$; то же, у внутренних стен при прокладке в подполье санитарно-технических сетей $k_t = 0{,}6$.

Таблица 7

Значения коэффициентов α_t и $\alpha_э$

$h_м \sqrt{\frac{C'_м}{\lambda_м}}$	0	25	50	75	100	125
α_t	0	0,42	0,63	0,77	0,87	0,94
$\alpha_э$	0	0,27	0,43	0,54	0,62	0,69

5.9. Для свайных фундаментов, если температура вечномерзлого грунта на глубине 10 *м* t_0 ниже —2°С, несущую способность основания Ф допускается вместо формулы (9) определять по формуле

$$Ф = k_1 m_1 R^н_{сд.э} F_{сд} + k_2 m_2 R^н F, \qquad (9б)$$

где k_1 и k_2; m_1 и m_2; $R^н$, F — значения те же, что и в формуле (9);

$R^н_{сд.э}$ — эквивалентное значение нормативного сопротивления сдвигу по боковой поверхности смерзания в *кг/см²*, определяемое по п. 5.10;

$F_{сд}$ — площадь поверхности сдвига грунта вдоль сваи в *см²*.

5.10. Эквивалентное значение нормативного сопротивления мерзлых грунтов сдвигу по боковой поверхности смерзания $R^н_{сд.э}$ в *кг/см²* [в формуле (9б)] принимается по табл. 5 для температуры вечномерзлого грунта $t_э$, которая определяется по формуле

$$t_э = \alpha_э k_t t_0, \qquad (11)$$

где $\alpha_э$ — безразмерный коэффициент, определяемый по табл. 7;

k_t и t_0 — значения те же, что и в формуле (10).

5.11. Несущая способность одиночной сваи может быть повышена по сравнению с определенной по формуле (9) на основании данных натурных испытаний свай статической нагрузкой. В этом случае за несущую способность принимается наибольшая величина нагрузки, при которой не возникает незатухающих осадок сваи.

5.12. Для внецентренно нагруженных столбчатых фундаментов наибольшее давление на грунт у края подошвы фундамента не должно превышать $1{,}2\, k_2 m_2 R^н$, где k_2, m_2, $R^н$ означают то же, что и в формуле (9).

При этом эксцентрицитет e в *см* равнодействующей нагрузки на уровне подошвы фундамента определяется по формуле

$$e = \frac{M - M_{см}}{N}, \qquad (12)$$

где M — момент внешних сил от расчетных нагрузок относительно центра тяжести подошвы фундамента в *кг · см*;

$M_{см}$ — часть момента M в *кг · см*, воспринимаемая касательными силами смерзания вечномерзлого грунта с боковыми поверхностями нижней ступени фундамента; такое смерзание учитывается при условии тщательного уплотнения обратной засыпки пазух котлованов влажным грунтом;

N — расчетная вертикальная нагрузка в *кг* от зданий и сооружений на основание, включая вес фундамента и грунта, лежащего на его уступах.

Значение $M_{см}$ для фундамента размерами $b \times l$ в *см* (где l—сторона фундамента, параллельная плоскости действия момента) при высоте нижней ступени фундамента, равной $h_б$, принимается по формуле

$$M_{см} = k_1 m_1 R^{н}_{сд.ср} h_б l \left(b + \frac{l}{2}\right), \qquad (13)$$

где k_1, m_1 — значения те же, что и в формуле (9);

$R^{н}_{сд.ср}$ — значение то же, что и в формуле (9а).

При $M_{см} \geqslant M$ площадь подошвы фундамента определяется без учета влияния эксцентрицитета.

5.13. Расчет по несущей способности (устойчивости) фундаментов и их оснований производится по формуле (8) согласно указаниям пп. 5.31—5.33 главы СНиП II-Б.1-62. Расчетные значения угла внутреннего трения φ и сцепления глинистых грунтов или параметра линейности для песчаных грунтов c принимаются:

для оттаивающих и предварительно оттаявших грунтов — по данным испытаний или для ориентировочных расчетов по таблицам 13а и 13б главы СНиП II-Б.1-62* для такого состояния плотности и влажности этих грунтов, которое они будут иметь после оттаивания;

для мерзлых грунтов — предельно длительные значения φ и c по данным исследований грунтов.

* См. изменение № 1 в главе СНиП II-Б.1-62*, опубликованное в «Бюллетене строительной техники» № 6 за 1966 г., а также «Сборник изменений, поправок и дополнений, внесенных в СНиП» по состоянию на 1 июля 1966 г., Стройиздат, 1966 г.

Расчет фундаментов по устойчивости и прочности на действие сил пучения

5.14. При слое сезонного промерзания-оттаивания, сложенном глинистыми, мелкими и пылеватыми песчаными грунтами, а также крупнообломочными, содержащими частицы размером менее 0,1 *мм* в количестве 30% по весу и более независимо от принятого принципа использования грунтов основания, надлежит проверять фундаменты на действие сил пучения согласно указаниям пп. 5.15—5.20.

5.15. Расчет фундаментов на действие сил пучения производится по формуле

$$kmQ^{н} \geqslant n\tau^{н}F - n_1N^{н}_1, \qquad (14)$$

где km — произведение коэффициентов однородности и условий работы грунта; $km = 0{,}9$;

$Q^{н}$ — означает: а) при использовании грунтов оснований в мерзлом состоянии (по принципу I) — нормативное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие смерзания его с вечномерзлым грунтом $Q^{н}_{м}$ в *кг*, определяемое по указаниям п. 5.16; б) при использовании грунтов оснований в оттаивающем и оттаявшем (по принципу II), а также в естественном талом состоянии — нормативное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения его о грунт $Q^{н}_{т}$ в *кг*, определяемое по указаниям п. 5.17;

n — коэффициент перегрузки сил пучения, принимаемый равным 1,2, если сезонномерзлый слой сливается с вечномерзлым грунтом, и 1,4, если он не сливается;

n_1 — коэффициент перегрузки постоянной нагрузки, действующей на фундамент, принимаемый равным 0,9;

$\tau^{н}$ — нормативное значение касательной силы пучения в *кг/см²*, принимаемое на основании опытных данных; при отсутствии опытных данных допускается принимать $\tau^{н}$ равным 0,8 *кг/см²* для районов с температурой грунтов на глубине 10 *м* минус 3°С и вы-

