ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

(СН 91-60)

МОСКВА — 1960

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

(СН 91-60)

Утверждены
Государственным комитетом Совета Министров СССР
по делам строительства
13 апреля 1960 г.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, АРХИТЕКТУРЕ
И СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Москва — 1960

Редактор — инж. Л. Е. Тёмкин

«Технические условия проектирования оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах» (СН 91-60) разработаны в развитие главы II—Б.6 «Основания зданий и сооружений» II части «Строительных норм и правил» взамен «Норм и технических условий проектирования естественных оснований и фундаментов зданий и промышленных сооружений в районах вечной мерзлоты» (НиТУ 118-54).

Технические условия (СН 91-60) разработаны НИИ оснований и подземных сооружений Академии строительства и архитектуры СССР при участии Института мерзлотоведения Академии наук СССР, ЦНИИ Минтрансстроя, Ленморпроекта Минморфлота, Норильского комбината Красноярского совнархоза, комбината Воркутуголь Коми совнархоза, Дальстройпроекта и ВНИИ-1 Магаданского совнархоза.

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства	Строительные нормы	СН 91-60
	Технические условия проектирования оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах	Взамен НиТУ 118-54

I. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1. Настоящие Технические условия распространяются на проектирование естественных и свайных оснований и фундаментов промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий и сооружений, возводимых в районах распространения вечномерзлых грунтов.

Районы распространения вечномерзлых грунтов указаны на прилагаемой схематической карте (приложение I).

Примечания. 1. Технические условия не распространяются на проектирование оснований и фундаментов уникальных и временных зданий и сооружений, искусственных сооружений (мостов, труб и др.) и гидротехнических сооружений, а также на проектирование железных, автомобильных и городских дорог.

2. Проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах, должно производиться с учетом требований «Норм и правил строительства в сейсмических районах» (СН 8-57).

2. Основания и фундаменты зданий и сооружений надлежит проектировать на основе данных мерзлотной съемки, инженерно-геологических, гидрогеологических и мерзлотно-грунтовых изысканий и исследований, выполняемых в соответствии с общими требованиями по исследованию грунтов оснований зданий и сооружений и дополнительными требо-

Внесены Академией строительства и архитектуры СССР	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 13 апреля 1960 г.	Срок введения 1 октября 1960 г.

ваниями по исследованию вечномерзлых грунтов, приведенными в приложении II настоящих Технических условий.

Примечания. 1. Возможность использования для строительства зданий и сооружений геологически неустойчивых площадок (подверженных оползням, карсту, термокарсту, солифлюкции и другим геологическим явлениям) должна решаться на основе результатов специально проводимых исследований.

Под термокарстом подразумевается процесс формирования просадочных или провальных элементов рельфа, образующихся за счет вытаивания подземного льда при изменении тепловых условий вечномерзлой толщи;

под солифлюкцией подразумевается процесс формирования неустойчивых элементов микрорельефа, происходящих вследствие течения переувлажненных грунтов деятельного слоя вниз по уклону местности.

2. Для строительства малоэтажных зданий, осуществляемых с конструкциями, мало чувствительными к неравномерным осадкам (например, с деревянными рублеными или брусчатыми стенами), а также для сельскохозяйственных сооружений типа зерно-, овоще-, силосохранилищ и т. п., выполняемых из местных материалов, изыскательские работы должны ограничиваться минимальным объемом, достаточным только для правильного расположения таких зданий и сооружений на строительной площадке, на участках, не содержащих подземных льдов и не подверженных пучинным, наледным и другим явлениям.

3. В сельскохозяйственном строительстве для зданий и сооружений, аналогичных по своему назначению и конструкциям с применяемыми в гражданском и промышленном строительстве, изыскательские работы выполняются в объеме, указанном в приложении II.

3. Основания и фундаменты зданий и сооружений в районах распространения вечномерзлых грунтов должны проектироваться с учетом:

а) назначения и условий эксплуатации зданий и сооружений;

б) наименьшей трудоемкости возведения конструкций, наибольшей экономии строительных материалов и целесообразного выбора в данных условиях способа использования грунтов оснований;

в) прогноза изменений в грунтовых условиях и в режиме вечномерзлых грунтов площадки, которые происходят в процессе освоения ее и от влияния эксплуатируемых зданий и сооружений как расположенных на самой площадке, так и соседних, а также от влияния подземных и надземных устройств (водопровод, канализация, электрокабели и теплопроводы), уничтожения растительного покрова, перераспределения снежных отложений, устройства канав и т. п.; прогноз дается по данным мерзлотной съемки.

4. При строительстве в районах распространения вечномерзлых грунтов необходимо проводить наблюдения за сос-

тоянием возводимых зданий и сооружений, изменениями температурного режима грунтов основания и за режимом подземных вод как в период возведения, так и во время эксплуатации зданий и сооружений[1].

Объем и характер указанных наблюдений устанавливаются проектной организацией в зависимости от назначения здания или сооружения, его народнохозяйственной значимости, конструктивных особенностей, а также мерзлотно-грунтовых условий (см. приложение II, п. 5), устанавливаемых по данным мерзлотной съемки.

Примечание. При строительстве на вечномерзлых грунтах зданий и сооружений, указанных в примечании 2 к п. 2, наблюдения, предусмотренные в п. 4, как правило, ограничиваются только периодическим осмотром состояния зданий и сооружений с целью выявления возможных дефектов или повреждений и последующего устранения их.

II. НАИМЕНОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

5. Мерзлыми грунтами называются все виды грунтов, имеющие отрицательную или нулевую температуру и содержащие ледяные включения. Вечномерзлыми называются мерзлые грунты, не оттаивающие в продолжение нескольких лет.

Деятельным слоем называется поверхностный слой грунта, промерзающий зимой и оттаивающий летом, причем глубина протаивания сливающихся вечномерзлых грунтов определяется наибольшей ее величиной за теплый период года, а глубина промерзания в условиях несливающихся вечномерзлых грунтов — наибольшей ее величиной за холодный период года.