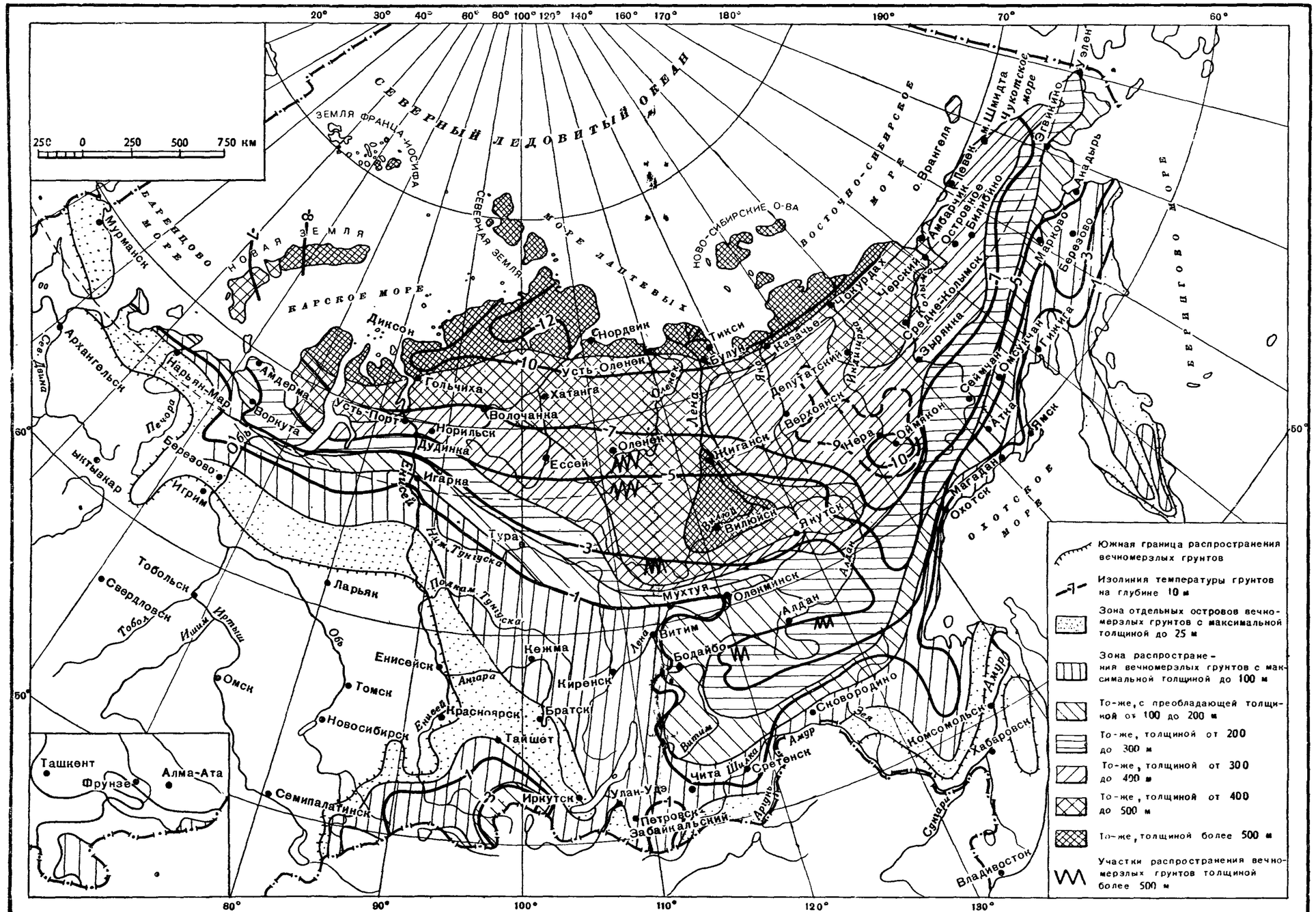

Рис. 1. Схематическая карта распространения вечномерзлых грунтов на территории СССР

ше и равным 0,6 *кг/см²* для районов с температурой грунтов (на той же глубине) ниже минус 3°С;

F — площадь боковой поверхности части фундамента, находящейся в пределах сезонномерзлого слоя, в *см²*;

$N_1^н$ — нормативное значение постоянной нагрузки, включая вес фундамента и грунта, лежащего на его уступах, в *кг*.

Примечания: 1. Значения $\tau^н$ при смерзании грунтов с металлическими поверхностями, если поверхности специально не обработаны, принимаются с коэффициентом 0,7.

2. При расчете удерживающей силы анкера допускается учитывать нормальное давление на его верхнюю поверхность, возникающее при пучении грунтов.

5.16. Нормативное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие смерзания его с вечномерзлым грунтом основания $Q_м^н$ в *кг*, определяется по формуле

$$Q_м^н = \sum_{i=1}^{n} R_{сд.\,i}^н F_i, \qquad (15)$$

где $R_{сд.i}^н$ — нормативное сопротивление мерзлых грунтов сдвигу по поверхности смерзания в *кг/см²* для i-го слоя, принимаемое по табл. 5;

F_i — площадь поверхности сдвига в *см²* для i-го слоя;

n — число слоев грунта.

5.17. Нормативное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения фундамента о грунт $Q_т^н$ в *кг*, определяется по формуле

$$Q_т^н = f_т^н F_т, \qquad (16)$$

где $f_т^н$ — нормативное сопротивление грунта основания на боковой поверхности фундамента в *кг/см²*, принимаемое для свайных фундаментов по главе СНиП II-Б.5-67 «Свайные фундаменты. Нормы проектирования», а для прочих видов фундаментов при отсутствии опытных данных: для глинистых грунтов—0,2 *кг/см²*, для песчаных — 0,3 *кг/см²*;

$F_т$ — часть площади боковой поверхности фундамента в *см²*, находящаяся в грунте ниже слоя зимнего промерзания.

5.18. Проверка фундаментов на действие сил пучения по формуле (14) должна производиться как для законченного здания или сооружения, так и для условий незавершенного строительства; в последнем случае нагрузка на фундамент определяется по фактическому весу незаконченного здания или сооружения. Если при этой проверке сила пучения окажется больше удерживающей силы анкера, веса фундамента и возведенной части сооружения, то в проекте должны быть предусмотрены мероприятия по предохранению грунта от промерзания.

Примечание. При проверке на действие сил пучения опор наземных трубопроводов в период их строительства допускается принимать в формуле (14) произведение коэффициентов $km = 1{,}0$.

5.19. При наличии вечномерзлых грунтов основания с температурой на глубине 10 *м* не выше —2°С можно для определения глубины заанкеривания фундаментов $h_м$ в *см* в вечномерзлый грунт вместо формулы (14) пользоваться формулой

$$h_м = \frac{8{,}1}{t_0}\left(1{,}1\sqrt[3]{\frac{n\tau^н F - n_1 N_1^н}{kmU_а}\,t_0} + 1\right)^2, \qquad (17)$$

где $U_а$ — периметр сечения фундамента в зоне заанкеривания в *см*;

t_0 — температура вечномерзлого грунта на глубине 10 *м* от поверхности грунта [принимается в формуле (17) со знаком плюс];

F, $N_1^н$, $\tau^н$, n, n_1, k и m — значения те же, что и в формуле (14).

5.20. Расчетное усилие P в *кг*, разрывающее заанкеренный фундамент силами пучения, определяется по формуле

$$P = n\tau^н F - n_1 N_2^н, \qquad (18)$$

где $\tau^н$, F, n и n_1 — значения те же, что в формуле (14);

$N_2^н$ — нормативное значение постоянной нагрузки в *кг*, включая вес части фундамента, расположенной выше расчетного сечения.

5.21. При расчете фундаментов по устойчивости и прочности на действие сил пучения следует руководствоваться указаниями п. 1.8 главы СНиП II-А.11-62 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования», рассматривая силы пучения как кратковременную нагрузку.

Расчет оснований по деформациям

5.22. Расчет оснований по деформациям (см. п. 5.2) производится исходя из условия

$$S \leqslant S_{пр}, \qquad (19)$$

где S — величина деформации основания, определяемая расчетом по указаниям настоящего раздела;

$S_{пр}$ — предельная величина деформации основания, соответствующая пределу эксплуатационной пригодности надфундаментной конструкции.

Значения $S_{пр}$ для зданий и сооружений, специально не приспособленных к повышенным неравномерным деформациям основания, не должны превосходить величин, указанных в табл. 10 и 11 главы СНиП II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования». Для зданий и сооружений специально приспособленных (см. примечание 2 к п. 3.14) к повышенным неравномерным деформациям основания допускается принимать бо́льшие значения предельных деформаций оснований.

5.23. Величина деформации основания S определяется из условия совместной работы сооружения и его основания с учетом положения границы зоны оттаивания основания. Положение границы зоны оттаивания основания определяется теплотехническим расчетом по аналитическим формулам, по номограммам (см. Приложение) или с помощью вычислительных машин либо аналоговых устройств, а также по данным натурных наблюдений за аналогичными сооружениями.

5.24. Если основание под всем зданием или сооружением сложено из однородных грунтов горизонтального напластования (пластичномерзлых и предварительно оттаявших), сжимаемость которых с глубиной не увеличивается, расчет основания по деформациям в целях его упрощения разрешается проводить по величинам средних осадок оснований $S_{ср}$, определенных по формуле (27) главы СНиП II-Б.1-62 и указаниям п. 5.19 той же главы. Значения $S_{ср}$ в этом случае не должны превышать величин средних осадок по табл. 11 главы СНиП II-Б.1-62.