Вечномерзлые грунты по глубине могут быть непрерывные или слоистые (т. е. перемежающиеся с прослойками талого грунта), а в плане вечномерзлые грунты могут иметь распространение сплошное или с островами талого грунта, а также островное или в виде отдельных линз, залегающих среди талых грунтов. Вечномерзлые грунты могут содержать в своем составе прослойки и линзы льда различной толщины и различных размеров в плане в зависимости от текстуры (массивной, ячеистой или слоистой).

Вечномерзлые нескальные грунты по состоянию их в природных условиях подразделяются согласно признакам, ука-

[1] Наблюдения могут вестись в соответствии с методикой, изложенной в «Указаниях по организации и ведению наблюдений за изменением воднотемпературного режима вечномерзлых грунтов для целей фундаментостроения», Госстройиздат, М., 1959.

занным в табл. 1, на три категории: твердомерзлые, пластичномерзлые и сыпучемерзлые.

Примечания. 1. Вечномерзлый грунт называется сливающимся, если его верхняя поверхность (граница) соприкасается с деятельным слоем в период его наибольшего промерзания, и несливающимся, если его верхняя поверхность в период наибольшего промерзания деятельного слоя отделяется от последнего прослойкой талого грунта.

2. Замерзшие зимой и не оттаивающие в течение одного-двух лет грунты называются перелетками.

Таблица 1

Показатели категорий вечномерзлых грунтов

Категория вечномерзлых грунтов	Показатели категорий вечномерзлых грунтов			
	температура	физическое состояние	внешний вид	наименование видов грунтов, в которых, как правило, встречается данная категория вечномерзлых грунтов
Твердомерзлые	Отрицательная или нулевая при наличии ледяных включений	Твердосмерзшиеся, сцементированные льдом	Видимые ледяные кристаллы и прослойки; при оттаивании грунты изменяют цвет на более темный	Все виды крупнообломочных, песчаных, глинистых и заторфованных грунтов
Пластичномерзлые	То же	Полусмерзшиеся, пластичные	Льда в порах не видно; иногда (при рассмотрении в лупу) лед наблюдается в виде мелких кристаллов	Все виды глинистых грунтов, пески мелкие и пылеватые
Сыпучемерзлые	„	Несмерзшиеся, сыпучие; не изменяются при переходе отрицательных температур в положительные	Иногда видны редкие блестки кристаллов льда	Все виды крупнообломочных грунтов и пески крупные и средней крупности

6. Вечномерзлые грунты именуются по номенклатуре, принятой для талых грунтов; при этом для глинистых грунтов, содержащих частицы размером от 0,05 до 0,005 *мм* больше, чем песчаных и глинистых частиц вместе взятых, к обычному наименованию добавляется слово «пылеватые».

7. Монолитные скальные породы не меняют своих свойств как грунтов оснований при изменении их отрицательных температур на положительные.

Скальные трещиноватые и рассланцованные породы, трещины которых заполнены мерзлым грунтом или льдом, могут при оттаивании давать смещения отдельностей и связанные с этим осадки.

8. Свойства мерзлых и вечномерзлых грунтов оцениваются по физико-механическим характеристикам, принятым для талых грунтов, а также следующими дополнительными показателями с учетом текстур мерзлых грунтов:

а) величиной относительного сжатия при переходе мерзлого грунта в талое состояние при заданном давлении (п. 9);

б) плотностью песчаных и крупнообломочных твердомерзлых и сыпучемерзлых грунтов (п. 10);

в) степенью просадочности оттаивающего грунта (п. 11);

г) условной просадочностью толщи оттаивающих грунтов (п. 12).

9. Относительное сжатие e оттаивающего грунта под давлением определяется в соответствии с указаниями приложений III (пп. 6, 7 и 8) и IV (п. 4) по формуле

$$e = \frac{h_м - h_т}{h_м} = \frac{\gamma_т - \gamma_м}{\gamma_т}, \qquad (1)$$

где $h_м$ и $\gamma_м$ — соответственно высота образца и объемный вес скелета грунта в природном мерзлом состоянии;

$h_т$ и $\gamma_т$ — то же, после перехода образца грунта в талое состояние в условиях без возможности бокового расширения при заданном давлении.

10. Степень плотности мерзлых песчаных и крупнообломочных грунтов R определяется по формуле

$$R = \frac{(\gamma_{т.п} - \gamma_м)\,\gamma_{т.р}}{(\gamma_{т.п} - \gamma_{т.р})\,\gamma_м}, \qquad (2)$$

где $\gamma_{т.п}$ — объемный вес скелета песчаного грунта в талом состоянии при максимальной плотности (опре-

деляется согласно указаниям приложения IV, п. 17);

$\gamma_{т\,р}$ — то же, при минимальной плотности (определяется согласно указаниям приложения IV, п. 17);

$\gamma_м$ — объемный вес скелета грунта в природном мерзлом состоянии.

Грунты считаются:
плотными при $R \leqslant 0{,}33$;
средней плотности при $0{,}33 < R \leqslant 0{,}67$;
рыхлыми при $0{,}67 < R \leqslant 1$;
очень рыхлыми при $R > 1$.

Примечание. Величина $R>1$ может иметь место только у сильно просадочных грунтов.

11. Степень просадочности оттаивающего грунта $e_п$ определяется величиной относительного сжатия при переходе мерзлого грунта в талое состояние под давлением 1 *кг/см*^{2} (т. е. e_1) по формуле (1).

Грунты считаются:
непросадочными при $e_п \leqslant 0{,}03$;
просадочными при $0{,}03 < e_п \leqslant 0{,}1$;
сильно просадочными при $e_п > 0{,}1$.

12. Толщи вечномерзлых грунтов, оттаивающих под фундаментами, характеризуются условной величиной просадочности их, определяемой по формуле

$$\Delta = \sum_{1}^{n} e_{1\cdot i}\, h_i + \sum_{1}^{x} m_i, \qquad (3)$$

где $e_{1\cdot i}$ — относительное сжатие оттаивающего грунта при давлении 1 *кг/см*^{2}, определяемое по формуле (1) для каждого слоя мерзлого грунта;

h_i — толщина того же слоя в *см*;

n — число обжимаемых слоев;

m_i — толщина отдельной прослойки льда (более 1 *мм*) в *см*, принимаемая с коэффициентом уменьшения в зависимости от толщины, а именно:

при толщине прослойки льда:

менее 3 *см*	0,4;
от 3 до 10 *см*	0,6;
более 10 *см*	0,8;

x — число ледяных прослоек.

Примечание. Суммирование по формуле (3) производится в пределах глубины оттаивания мерзлых грунтов под сооружением, определяемой по приложению V, за период, равный первым 10 годам эксплуатации сооружения.

13. По условной величине просадочности (см. п. 12) устанавливаются категории просадочности толщи оттаивающих вечномерзлых грунтов, табл. 2.

Таблица 2

Категории просадочности толщи оттаивающих вечномерзлых грунтов

Категория просадочности толщи оттаивающих вечномерзлых грунтов	Величины возможных		Характер возможных деформаций зданий и сооружений при оттаивании грунтов
	осадок Δ в *см*	скоростей осадок v_s в *см/год*	
I—непросадочные	До 15	До 4	Незначительные деформации зданий и сооружений, не оказывающие влияния на их эксплуатационную пригодность
II—просадочные	От 15 до 50	От 4 до 15	Значительные деформации зданий и сооружений, нарушающие нормальные условия их эксплуатационного содержания, в связи с чем требуются мероприятия по уменьшению неравномерных осадок фундаментов и скорости оттаивания грунтов основания
III—сильно просадочные	Более 50	Более 15	Здания и сооружения сильно деформируются, теряя пригодность к эксплуатации

МЕРЗЛОТНО-ГРУНТОВЫЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

14. Мерзлотно-грунтовые и гидрогеологические условия характеризуются:

а) строением, составом и состоянием вечномерзлых грунтов и толщиной деятельного слоя (пп. 5 и 15);

б) температурным режимом вечномерзлых грунтов и мощностью их толщи (п. 16);

в) морозной пучинистостью грунтов деятельного слоя в процессе промерзания (п. 17);

г) наличием и видом подземных вод (п. 18);

д) наличием и видом обособленных ледяных включений и характером их распространения.

15. Толщина деятельного слоя определяется при сливающемся вечномерзлом грунте — максимально возможной глубиной сезонного оттаивания, а при несливающемся вечномерзлом грунте — максимально возможной глубиной сезонного промерзания.

Нормативная толщина деятельного слоя $h_м^н$ определяется по наибольшему значению из данных наблюдений за 10 лет. При меньшем сроке наблюдений допускается нормативную толщину деятельного слоя определять по формуле

$$h_м^н = h_м \sqrt{\frac{\Sigma T_м}{\Sigma T_н}}, \qquad (4)$$

где $h_м$ — толщина деятельного слоя, определяемая наблюдением за данный год на осушенной площадке с оголенной поверхностью;

$\Sigma T_м$ — сумма среднемесячных температур воздуха: при несливающемся вечномерзлом грунте — отрицательных температур, наблюденных за наиболее суровую зиму по наблюдениям за ряд (не менее 10) лет, а при сливающемся вечномерзлом грунте — положительных температур за наиболее жаркое лето из наблюдаемых за ряд (не менее 10) лет;

$\Sigma T_н$ — сумма среднемесячных температур воздуха: при несливающемся вечномерзлом грунте — отрицательных температур, наблюденных за данную зиму, а при сливающемся вечномерзлом грунте — положительных температур за лето данного года.

При отсутствии данных наблюдений за глубиной сезонного промерзания и оттаивания на оголенной от снега и растительности площадке толщина деятельного слоя определяется по теплотехническим расчетам (рекомендуется по приложению V).

Нормативную толщину деятельного слоя в естественных условиях ориентировочно допускается принимать по табл. 3.

16. Толщина вечномерзлых грунтов определяется расстоянием по вертикали между их верхней и нижней поверхностями (границами).

Таблица 3

Нормативная толщина деятельного слоя в *м*

Наименование районов	Толщина деятельного слоя в *м* при грунтах	
	песчаных	глинистых
На побережье Северного Ледовитого океана	1,2—2	0,7—1,5
Севернее 55-й параллели	2—3	1,5—2,3
Южнее 55-й „ . . .	2,5—4	1,8—3

Наиболее низкое положение верхней поверхности вечномерзлого грунта (считая от планировочной отметки), устанавливающееся под влиянием температурного воздействия эксплуатируемого здания или сооружения и освоения площадки на протяжении всего срока эксплуатации их, называется расчетной поверхностью вечномерзлого грунта.

Положение расчетной поверхности вечномерзлых грунтов под зданиями и сооружениями рекомендуется определять теплотехническим расчетом согласно приложению V с учетом опыта местного строительства.

17. К пучинистым грунтам относятся пески мелкие и пылеватые, супеси, суглинки и глины. Крупнообломочные грунты с содержанием в виде заполнителя частиц размером менее 0,1 *мм* в количестве более 30% по весу, промерзающие в условиях увлажнения, также следует относить к пучинистым грунтам.

18. В районах распространения вечномерзлых грунтов следует различать подземные (грунтовые) воды трех видов:

а) надмерзлотные, находящиеся в пределах слоя протаивания или талика между слоем промерзания и верхней поверхностью вечномерзлых грунтов;

б) межмерзлотные, движущиеся по таликам в толще вечномерзлых грунтов;

в) подмерзлотные, находящиеся ниже нижней поверхности вечномерзлых грунтов.