5.25. При расчете деформаций оснований, слагаемых грунтами всех видов, остаются в силе указания пп. 5.6; 5.7; 5.17 и 5.18 главы СНиП II-Б.1-62 при дополнительном условии, что в формуле (17) п. 5.17 главы СНиП II-Б.1-62 значение $R^н$ для пластичномерзлых грунтов принимается по табл. 6 настоящей главы СНиП с введением коэффициента 0,6.

5.26. Предварительное назначение давления p на грунт под подошвой фундамента от нормативных нагрузок, необходимое для расчета осадок основания, производится:

а) для пластичномерзлых грунтов (используемых в мерзлом состоянии) — по формуле

$$p = 0{,}6R^н, \qquad (20)$$

где $R^н$ — нормативное сопротивление нормальному давлению, принимаемое по табл. 6 настоящей главы СНиП;

б) для всех видов грунтов, оттаявших предварительно и оттаивающих в процессе эксплуатации сооружения — по табл. 14 главы СНиП II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования» (для состояния грунтов к концу оттаивания) с учетом п. 2.15 той же главы. В этом случае считается, что

$$p = R^н, \qquad (21)$$

где $R^н$ — нормативное давление по табл. 14 главы СНиП II-Б.1-62.

5.27. Окончательное значение величины давления p на грунты основания под подошвой фундамента принимается в соответствии с результатами расчета осадки из условия (19).

Кроме того, величина p должна быть не более:

а) для пластичномерзлых грунтов (используемых в мерзлом состоянии) — значения, определяемого по формуле

$$p \leqslant 3{,}14c^н + \gamma_0 H, \qquad (22)$$

где $c^н$ — нормативное значение предельно длительного сцепления мерзлого грунта в *кг/см*²;

γ_0 — объемный вес грунта, залегающего выше подошвы фундамента, в *кг/см*³;

H — глубина заложения фундамента от уровня планировки (подсыпки или срезки) в *см*;

б) для всех видов грунтов, оттаявших предварительно и оттаивающих в процессе эксплуатации сооружения,—значения, определенного по формуле (21), в которой $R^н$ — нормативное давление, вычисленное по формулам (12) и (13) главы СНиП II-Б.1-62.

5.28. Расчетная схема распределения вертикального давления в грунте принимается в соответствии с рис. 2.

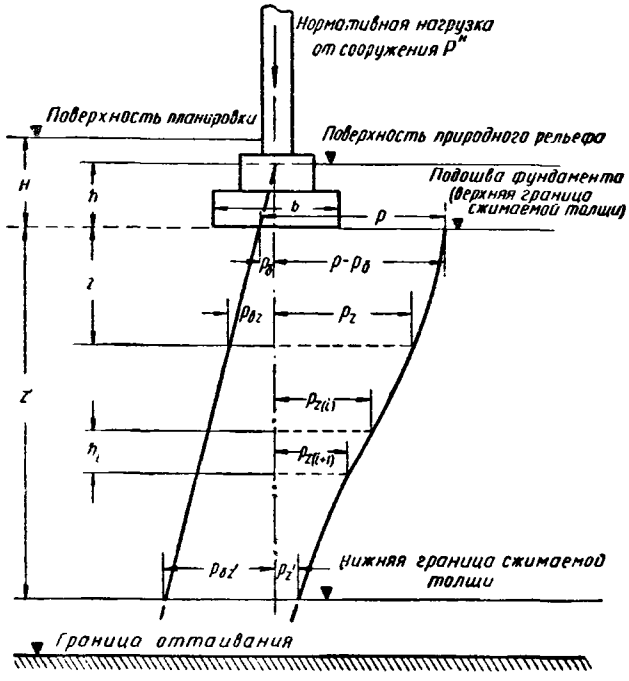

Рис. 2. Расчетная схема распределения давления на горизонтальных сечениях в грунте ниже подошвы фундамента

В этой схеме приняты следующие обозначения:

b — меньшая сторона прямоугольной подошвы фундамента в *см*;

l — бо́льшая сторона прямоугольной подошвы фундамента в *см* (на рис. 2 не показана);

H — глубина заложения фундамента от отметки планировки (подсыпки или срезки) в *см*;

p — среднее фактическое давление на грунт под подошвой фундамента от нормативных нагрузок в *кг/см²* (см. п. 5.27);

$p_б = \gamma_0 h$ — природное (бытовое) давление грунта на уровне подошвы фундамента в *кг/см²*;

$p_{бz} = \gamma_0 (h+z)$ — давление от собственного веса грунта в *кг/см²* в горизонтальном сечении, расположенном на глубине z ниже подошвы фундамента;

h — расстояние от поверхности природного рельефа до подошвы фундамента в *см*;

γ_0 — объемный вес грунта в *кг/см³*;

p_z — дополнительное (к природному) давление в грунте в *кг/см²* в горизонтальном сечении, расположенном на глубине z ниже подошвы фундамента, определяемое по формуле

$$p_z = \alpha (p - p_б); \qquad (23)$$

α — коэффициент изменения дополнительного давления в грунте, учитывающий форму подошвы фундамента, определяемый по табл. 8 главы СНиП II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования».

Примечание. Для подошвы фундамента, имеющей в плане форму круга или правильного многоугольника, значения коэффициента α берутся согласно примечаниям к п. 5.15 главы СНиП II-Б.1-62.

5.29. Расчет осадки S в *см* отдельных фундаментов, возводимых на предварительно оттаявших и пластичномерзлых грунтах производится по формуле

$$S = \sum_{i=1}^{n} \delta_i h_i, \qquad (24)$$

где δ_i — относительное сжатие i-го слоя грунта при заданной величине уплотняющего давления, определяемое на основании полевых или лабораторных испытаний в соответствии с п. 5.30;

h_i — толщина i-го слоя грунта в *см*; при этом толщина отдельных слоев h_i, на которые разбивается сжимаемая зона, не должна превышать 0,4 меньшей стороны фундамента;

n — число слоев, на которое разделяется при расчете сжимаемая зона основания; толщина сжимаемой зоны определяется согласно указанию п. 5.31.

5.30. Значение относительного сжатия δ_i предварительно оттаявших и пластичномерзлых грунтов определяется по формуле

$$\delta_i = p_i \frac{\beta}{E_i} = p_i a_i, \qquad (25)$$

где $p_i = \frac{p_{z(i)} + p_{z(i+1)}}{2}$ — полусумма вертикальных нормальных давлений в *кг/см*², возникающих на верхней $p_{z(i)}$ и нижней $p_{z(i+1)}$ границах i-го слоя, передаваемых фундаментом и определяемых по формуле (23);

β — безразмерный коэффициент, корректирующий упрощенную схему расчета, принимаемый равным 0,8;

E_i — модуль деформации i-го слоя грунта в *кг/см*², определяемый опытным путем;

a_i — коэффициент сжимаемости i-го слоя грунта в *см*²/*кг*, определяемый опытным путем (в условиях невозможности бокового расширения).

Примечание. Для предварительно оттаиваемых грунтов значение a_i (или E_i) должно определяться применительно к такому состоянию грунтов, которое они примут после оттаивания, а для пластичномерзлых грунтов должна учитываться зависимость a_i (или E_i) от температуры мерзлого грунта.

5.31. Нижняя граница сжимаемой зоны основания, имеющей толщину $\sum_{i=1}^{n} h_i$ в формуле (24), принимается на глубине z' ниже подошвы фундамента, на которой удовлетворяется условие

$$p_{z'} = 0{,}2 p_{бz'}. \qquad (26)$$

5.32. Для пластичномерзлых и предварительно оттаявших грунтов основания осадки отдельных фундаментов рекомендуется определять с учетом влияния нагрузок от соседних фундаментов согласно указаниям п. 5.20 главы СНиП II-Б.1-62. При этом принимается $E_{ср} = \frac{0{,}8}{a_{ср}}$, где $a_{ср}$ — средневзвешенное значение коэффициента сжимаемости грунта основания (п. 5.30) по глубине сжимаемой толщи в *см*²/*кг*.