Примечания. 1. Подземные (грунтовые) воды всех трех видов могут сообщаться между собой и быть напорными, а также являться причиной появления бугров и наледей.

2. Надмерзлотные грунтовые воды уменьшают скорость и глубину сезонного промерзания грунтов, способствуют повышению их влажности и пучинистости.

III. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЯ

19. В качестве оснований зданий и сооружений могут быть использованы как вечномерзлые грунты, так и грунты деятельного слоя и талые.

20. В зависимости от геоморфологических, геологических, гидрогеологических, климатических и мерзлотных условий строительной площадки, свойств грунтов основания, а так-

же от характера застройки, температурного режима зданий и сооружений, термического сопротивления их ограждающих конструкций и чувствительности несущих конструкций к неравномерным осадкам вечномерзлые грунты могут быть использованы в качестве основания зданий и сооружений по одному из следующих способов:

а) без учета вечномерзлого состояния грунтов основания — метод I;

б) с сохранением вечномерзлого состояния грунтов основания в течение всего периода эксплуатации здания или сооружения — метод II;

в) с допущением оттаивания вечномерзлых грунтов основания в процессе строительства и эксплуатации здания или сооружения — метод III;

г) с предпостроечным оттаиванием вечномерзлых грунтов основания — метод IV.

21. При проектировании зданий и сооружений выбор метода использования грунтов в качестве основания рекомендуется производить по табл. 4 на основе расчетов по материалам мерзлотно-грунтовых и инженерно-геологических изысканий строительной площадки с учетом следующих указаний:

а) метод I применяется, когда на расчетную глубину оттаивания основание слагается скальными и полускальными породами, не имеющими значительных трещин, заполненных льдом или мерзлым грунтом, а также все виды малосжимаемых грунтов, подстилаемых ниже зоны обжатия скальными породами.

Проектирование основания и фундаментов зданий и сооружений в этом случае производится по действующим «Нормам и техническим условиям проектирования естественных оснований зданий и промышленных сооружений» (НиТУ 127-55);

б) метод II применяется для неотапливаемых зданий и сооружений, а также (при экономической нецелесообразности метода III) для зданий, отапливаемых или выделяющих тепло, с принятием мер по сохранению вечномерзлого состояния грунтов оснований;

в) метод III применяется для отапливаемых или тепловыделяющих зданий и сооружений, если определенные расчетом осадки по абсолютной величине или неравномерности осадок (перекос, крен, относительные прогибы) либо скорости осадок не превышают предельные величины, указанные в табл. 10; при этом методе, как правило, требуется преду-

сматривать в проекте мероприятия по уменьшению неравномерности оттаивания основания и по приспособлению несущих конструкций к неравномерным осадкам;

г) метод IV может быть применен при недопустимости неравномерного оттаивания основания в процессе эксплуатации и нецелесообразности применения мероприятий по сохранению вечномерзлого состояния грунтов, а также мероприятий по уменьшению неравномерности оттаивания основания или по приспособлению конструкций зданий и сооружений к неравномерным осадкам.

Таблица 4

Рекомендуемые методы использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований зданий и сооружений

Виды грунтов	Метод использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований зданий и сооружений при просадочности толщи оттаивающих вечномерзлых грунтов, принятой в табл. 2		
	категория—I непросадочная	категория—II просадочная	категория—III сильно просадочная
Скальные и полускальные	Метод I	—	—
Крупнообломочные	То же	Метод III при принятии необходимых мер против неравномерности осадок фундаментов или метод II при технической или экономической нецелесообразности применения метода III	—
Песчаные и глинистые грунты	»	То же	Методы IV и III или метод II при технической или экономической нецелесообразности применения методов IV или III

Примечание. Талые грунты в районах распространения вечномерзлых грунтов используются в качестве оснований по действующим «Нормам и техническим условиям проектирования естественных оснований зданий и промышленных сооружений».

22. На одной строительной площадке (поселка, города или промышленного предприятия) допускаются различные методы использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований зданий и сооружений при условии, если совмещение различных методов не повлечет за собой недопустимых деформаций зданий и сооружений.

Для отдельных частей одного и того же здания или сооружения применение различных методов не допускается.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОХРАНЕНИЮ ПРОЕКТНЫХ МЕРЗЛОТНО-ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ ОСНОВАНИЯ И ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ НЕДОПУСТИМЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

23. При проектировании оснований и фундаментов надлежит предусматривать мероприятия по предупреждению деформаций их, по сохранению мерзлотно-грунтовых условий, принятых в проекте, по уменьшению морозного пучения грунтов и по устранению наледных явлений. Комплекс мероприятий, из числа указанных в пп. 24—51, устанавливается в соответствии с принятым методом использования вечномерзлых грунтов в качестве основания в зависимости от назначения, размеров и теплового режима здания или сооружения, вида конструкций их, а также мерзлотно-грунтовых и климатических условий строительной площадки.

24. При проектировании новых зданий и сооружений, а также пристроек к ним не допускается изменение мерзлотно-грунтового режима оснований под смежными зданиями и сооружениями.

Отступление от указанного требования допускается при условии включения в проект мероприятий, потребных для предохранения существующих зданий и сооружений от деформаций.

25. При реконструкции или переустройстве существующих зданий и сооружений, имеющих в основании пучинистые или просадочные грунты, не допускается изменять метод использования вечномерзлых грунтов в качестве основания, принятый при проектировании (например, отапливаемое здание, запроектированное с использованием вечномерзлых грунтов по методу III, п. 20, т. е. с последующим оттаиванием основания, не допускается использовать его как холодное, а здание, запроектированное по методу II, т. е. с сохранением вечномерзлого состояния основания, не допускается переводить на режим, при котором произойдет последующее оттаивание грунтов основания).

26. Переустройство или прокладка вновь внутренних или наружных теплых трубопроводов (паропроводов, водопроводных и канализационных труб и т. п.), а также планировка при перестройке или прокладке вновь дорог должны осуществляться с учетом влияния, которое они могут оказать на режим вечномерзлых грунтов основания здания или сооружения.