5.33. Расчет по деформациям (расчет осадки) свайных фундаментов из висячих свай, погруженных в пластичномерзлые грунты, производится по данным испытаний свай статическими нагрузками.

5.34. В случае, если нагрузка от здания или сооружения на предварительно оттаявший грунт основания будет передана до окончания уплотнения этого грунта от собственного веса, относительное сжатие δ_i в формуле (24) следует принимать с учетом остаточного уплотнения оттаявшего грунта от собственного веса по формуле

$$\delta_i = p_i a_i + p_{бz} a_{zi}, \qquad (27)$$

где p_i и a_i — обозначения те же, что и в формуле (25);

$p_{бz}$ — обозначение то же, что и в п. 5.28;

a_{zi} — коэффициент сжимаемости в *см*²/*кг* оттаявшего грунта к началу передачи нагрузки от сооружения, определяемый опытным путем в условиях невозможности бокового расширения.

5.35. Расчет осадки S в *см* отдельных фундаментов, возводимых на оттаивающих в процессе эксплуатации зданий и сооружений вечномерзлых грунтах, определяется по формуле

$$S = \sum_{i=1}^{n} (1 - Л_{вi})\, \delta_i h_i + \sum_{i=1}^{n} k_в Л_{вi} h_i, \qquad (28)$$

где $Л_{вi}$ — льдистость за счет ледяных включений в долях единицы i-го слоя грунта, определяемая по указаниям п. 2.6 настоящей главы СНиП;

δ_i — относительное сжатие мерзлого грунта, заключенного между ледяными включениями в этом слое при его оттаивании под нагрузкой, определяемое в соответствии с указаниями п. 5.36;

h_i — толщина i-го слоя грунта;

$k_в$ — коэффициент, учитывающий неполное смыкание макропор при оттаивании мерзлого грунта и принимаемый в зависимости от средней толщины ледяных включений $\Delta_в$:
при $\Delta_в \leqslant 1$ *см* . . . . . $k_в = 0{,}4$;
при 1 *см* $< \Delta_в \leqslant 3$ *см* . . . . $k_в = 0{,}6$;
при $\Delta_в > 3$ *см* . . . $k_в = 0{,}8$;

n — число слоев, на которые разделяется при расчете толща оттаявшего грунта.

Суммирование осадки по формуле (28), вне зависимости от толщины сжимаемой зоны, устанавливаемой согласно указаниям п. 5.31, допускается производить в пределах расчетной глубины оттаивания, которая определяется в соответствии с п. 5.23 и Приложением.

5.36. Значение относительного сжатия δ_i вечномерзлого грунта основания, оттаивающего в процессе эксплуатации, определяется по формуле

$$\delta_i = A_i + a_i \sigma_i, \qquad (29)$$

где A_i — коэффициент оттаивания i-го слоя грунта, характеризующий осадку грунта при его оттаивании под действием собственного веса, определяемый опытным путем;

a_i — коэффициент сжимаемости в *см*²/*кг* i-го слоя оттаивающего грунта, определяемый опытным путем;

σ_i — давление в *кг*/*см*², возникающее в середине i-го слоя оттаивающего грунта от давления, передаваемого фундаментом и от воздействия собственного веса оттаявшего грунта;

σ_i определяется по формуле

$$\sigma_i = p_i + \gamma_0 (H + z_{i.\,ср}), \qquad (30)$$

где p_i — значение то же, что и в формуле (25);

γ_0 — объемный вес оттаявшего грунта в *кг*/*см*³;

H — глубина заложения фундамента от отметки планировки (подсыпки или срезки) в *см*;

$z_{i.ср}$ — расстояние от подошвы фундамента до середины i-го слоя грунта в *см*, равное $\frac{z_i + z_{i+1}}{2}$.

Примечание. При определении коэффициентов A_i и a_i по результатам испытания горячими штампами, значение δ_i в формуле (29) будет содержать в себе осадку за счет вытаивания ледяных включений; в этом случае для расчета осадки вместо формулы (28) следует пользоваться формулой

$$S = \sum_{i=1}^{n} \delta_i h_i. \qquad (31)$$

5.37. Крен отдельного фундамента θ, вызванный эксцентричным его загружением, неравномерностью оттаивания, геологическими условиями, а также взаимным влиянием фундаментов, определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{S_1 - S_2}{b}, \qquad (32)$$

где S_1 и S_2 — осадки, подсчитанные для краев фундамента, в *см*;

b — размер фундамента в направлении крена в *см*.

Осадки S_1 и S_2 определяются для пластичномерзлых и оттаявших предварительно грунтов по формуле (24), а для оттаивающих в процессе эксплуатации сооружений грунтов по формуле (28).

При определении крена от взаимного влияния фундаментов следует руководствоваться указаниями п. 5.32 настоящей главы СНиП.

Крены отдельных прямоугольных и круглых фундаментов, вызванные только эксцентричным их загружением при пластичномерзлых грунтах основания, определяются согласно указаниям п. 5.21 главы СНиП II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования», причем содержащиеся в расчетных формулах значения $E_{ср}$ допускается принимать равными $E_{ср} = \frac{0{,}8}{a_{ср}}$, где $a_{ср}$ — средневзвешенные значения коэффициентов сжимаемости грунта основания (п. 5.30) по глубине сжимаемой толщи.

Крены ленточных фундаментов, вызванные только эксцентричным их загружением при оттаявших предварительно и оттаивающих в процессе эксплуатации зданий или сооружений грунтах определяются по формуле

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{S' e}{\left(\frac{b}{2}\right)^2} k_з, \qquad (33)$$

где S' — осадка в *см*, вызванная давлением, передаваемым фундаментом основанию, определяемая по формуле

$$S' = \sum_{i=1}^{n} a_i p_i h_i; \qquad (34)$$

a_i, p_i, h_i — определяются согласно указаниям пп. 5.29, 5.30, 5.36;

e — расстояние от точки приложения равнодействующей вертикальных нагрузок до центра подошвы фундамента в *см*;

b — размер фундамента в направлении крена в *см*;

$k_з$ — безразмерный коэффициент, определяемый по табл. 8 в зависимости от отношения $\frac{H_ф}{\left(\frac{b}{2}\right)}$;

n — число слоев толщиной h_i, на которые разбивается основание в пределах всей глубины оттаивания;

$H_ф$ — глубина оттаивания грунтов под фундаментом в *см*, определяемая по пп. 5—8 Приложения.

Таблица 8

Значения коэффициента $k_з$

$\frac{H_ф}{\left(\frac{b}{2}\right)}$	$k_з$
0,2	2,500
0,5	2,478
1,0	2,093
1,5	1,780
2,0	1,562
3,0	1,263
5,0	0,992
7,0	0,863
10,0	0,751

5.38. Для предварительных расчетов величину относительного сжатия δ_i предварительно оттаявших вечномерзлых грунтов допускается определять по формуле

$$\delta_i = \frac{0{,}8 p_i}{E_i}, \qquad (35)$$

где p_i — давление в середине i-го слоя грунта в *кг/см*²;

E_i — модуль деформации грунта в *кг/см*² по табл. 13а и 13в главы СНиП II-Б.1-62 *.

* См. сноску к п. 5.13.