27. Проект здания или сооружения, возводимого в районах распространения вечномерзлых грунтов, должен содержать специальные указания по производству работ и основные требования к эксплуатации здания или сооружения, обеспечивающие сохранение режима грунтов основания, принятого в проекте; кроме того, к проекту прикладывается паспорт оснований и фундаментов здания или сооружения, составляемый по форме согласно приложению VI.

Примечание. На рабочих чертежах фундаментов зданий и сооружений должны быть даны грунтовые разрезы с указанием строительных свойств грунтов.

28. Проект фундаментов здания или сооружения должен содержать указания по подготовке грунтов основания. К строительным работам по возведению фундаментов рекомендуется приступать после окончания подготовительных работ, направленных к ускорению естественного оттаивания вечномерзлых грунтов основания — при использовании их в качестве основания по методам III и IV (см. п. 20) или сохранения вечномерзлого состояния грунтов — при использовании их в качестве основания по методу II.

При различной глубине залегания вечномерзлых грунтов или когда в пределах контура здания или сооружения одна часть фундаментов приходится на мерзлые грунты, а другая — на талые, надлежит предусматривать предварительное оттаивание мерзлых грунтов или замораживание талых ниже подошвы фундамента в зависимости от принятого метода использования вечномерзлых грунтов в качестве основания и технико-экономической целесообразности.

29. Здания и сооружения большой протяженности или сложного очертания в плане, а также здания и сооружения, имеющие отдельные участки, резко отличающиеся по высоте или нагрузке, должны разделяться осадочными швами в соответствии с общими требованиями, содержащимися в действующих нормах и технических условиях проектирования каменных и армокаменных конструкций и бетонных и железобетонных конструкций, а также с

дополнительными указаниями, содержащимися в п. 46 настоящих технических условий.

Температурные швы должны совмещаться с осадочными и конструироваться как осадочные.

30. При устройстве монолитных бетонных и бутобетонных фундаментов зданий, строящихся на сильно просадочных вечномерзлых грунтах с использованием их в качестве основания по методу II, следует применять песчаные подушки из сухого крупно- или среднезернистого песка толщиной не менее 0,2 *м*, а под сборные фундаменты — не менее 0,1 *м*.

31. В случае пучинистых грунтов деятельного слоя надлежит предусматривать:

а) тщательный отвод атмосферных и производственных вод, планировку территории, устройство водоотводных лотков, мощеных канав и т. п.;

б) осушение грунтов открытыми канавами, каптажем или дренажем при условии предохранения последнего от замерзания;

в) устройство отмосток вокруг зданий.

В рабочих чертежах должно быть указано, что мероприятия, предусмотренные в п. 31, а, должны быть выполнены к началу работ по рытью котлованов, в п. 31, б — не позднее начала работ по устройству фундаментов и в п. 31, в — по окончании устройства фундаментов.

Примечание. При проведении мероприятий, предусмотренных в п. 31, следует учитывать влияние их на изменение глубины залегания верхней поверхности вечномерзлых грунтов.

32. Для уменьшения и предупреждения деформаций вследствие смерзания пучинистых грунтов с боковой поверхностью фундаментов следует:

а) применять столбчатые и свайные фундаменты (для зданий и сооружений, проектируемых с использованием вечномерзлых грунтов в качестве оснований по методу II);

б) уменьшать площадь смерзания грунта с фундаментом в пределах деятельного слоя;

в) заанкеривать фундаментные столбы в слоях грунта, залегающих ниже деятельного слоя по расчету, согласно п. 58, проверяя конструкции фундаментов на разрыв под действием сил выпучивания согласно п. 64;

г) фундаментные балки под стены должны укладываться с зазором между балкой и грунтом;

д) устраивать теплоизоляционные покрытия у фундаментов согласно указаниям п. 40, в.

МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЯ ПО МЕТОДУ II

33. При проектировании зданий и сооружений с тепловыделениями, а также отапливаемых зданий с использованием вечномерзлых грунтов в качестве оснований по методу сохранения мерзлого состояния их надлежит предусматривать мероприятия, указанные в пп. 34—42. Необходимость применения тех или иных мероприятий устанавливается в каждом конкретном случае в зависимости от теплового режима здания (или сооружения), его размеров и назначения, а также от местных мерзлотно-грунтовых и климатических условий.

34. Основными мероприятиями по сохранению вечномерзлого состояния основания зданий с тепловыделениями и отапливаемых зданий является устройство проветриваемых или холодных подполий.

Примечания. 1. Проветриваемое или холодное подполье не устраивается, если имеется неотапливаемый нижний этаж.

2. Сохранение грунтов оснований в мерзлом состоянии при строительстве отапливаемых зданий возможно и без устройства проветриваемого подполья, если фундаменты будут заложены в мерзлый грунт ниже чаши протаивания. Этот способ целесообразен при небольших размерах зданий при низких температурах вечномерзлых грунтов.

35. Для отапливаемых жилых и общественных зданий, вспомогательных зданий промышленных предприятий, сельскохозяйственных зданий, а также производственных зданий промышленных предприятий с повышенным тепловыделением применяется круглогодичное проветривание подполий во всех районах распространения вечномерзлых грунтов.

Примечание. Отступления от указанных требований допускаются при достаточном обосновании многолетним опытом эксплуатации существующих аналогичных зданий или теплотехническим расчетом.

36. Высота проветриваемого подполья для жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий промышленных предприятий и сельскохозяйственных зданий шириной до 12 *м* включительно принимается не менее 0,5 *м*, а для зданий шириной 20 *м* и более, а также для зданий с повышенными тепловыделениями независимо от ширины их — не менее 1 *м;* при ширине зданий от 12 до 20 *м* высота проветриваемого подполья определяется по интерполяции.

Примечания. 1. За высоту подполья принимается расстояние от низа балок перекрытия до поверхности грунта.