5.39. Для предварительных расчетов величину относительного сжатия δ_i вечномерзлых грунтов, оттаивающих в процессе эксплуатации, допускается определять по формулам:

а) для **песчаных грунтов**

$$\delta_i = \frac{\gamma_{т.п} - \gamma_м}{\gamma_{т.п}}; \qquad (36)$$

б) для **глинистых грунтов**

$$\delta_i = 1 - \gamma_м \left[\frac{1}{\gamma_ч} + \frac{1}{\gamma_в}\left(W_р + \frac{k_д W_п}{100}\right)\right]; \qquad (37)$$

для **глинистых грунтов**, имеющих $G > 0{,}95$, допускается также

$$\delta_i = \frac{1{,}1 W_в + W_н - W_р + \frac{k_д W_п}{100}}{\frac{\gamma_в}{\gamma_ч} + 1{,}1 W_в + \frac{W_п}{100}}, \qquad (38)$$

где $\gamma_{т.п}$ — объемный вес скелета оттаявшего грунта после уплотнения его под нагрузкой в *кг/см*³; определяется опытным путем, а для ориентировочных подсчетов конечных осадок принимается равным объемному весу скелета воздушно-сухого грунта при максимальной плотности;

Таблица 9

Значения коэффициента $k_д$

Наименование грунта	Значение коэффициента $k_д$ при уплотняющем давлении σ_i в *кг/см*²				
	1	2	3	4	5
1. Супесь с числом пластичности:					
$W_п \leqslant 3$ . . .	1,60	1,30	1,10	0,90	0,80
$3 < W_п \leqslant 5$ . . .	1,30	1,10	0,95	0,80	0,70
$5 < W_п \leqslant 7$ . . .	1,20	1,00	0,85	0,75	0,65
2. Суглинок с числом пластичности:					
$7 < W_п \leqslant 9$ . . .	1,10	0,90	0,80	0,65	0,55
$9 < W_п \leqslant 13$ . . .	1,00	0,80	0,70	0,60	0,50
$13 < W_п \leqslant 17$ . . .	0,90	0,70	0,60	0,50	0,40
3. Глина с числом пластичности:					
$17 < W_п \leqslant 21$ . . .	0,80	0,65	0,50	0,45	0,35
$21 < W_п \leqslant 26$ . . .	0,75	0,55	0,45	0,35	0,30
$26 < W_п \leqslant 32$ . . .	0,65	0,50	0,35	0,30	0,25
$W_п > 32$ . . .	0,55	0,40	0,30	0,25	0,20

$\gamma_м$ — объемный вес скелета мерзлого грунта в *кг/см*³;

$k_д$ — коэффициент, принимаемый по табл. 9 в зависимости от давления σ_i, действующего в рассматриваемом i-м слое и определяемого по формуле (30);

$\gamma_ч$ — удельный вес материала частиц грунта в *кг/см*³;

$\gamma_в$ — удельный вес воды, принимаемый равным 0,001 *кг/см*³;

$W_р$ — влажность глинистого грунта на границе раскатывания в долях единицы;

$W_п$ — число пластичности;

$W_в$ и $W_н$ — значения те же, что и в формуле (1).

При расчете по формулам (37) и (38) величина δ_i для давлений $\sigma_i < 1$ *кг/см*² определяется выражением

$$\delta_i = \delta_1 \frac{\sigma_i}{\sigma_1}, \qquad (39)$$

где $\sigma_1 = 1$ *кг/см*²;

δ_1 — величина относительного сжатия при нагрузке, равной 1 *кг/см*².

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ОТТАИВАНИЯ И ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТА

1. В настоящем Приложении приняты следующие основные обозначения:

B — ширина здания в *м*;

L — длина здания в *м*;

H — расстояние от поверхности планировки до пола подвала (для заглубленных зданий) в *м*;

τ — время оттаивания грунта под зданием от начала эксплуатации в *ч*;

$t_п$ — среднегодовая температура воздуха внутри здания в °С;

t_0 — температура грунта на глубине 10 *м* в °С;

q — теплота таяния мерзлого грунта в *ккал/м³*,

$$q = \rho\,(W_с - W_н)\,\gamma_м; \qquad (40)$$

ρ — удельная теплота плавления льда, принимаемая равной 80 000 *ккал/т*;

$W_с$ — суммарная влажность грунта в долях единицы;

$W_н$ — весовое содержание незамерзшей воды в долях единицы, определяемое по указаниям п. 2.6 для температуры, равной t_0;

γ — объемный вес грунта в *т/м³*;

$\gamma_м$ — объемный вес скелета мерзлого грунта в *т/м³*;

$\lambda_т$ и $\lambda_м$ — коэффициенты теплопроводности соответственно талого и мерзлого грунта в *ккал/м · ч · град*, принимаемые по табл. 10;

$C_т$ и $C_м$ — объемная теплоемкость соответственно талого и мерзлого грунта в *ккал/м³ · град*, принимаемые по табл. 10;

R — сопротивление теплопередаче пола здания в *м² · ч · град/ккал*, определяемое по указаниям главы СНиП II-А.7-62 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования».

2. Расчетные значения теплофизических характеристик грунтов $\lambda_т$, $\lambda_м$, $C_т$ и $C_м$ приведены в табл. 10.

Таблица 10

Расчетные значения теплофизических характеристик талых и мерзлых грунтов

Объемный вес γ в *т/м³*	Суммарная влажность грунта $W_с$ в долях единицы	Коэффициент теплопроводности грунта в *ккал/м·ч·град*						Объемная теплоемкость грунта в *ккал/м³·град*	
		пески		супеси		суглинки и глины			
		$\lambda_т$	$\lambda_м$	$\lambda_т$	$\lambda_м$	$\lambda_т$	$\lambda_м$	$C_т$	$C_м$
1,2	0,05	0,40	0,52	—	—	—	—	285	260
1,2	0,10	0,62	0,79	0,38	0,45	—	—	320	270
1,4	0,05	0,57	0,69	—	—	—	—	330	300
1,4	0,10	0,87	1,08	0,52	0,69	0,44	0,68	370	315
1,4	0,15	1,00	1,25	0,71	0,88	0,56	0,84	410	330
1,4	0,20	—	—	0,84	1,05	0,65	0,94	450	345
1,4	0,25	—	—	0,92	1,16	0,72	1,00	490	360
1,6	0,05	0,75	0,91	—	—	—	—	380	340
1,6	0,10	1,05	1,35	—	—	—	—	430	360
1,6	0,15	1,25	1,60	0,93	1,10	0,72	0,98	470	370
1,6	0,20	1,36	1,73	1,05	1,29	0,88	1,12	520	395
1,6	0,25	1,41	1,82	1,16	1,44	0,96	1,24	565	410
1,6	0,30	—	1,93	1,20	1,55	1,00	1,30	610	430
1,6	0,35	—	—	1,30	1,65	1,05	1,35	650	445
1,6	0,40	—	—	—	1,72	1,10	1,41	700	465
1,6	0,60	—	—	—	—	—	1,50	—	500
1,8	0,10	1,30	1,60	—	—	—	—	480	400
1,8	0,15	1,55	1,90	1,19	1,31	0,72	0,98	530	420
1,8	0,20	1,65	2,10	1,34	1,52	0,88	1,12	580	440
1,8	0,25	1,75	2,23	1,43	1,70	0,96	1,24	640	460
1,8	0,30	—	2,32	1,48	1,82	1,00	1,30	690	480
1,8	0,35	—	—	1,51	1,93	1,05	1,35	740	500
1,8	0,40	—	—	—	2,00	1,10	1,41	795	520
1,8	0,60	—	—	—	—	—	1,58	—	560

Продолжение табл. 10

Объемный вес γ в $т/м^3$	Суммарная влажность грунта W_c в долях единицы	Коэффициент теплопроводности грунта в *ккал/м·ч·град*						Объемная теплоемкость грунта в *ккал/м³·град*	
		пески		супеси		суглинки и глины			
		$\lambda_т$	$\lambda_м$	$\lambda_т$	$\lambda_м$	$\lambda_т$	$\lambda_м$	$C_т$	$C_м$
2,0	0,15	1,76	2,20	1,40	1,50	—	—	590	470
2,0	0,20	2,00	2,42	1,56	1,75	1,24	1,50	650	490
2,0	0,25	2,26	2,72	1,73	1,93	1,35	1,65	705	510
2,0	0,30	—	—	1,80	2,10	1,44	1,75	770	530
2,0	0,35	—	—	—	—	1,53	1,86	820	555

Примечание. Значения $C_м$ в табл. 10 даны для температуры —10°С. В интервале температур от —0,5 до —10°С $C'_м$ определяется в зависимости от количества незамерзшей воды при заданной температуре по формуле

$$C'_м = \frac{1}{W_c}\left[C_м (W_c - W_н) + C_т W_н \right]. \quad (41)$$

3. Нормативная глубина сезонного оттаивания грунта $H^н_т$ в *м* определяется по формуле

$$H^н_т = \sqrt{\frac{2\lambda_т t_1 \tau_1}{q_1} + \left(\frac{Q}{2q_1}\right)^2} - \frac{Q}{2q_1}, \quad (42)$$

где $t_1 = 1{,}4\, t_в + 2{,}4$;

$\tau_1 = 1{,}15\, \tau_в + 360$;

$t_в$ — средняя температура воздуха за период положительных температур в °С;

$\tau_в$ — продолжительность периода с положительными температурами воздуха в *ч*;

$$q_1 = \rho\,(W_c - W_н)\,\gamma_м + \left(\frac{\tau_1}{7500} - 0{,}1\right)(C_т t_1 - C'_м t_0); \quad (43)$$

$$Q = \left(0{,}25 - \frac{\tau_1}{3600}\right) t_0 k_{ср} \sqrt{\lambda_м C'_м \tau_1}. \quad (44)$$

Значение $t_в$ и $\tau_в$ принимается по табл. 1 главы СНиП II-А.6-62 «Строительная климатология и геофизика. Основные положения проектирования», причем для климатических подрайонов IБ и IГ значения $t_в$ и $\tau_в$ принимаются с коэффициентом 0,9.

Значение $k_{ср}$ для глинистых грунтов определяется по табл. 11 в зависимости от величины

$$t_{ср} = t_0\left(\frac{\tau_1}{3600} - 0{,}22\right)$$

и $C'_м$, а для песчаных грунтов $k_{ср} = 1$.

4. Нормативная глубина сезонного промерзания грунта $H^н_м$ в *м* определяется по формуле

$$H^н_м = \sqrt{\frac{2\lambda_м t_2 \tau_2}{q_2}}, \quad (45)$$

где t_2 — средняя температура воздуха за период отрицательных температур в °С [в формуле (45) со знаком плюс];

Таблица 11

Значения $k_{ср}$ для глинистых грунтов

Температура $t_{ср}$ в °С	Значения $k_{ср}$ при $C'_м$ в *ккал/м³·град*		
	300	400	500
—2	5,2	4,5	4,0
—4	3,7	3,2	2,8
—6	3,0	2,6	2,3
—8	2,5	2,2	1,9
—10	1,8	1,6	1,4

τ_2 — продолжительность периода с отрицательными температурами воздуха в *ч*;

$$q_2 = \rho\,(W_c - W_н)\,\gamma_м - 0{,}5\, C'_м t_2. \quad (46)$$

5. **Глубина оттаивания грунта** (считая от поверхности грунта под полом 1-го этажа здания) **за время** τ под серединой H_c и краем $H_к$ здания в *м* определяется по формулам:

$$H_c = k_I\,(\xi_c - k_c)\,B; \quad (47)$$

$$H_к = k_I\,\xi_к B, \quad \text{если} \quad \alpha = 0 \quad (48)$$

и

$$H_к = k_I\,(\xi_к - k_к - 0{,}1\,\beta\sqrt{I})\,B, \quad \text{если} \quad \alpha \neq 0. \quad (48а)$$

Расчетные коэффициенты k_I, ξ_c, k_c, $\xi_к$, $k_к$ определяются по параметрам

$$\alpha = \frac{\lambda_т R}{B}; \quad (49)$$

$$\beta = -\frac{\lambda_м t_0}{\lambda_т t_п}; \quad (50)$$

$$I = \frac{\lambda_т t_п \tau}{qB^2}. \quad (51)$$

в порядке, указанном ниже.

Коэффициент k_I при $\frac{L}{B} \leqslant 2$ определяется по табл. 12, а при $\frac{L}{B} > 2$ принимается $k_I = 1{,}0$.

Таблица 12

Значения коэффициента k_I

I	Значения коэффициента k_I при $\frac{L}{B} = 1{,}0$					$\frac{L}{B} = 2{,}0$				
	$\beta = 0$	0,4	0,8	1,2	2,0	$\beta = 0$	0,4	0,8	1,2	2,0
0,10	1,00	0,93	0,87	0,83	0,80	1,00	1,00	0,99	0,97	0,96
0,25	0,95	0,85	0,78	0,74	0,70	1,00	0,97	0,92	0,89	0,88
0,50	0,94	0,78	0,68	0,66	0,70	0,99	0,95	0,88	0,86	0,88
1,00	0,92	0,70	0,63	0,66	0,70	0,97	0,90	0,84	0,86	0,88
1,50	0,90	0,64	0,63	0,66	0,70	0,96	0,87	0,84	0,86	0,88

Коэффициенты ξ_c и k_c определяются по номограмме рис. 3, а коэффициенты $\xi_к$ и $k_к$ — по номограмме рис. 4.

Если при расчете $H_к$ получается меньше нормативной глубины сезонного оттаивания $H_т^н$ или получается отрицательным, то значение $H_к$ принимается равным $1{,}5\ H_т^н$ (см. п. 3 настоящего Приложения).

6. Максимальная глубина оттаивания грунта (считая от поверхности грунта под полом 1-го этажа здания) под серединой $H_{с.п}$ и краем $H_{к.п}$ здания в *м* определяется по формулам

$$H_{с.п} = k_{II}\ \xi_{с.п} B; \qquad (52)$$

$$H_{к.п} = k_{II}\ \xi_{к.п} B, \qquad (53)$$

где k_{II} — коэффициент, определяемый по табл. 13;

$\xi_{с.п}$ и $\xi_{к.п}$ — коэффициенты, определяемые по номограмме рис. 5,*а* и *б*;

α и β — значения те же, что и в п. 5 настоящего Приложения.

Таблица 13

Значения коэффициента k_{II}

$\frac{L}{B}$	Значения коэффициента k_{II} при $\beta = 0{,}2$	0,4	0,8	1,2	2,0
1	0,45	0,56	0,63	0,66	0,70
2	0,62	0,74	0,84	0,86	0,88
3	0,72	0,84	0,91	0,93	0,96
4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

7. Для заглубленного здания глубина оттаивания грунта (считая от поверхности грунта под полом подвала здания) **за время** τ под серединой $H_с$ и краем $H_к$ здания в *м* определяются по формулам

$$H_с = k_I \left(\xi_з - \frac{\lambda_т R}{B}\right) B; \qquad (54)$$

$$H_к = k_{III}\ H_с, \qquad (55)$$

где k_I — значение то же, что и в п. 5 настоящего Приложения;

k_{III} — коэффициент, определяемый по табл. 14:

Таблица 14

Значение коэффициента k_{III}

β	0—0,5	0,6—1,0	1,1—2,0
k_{III}	0,9	0,85	0,8

$\xi_з$ — коэффициент, определяемый по номограммам рис. 6 в зависимости от отношения величины заглубления подвала к ширине здания $\frac{H}{B}$, значений β [см. формулу (50)] и I, определяемой по формуле

$$I = \frac{\lambda_т t_п \tau}{qB^2} + I_0. \qquad (56)$$

Коэффициент $\xi_з$ определяется после предварительного вычисления I_0 по номограммам рис. 6, задавшись значениями β по формуле (50) и $\xi_з = \frac{\lambda_т R}{B}$.

8. **Для заглубленного здания максимальная глубина оттаивания грунта** (считая от поверхности грунта под полом подвала здания) **под серединой** $H_{с.п}$ и **краем** $H_{к.п}$ **здания** в *м* определяется по формулам

$$H_{с.п} = k_{II} \left(\xi_{з.п} - \frac{\lambda_т R}{B}\right) B; \qquad (57)$$

$$H_{к.п} = k_{III}\ H_{с.п}, \qquad (58)$$

где k_{II} и k_{III} — те же значения, что и в пп. 6 и 7 настоящего Приложения;

$\xi_{з.п}$ — коэффициент, определяемый по номограмме рис. 5,*в*.