2. На отдельных небольших участках здания (например в лестничных клетках) высоту подполья допускается снижать до 0,2 *м*.

37. Устройство холодных непроветриваемых подполий рекомендуется для деревянных зданий при отсутствии в подполье коммуникаций, выделяющих тепло, в районах с сильными ветрами; высота холодных подполий должна быть не менее, чем у проветриваемых (см. п. 36).

38. В производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий и в сельскохозяйственных зданиях, где устройство подполий невозможно по технологическим требованиям или, если устройство их технически нецелесообразно, для сохранения мерзлого состояния основания может быть применено в холодный период охлаждение грунтов основания естественной или побудительной искусственной вентиляцией через каналы, устраиваемые под полом.

39. Перекрытия над проветриваемыми и холодными непроветриваемыми подпольями должны быть непродуваемые и обладать термическим сопротивлением, удовлетворяющим требованиям главы II—В.3 СНиП, § 3, п. 7.

40. Для сохранения вечномерзлого состояния грунтов основания зданий и сооружений, помимо устройства проветриваемого или холодного непроветриваемого подполья, рекомендуется:

а) применять фундаменты малого сечения, предпочтительно сборные железобетонные, сваи и т. п.;

Примечание. Нагружать сваи полной расчетной нагрузкой допускается лишь после смерзания свай с вечномерзлым грунтом.

б) фундаменты под печи, боровы, дымовые трубы и другие тепловыделяющие агрегаты или установки устраивать с проветриванием пространства под ними;

в) покрывать теплоизоляционными слоями поверхность грунта в подполье (торф, шлак и др.) и вокруг сооружения на ширину не менее 1 *м* (шлак, деревянные панели и т. п.); при этом поверхность грунта в подполье должна быть спланирована с уклоном не менее 0,02 в сторону стока.

Примечания. 1. Деревянные панели надлежит укладывать выше поверхности отмостки не менее чем на 10 *см*.

2. Сгораемые теплоизоляционные слои (например опилки, торф) надлежит защищать от возможного возгорания;

г) подземные трубопроводы (канализационные, водо- и теплопроводы и т. п.), повышающие температуру мерзлого

грунта, при температуре последнего на уровне нулевых амплитуд сезонных колебаний температуры выше —2° следует укладывать не ближе 10 *м* от фундаментов, а при температуре ниже —2° не ближе 6 *м* от фундаментов;

прокладка указанных трубопроводов вблизи сооружения ведется в вентилируемых коробах с соответствующей теплоизоляцией возможно выше подошвы фундаментов, а где технически возможно, то и выше поверхности грунта;

внутренние трубопроводы целесообразно устраивать подвесными;

д) в местах ввода теплопроводов в здания усиливать их теплоизоляцию;

е) обеспечивать быстрый и тщательный отвод от здания атмосферных, производственных и конденсационных вод, не допуская попадания их в грунт под зданием и снаружи вблизи фундаментов как в процессе строительства, так и во время эксплуатации здания; сборные колодцы конденсационных и сточных вод следует располагать не ближе 15 *м* от здания; стены и днища колодцев должны иметь гидроизоляцию;

ж) в цехах и помещениях с мокрым технологическим процессом полы устраивать водонепроницаемыми;

з) предусматривать в проекте на период производства работ при положительных температурах воздуха: защиту мерзлых грунтов дна и откосов котлована от оттаивания затенением и покрытием теплоизолирующими щитами; начало кладки фундаментов немедленно после отрытия котлована; послойную засыпку талым грунтом пазух котлованов вокруг фундаментов после достижения фундаментами необходимой прочности с утрамбовкой каждого слоя грунта;

и) производственные помещения с большими тепловыделениями по возможности располагать в верхних этажах зданий;

к) предусматривать в проектах устройство песчаных подушек или деревянных ростверков для защиты оснований от теплового влияния при электропрогреве бетона в процессе производства работ.

41. Не допускать устройства в зданиях отапливаемых подвалов, теплых подполий, заглубленных выгребных ям и других помещений, могущих содействовать оттаиванию мерзлых грунтов оснований.

42. Здания с большими тепловыделениями (бани, прачечные, групповые котельные жилых и общественных зданий) следует устраивать отдельно стоящими, располагая их

не ближе 15 *м* от капитальных зданий и сооружений. Отступления от указанных требований допускаются при условии наличия соответствующего обоснования об обеспечении мерзлого состояния грунтов под капитальными зданиями и сооружениями в процессе эксплуатации их.

МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЯ ПО МЕТОДУ III

43. При проектировании зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах, дающих при оттаивании значительные осадки (см. табл. 2), надлежит предусматривать мероприятия: по обеспечению возможно более медленного и равномерного оттаивания грунтов под зданиями и сооружениями в процессе строительства и эксплуатации, по обеспечению равномерности осадки фундаментов зданий и сооружений в процессе оттаивания грунтов, а также мероприятия по сохранению прочности конструкций и здания или сооружения в целом (см. пп. 44—46).

Необходимость применения тех или иных мероприятий устанавливается в каждом конкретном случае в зависимости от теплового режима здания или сооружения, его размеров и назначения, а также от местных мерзлотно-грунтовых и климатических условий.

44. Для обеспечения возможно более медленного и равномерного оттаивания грунтов под зданиями и сооружениями целесообразны мероприятия, перечисленные в п. 40, д, е, ж; кроме того, надлежит:

а) приборы отопления, горячие трубопроводы и т. п. распределять равномерно по контуру здания;

б) печи и агрегаты с большим выделением тепла устанавливать на перекрытии или на отдельных не связанных с перекрытием балках, на столбчатых фундаментах, на сваях или стульях. В случае применения под печи массивных фундаментов в их цоколе должны быть предусмотрены продольные и поперечные проветриваемые каналы.

45. Для достижения равномерности осадок фундаментов зданий и сооружений в процессе оттаивания под ними грунта основания рекомендуются следующие мероприятия:

а) при непучинистых грунтах — закладывать фундаменты в пределах деятельного слоя на возможно меньшую глубину;

б) при пучинистых грунтах — закладывать фундаменты ниже деятельного слоя или удалять пучинистый грунт ни-

же подошвы фундамента на всю глубину деятельного слоя с заменой его непучинистыми грунтами, а для одноэтажных легких зданий устраивать подсыпки из щебня, гравия, песка, шлака и горелой породы без предварительного удаления пучинистых грунтов деятельного слоя;

в) при песчаных и крупнообломочных просадочных грунтах, переходящих при оттаивании в рыхлое состояние, подвергать частичному предварительному оттаиванию верхний слой грунтов ниже подошвы фундамента с уплотнением этого слоя после его оттаивания в зависимости от местных грунтовых условий трамбованием, водопонижением, вибрированием, грунтовыми или песчаными сваями и т. д.

Оттаявший слой грунтов надлежит предохранять от промерзания в процессе строительства.

46. Для обеспечения прочности конструкций и их элементов, а также прочности и устойчивости зданий и сооружений в целом надлежит предусматривать следующие конструктивные мероприятия:

а) применять конструкции, менее чувствительные к неравномерным осадкам, применительно к указаниям, приведенным в табл. 10;

б) придавать зданиям простое очертание в плане;

в) избегать при планировке зданий устройства входящих углов;

г) не допускать резких изменений нагрузок по длине фундамента;

д) по возможности избегать близкого расположения помещений с различными температурными режимами;

е) устраивать осадочные швы в соответствии с указаниями п. 29 настоящих Технических условий, а также: в местах резкого изменения литологического состава, физико-механических свойств грунтов и их льдонасыщенности; в местах изменений мерзлотных свойств основания, глубины залегания верхней поверхности вечномерзлых грунтов, перехода от сливающегося вечномерзлого грунта к несливающемуся или к участкам с талыми грунтами; между участками здания с различными температурными режимами;

ж) применять сборные конструкции бетонных или железобетонных фундаментов, позволяющих производить выравнивание стен или других наземных конструкций при неравномерных осадках, а также задавливание в оттаивающий грунт отдельных фундаментных блоков с помощью гидравлических домкратов либо иными способами.

МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЯ ПО МЕТОДУ IV

47. Предпостроечному оттаиванию сильно просадочных вечномерзлых грунтов (см. табл. 2) должен быть подвергнут слой грунта, равный 60% расчетной глубины оттаивания, определяемой теплотехническим расчетом за период, равный первым 10 годам эксплуатации здания, согласно методике, приведенной в приложении V. Площадь оттаивания грунтов основания принимается по контуру здания, увеличенному в каждом направлении на $0{,}5h$ *м*, где h — толщина предварительно оттаиваемого грунта ниже подошвы фундамента.

48. Заложение фундамента должно производиться после уплотнения оттаявшего грунта специальными мероприятиями, например осушением оттаявшего массива дренированием и водопонижающими установками, уплотнением грунтовыми сваями и подсыпкой под фундаменты крупноскелетных грунтов и т. п.

49. Во избежание восстановления мерзлого состояния оттаявших грунтов в рабочих чертежах должны быть приведены указания о немедленном выполнении работ по уплотнению грунта после его оттаивания. Кроме того, в рабочих чертежах должны быть даны указания о предохранении от промерзания оттаявшего слоя глинистых вечномерзлых грунтов в процессе строительства до начала нормальной эксплуатации здания или сооружения.

ПРОТИВОНАЛЕДНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

50. При проектировании зданий и сооружений на наледных участках надлежит предусматривать противоналедные мероприятия как на период строительства, так и на период эксплуатации, причем характер и объем мероприятий должны быть увязаны с выбранным методом использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований и с мероприятиями, предназначенными против пучения.

51. Рекомендуется предусматривать следующие противоналедные мероприятия.

По борьбе с причинами образования наледей (активные мероприятия):

а) осушение местности;

б) утепление водоотводных канав, кюветов и закрытых лотков;

в) сброс теплых производственных вод в водоотводные канавы;

г) устройство экранов из глин и других материалов для преграждения подтока грунтовых вод;

д) устройство постоянных и сезонных мерзлотных поясов;

е) регулирование стока ручьев и речек.

По борьбе с проявлениями наледей (пассивные мероприятия):

а) околка льда наледей;

б) отвод воды, образующей наледь, временными канавами, устраиваемыми зимой во время появления наледей;

в) ограничение распространения наледи при помощи перекладных временных заборов, валов из снега и льда и т. д.

IV. ГЛУБИНА ЗАЛОЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ И РАСЧЕТ ИХ НА ВЫПУЧИВАНИЕ

52. Глубина заложения фундаментов зданий и сооружений в районах распространения вечномерзлых грунтов назначается с учетом геологических и мерзлотно-грунтовых условий строительной площадки, принятого метода использования вечномерзлых грунтов в качестве основания, конструкций и теплового режима зданий и сооружений, а также возможных изменений мерзлотно-грунтовых условий основания (понижение отметки верхней поверхности вечномерзлых грунтов, влажности и повышение плотности грунтов и т. п.) в процессе эксплуатации здания или сооружения и освоения территории.

53. Глубина заложения фундаментов под стены и колонны зданий, возводимых на непучинистых грунтах, за исключением скальных, должны быть не менее 0,5 *м* от поверхности планировки.

На пучинистых грунтах, промерзающих в период эксплуатации здания или сооружения, глубину заложения фундаментов следует принимать ниже деятельного слоя.

В пределах деятельного слоя допускается закладывать фундаменты лишь при грунтах, перечисленных в пп. 1, 2 и 5 табл. 6, при обязательном предохранении этих грунтов от увлажнения и учете характера подстилающих слоев.

Примечание. Фундаменты зданий и сооружений временного назначения допускается закладывать в пределах деятельного слоя независимо от вида грунтов его.