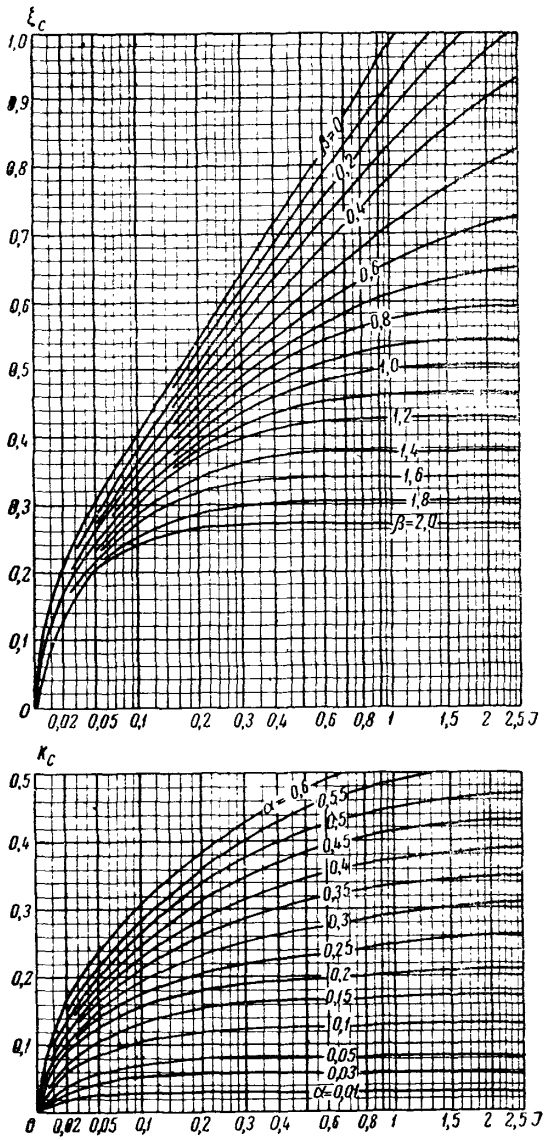

Рис. 3. Номограммы для определения коэффициентов ξ_c и k_c

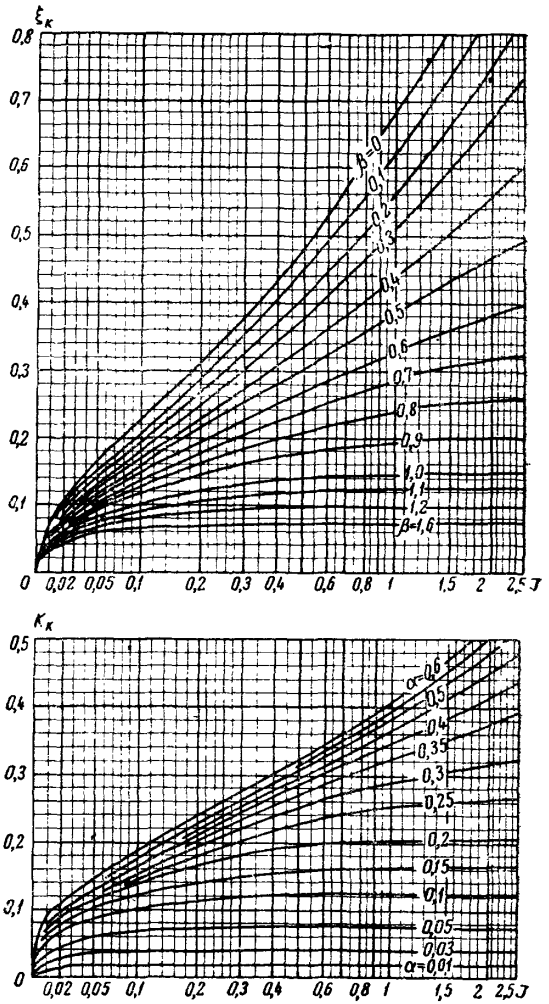

Рис. 4. Номограммы для определения коэффициентов $\xi_к$ и $k_к$

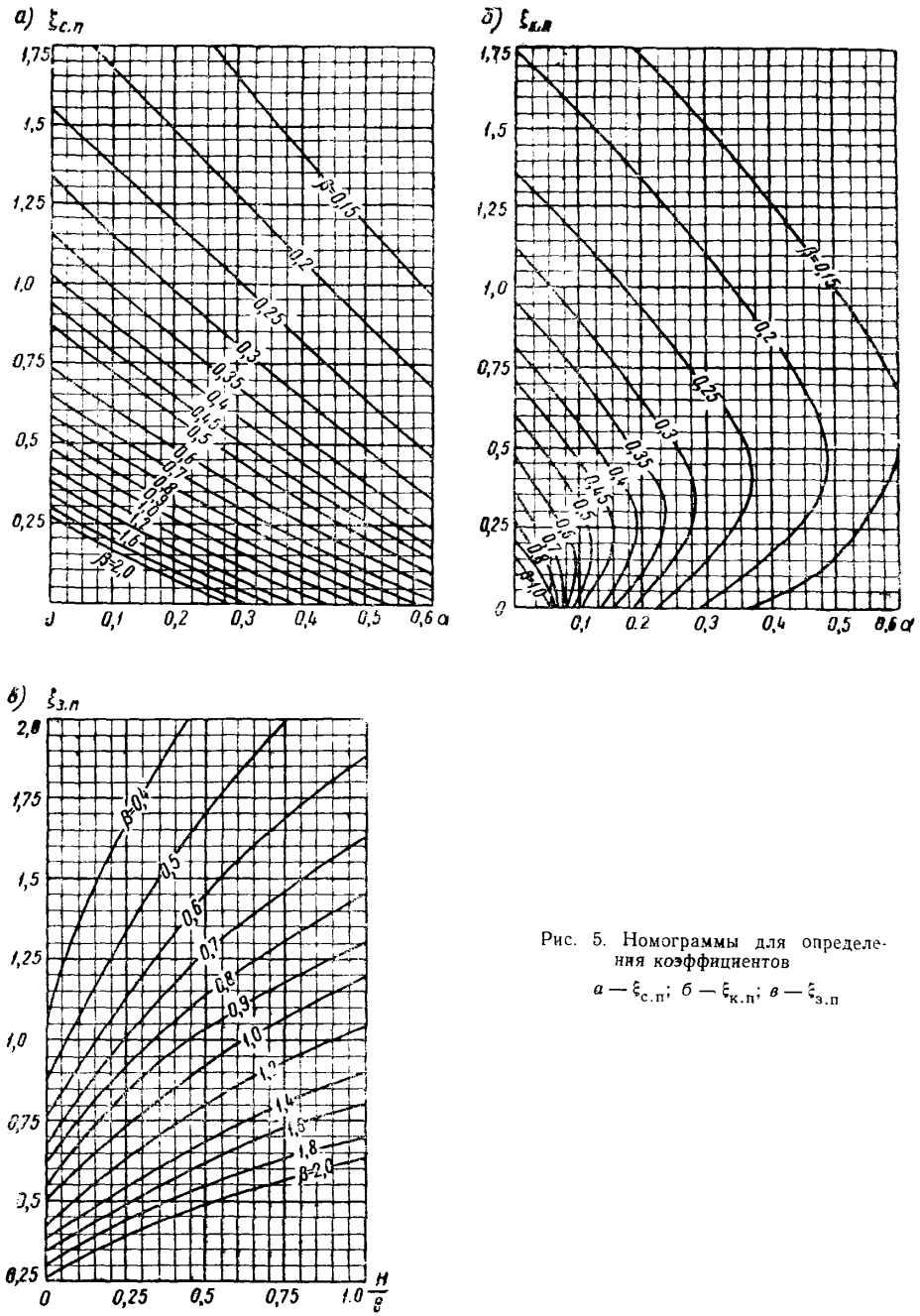

Рис. 5. Номограммы для определения коэффициентов

а — $\xi_{с.п}$; *б* — $\xi_{к.п}$; *в* — $\xi_{з.п}$

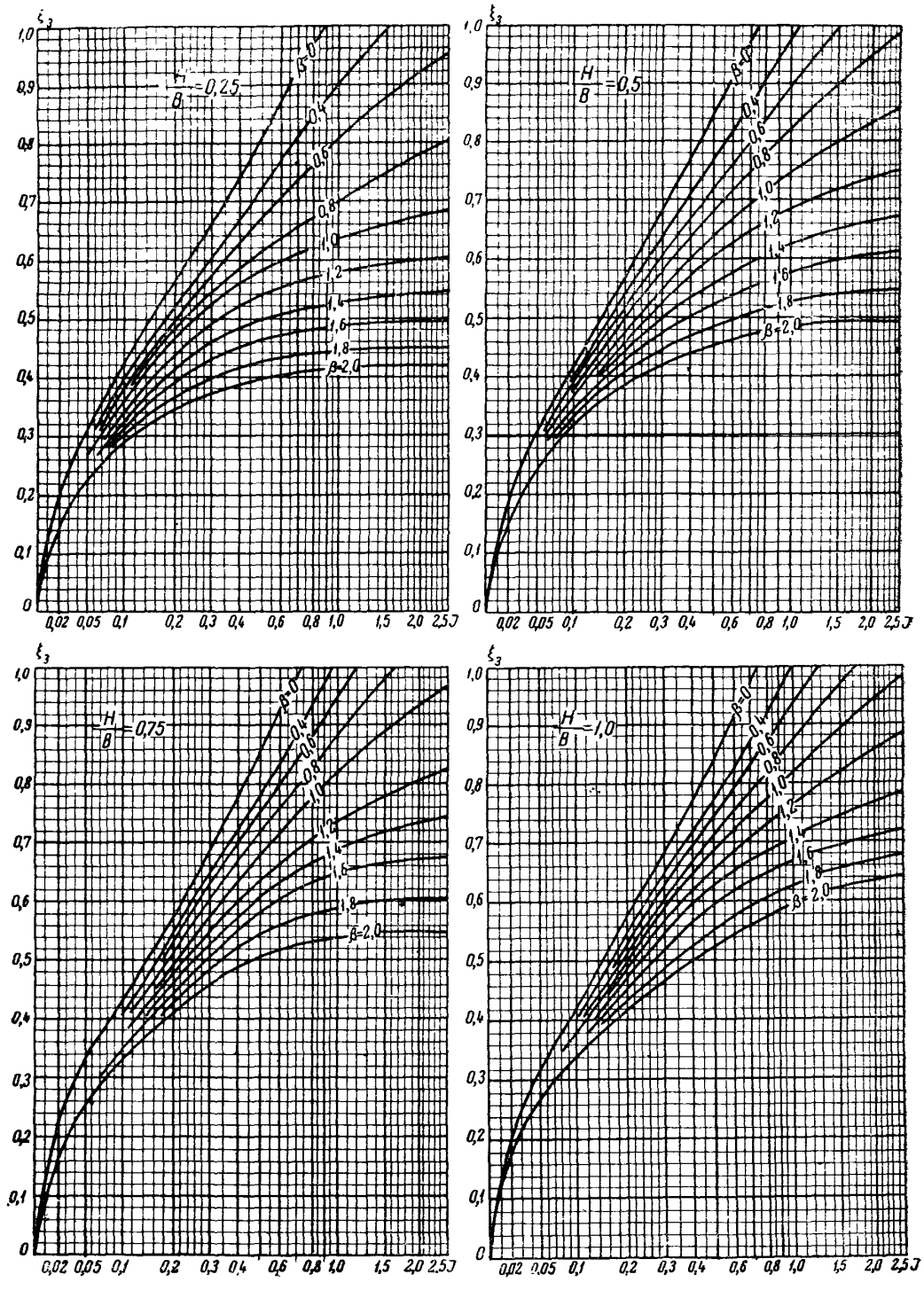

Рис. 6. Номограммы для определения коэффициента ξ_3 (для промежуточных значений $\frac{H}{B}$ коэффициент ξ_3 определяется интерполяцией)

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Общие положения 3
2. Номенклатура грунтов основания 4
3. Основные положения проектирования оснований и фундаментов 6
   Использование грунтов оснований в мерзлом состоянии (принцип I). . . . 7
   Использование грунтов оснований в оттаивающем и оттаявшем состоянии (принцип II). 8
   Выбор принципа использования вечномерзлых грунтов основания 9
4. Глубина заложения фундаментов 10
5. Расчет оснований и фундаментов 11
   Общие указания . . . . . —
   Расчет по несущей способности . . . . . —
   Расчет фундаментов по устойчивости и прочности на действие сил пучения . 15
   Расчет оснований по деформациям 19

Приложение. Определение глубины оттаивания и промерзания грунта 25

ГОССТРОЙ СССР

Строительные нормы и правила
Часть II, раздел Б, глава 6
Основания и фундаменты зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах.
Нормы проектирования.
СНиП II-Б.6-66

* * *

Стройиздат
Москва, К-12, Третьяковский проезд, д. 1

* * *

Редактор издательства *Л. А. Савранская*
Технический редактор *В. М. Родионова*
Корректор *И. В. Бошнякович*

Сдано в набор 23/XII 1966 г. Подписано к печати 28/IV 1967 г.
Бумага 84×108 1/16 1,0 бум. л. 3,36 усл. печ. л. (уч.-изд. 3,20 л.)
Тираж 28.000 экз. Изд. № XII-739. Зак. № 837. Цена 16 коп.

Подольская типография Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР
г. Подольск, ул. Кирова, д. 25.

ЕСТ 7 – 73 с. 9

Изменение главы СНиП II-Б.6-66

Постановлением Госстроя СССР от 15 мая 1973 г. № 71 утверждены и с 1 июля 1973 г. введены в действие приведенные ниже изменения главы СНиП II-Б.6-66 «Основания и фундаменты зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах. Нормы проектирования», утвержденной приказом Госстроя СССР от 17 сентября 1966 г. № 170.

Пункт 1.1. Примечание 2 изложено в следующей редакции:

«2. При проектировании оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах, кроме требований настоящей главы СНиП, надлежит руководствоваться требованиями других нормативных документов, утвержденных или согласованных Госстроем СССР. В частности, при проектировании оснований, сложенных сильнольдистыми и засоленными вечномерзлыми грунтами, надлежит руководствоваться требованиями Указаний по проектированию оснований и фундаментов на засоленных и сильнольдистых вечномерзлых грунтах (СН 450-72)».

Пункт 1.2. Первый абзац утратил силу.

Пункт 2.6 дополнен абзацем следующего содержания:

«Вечномерзлые грунты называются сильнольдистыми, если значения $Л_в > 0{,}4$».

Пункт 2.11 изложен в следующей редакции:

«2.11. Засоленность вечномерзлых грунтов определяется как отношение веса солей в грунте к весу скелета грунта (включая вес содержащихся в грунте солей), выраженное в процентах.

Вечномерзлые грунты называются засоленными, если степень засоленности их превышает следующие значения:

для песков пылеватых	0,05%
для песков мелких, средних, крупных и гравелистых	0,10%
для супесей и суглинков	0,15%
для глин	0,25%»

Таблица 5. Примечание 3 изложено в следующей редакции:

«3. Нормативные сопротивления $R^н_{сд}$, приведенные в таблице 5, не распространяются на сильнольдистые (п. 2.6) и засоленные (п. 2.11) вечномерзлые грунты».

Таблица 6. Примечание 6 изложено в следующей редакции:

«6. Нормативные сопротивления $R^н$, приведенные в таблице 6, не распространяются на сильнольдистые (п. 2.6) и засоленные (п.2.11) вечномерзлые грунты».

Ссылки на главы СНиП: II-А.6-62; II-А.7-62; II-А.10-62; II-Б.1-62 и II-Б.5-67 заменены ссылками соответственно на главы СНиП: II-А.6-72; II-А.7-71; II-А.10-71; II-Б.1-62* и II-Б.5-67*.