54. Глубина заложения фундаментов назначается:

а) при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методу II — по табл. 5;

б) при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методам III и IV — по табл. 6;

в) при строительстве на талых и сыпучемерзлых грунтах — по действующим нормам и техническим условиям проектирования естественных оснований зданий и промышленных сооружений.

Таблица 5

Глубина заложения фундаментов при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методу II

№ п/п	Виды стен здания	Глубина заложения фундаментов при грунтах деятельного слоя	
		пучинистых	непучинистых
1	Деревянные	Не менее 0,5 *м* ниже расчетной поверхности вечномерзлых грунтов	Не менее 0,5 *м* ниже поверхности планировки
2	Каменные	Не менее 1 *м* ниже расчетной поверхности вечномерзлых грунтов	Не менее 0,75 *м* ниже поверхности планировки

Примечания. 1. При наличии ростверка или песчаной подушки глубина заложения фундамента принимается до нижней поверхности ростверка или песчаной подушки.

2. Расчетная поверхность вечномерзлых грунтов определяется по указаниям п. 16.

55. Расчетную глубину промерзания грунта H у наружных стен следует определять по формуле

$$H = m_t H^{н}, \qquad (6)$$

где m_t — коэффициент, учитывающий влияние теплового режима здания на промерзание грунта у наружных стен, принимаемый по табл. 7;

$H^{н}$ — нормативная глубина промерзания грунта, принимаемая равной нормативной толщине деятельного слоя $h^{н}_{м}$ для условий несливающейся мерзлоты, определяемой по указаниям п. 15.

56. При определении глубины заложения фундаментов по табл. 6 уровень подземных вод и соответственно влажность грунтов надлежит принимать с учетом вероятного обводнения площадки строительства и образования под зданием чаши оттаивания во время эксплуатации здания.

Таблица 6

Глубина заложения фундаментов при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методам III и IV

№ п/п	Виды грунтов, расположенные в пределах глубины промерзания ниже 0,5 *м* от планировочной отметки	Расстояние от поверхности планировки до уровня грунтовых вод в период промерзания грунтов	Глубина заложения фундаментов наружных стен и колонн ниже поверхности планировки для сооружений II и III категорий жесткости по табл. 10
1	Скальные и крупнообломочные грунты, а также пески крупные и средней крупности	Любое	Не зависит от H
2	Пески мелкие и пылеватые и супеси с влажностью $w \leqslant w_p$	Превышает H на 2 *м* и более	Не зависит от H, но не менее 0,75 *м*
3	То же, независимо от влажности w	Менее H или превышает ее менее чем на 2 *м*	Не менее H
4	Супеси с влажностью $w > w_p$	Любое	Не менее H
5	Суглинки и глины, в том числе пылеватые с влажностью $w \leqslant w_p + 0{,}5\, w_п$	Превышает H на 2 *м* и более	Не зависит от H, но не менее 1 *м*
6	То же, с влажностью $w > w_p + 0{,}5\, w_п$ и $w \leqslant w_p + 0{,}75\, w_п$	Превышает H на 2 *м* и более	Не менее H
7	То же, с влажностью $w > w_p + 0{,}75\, w_п$	Любое	Не менее H плюс 0,25 *м*
8	То же, независимо от влажности w	Менее H или превышает ее менее чем на 2 *м*	Не менее H плюс 0,25 *м*

Примечания. 1. Для зданий и сооружений I категории жесткости (по табл. 10) глубина заложения фундаментов принимается по табл. 6 с увеличением на 0,25 *м*.

2. Грунты основания, перечисленные в пп. 3—8 табл. 6, должны быть защищены от промерзания в период строительства.

3. Глубина заложения фундаментов внутренних стен и столбов отапливаемых зданий при условии обеспечения основания от промерзания во время строительства и эксплуатации принимается не менее 0,5 *м* в условиях, указанных в пп. 1, 2 и 5 табл. 6, и не менее 0,75 *м* в условиях, указанных в пп. 3, 4, 6, 7 и 8 табл. 6.

4. В табл. 6 приняты следующие обозначения:

w — естественная весовая влажность грунта в % к началу промерзания грунта (с учетом изменений в процессе эксплуатации);

w_p — влажность грунта на границе раскатывания в %;

$w_п$ — число пластичности;

H — расчетная глубина промерзания в *м*.

Таблица 7

Коэффициенты влияния теплового режима здания на промерзание грунта m

№ п/п	Тепловой режим здания и конструкции полов	Коэффициент m_t
1	Регулярно отапливаемые здания с расчетной температурой воздуха в помещении не ниже + 10°:	
	а) полы на грунте	0,7
	б) „ „ лагах по грунту	0,8
	в) „ „ балках	0,9
2	Прочие здания	1

57. При наличии деятельного слоя, сложенного пучинистыми грунтами, надлежит проверять фундаменты на выпучивание согласно указаниям п. 58 и на разрыв согласно указаниям п. 64.

58. Расчет фундаментов на выпучивание производится по формуле

$$m\left(N^{н} + G^{н} + Q^{н}_{м} + Q^{н}_{т}\right) \geqslant \tau^{н} n u, \qquad (7)$$

где $N^{н}$ — нормативная нагрузка на фундамент от веса сооружения в *кг*;

$G^{н}$ — нормативная нагрузка от веса фундамента с учетом веса грунта, лежащего на его уступах, в *кг*;

$Q^{н}_{м}$ — нормативная сила, удерживающая фундамент от выпучивания вследствие смерзания его с вечномерзлым грунтом в *кг*, определяемая по указаниям п. 59;

$Q^{н}_{т}$ — нормативная сила, удерживающая фундамент от выпучивания вследствие трения его о талый грунт в *кг*, определяемая по указаниям п. 60;

$\tau^{н}$ — нормативная относительная сила выпучивания в *кг/см*, принимаемая по указаниям п. 62;

u — средняя величина периметра фундамента в *см* на глубине от 0,5 *м*, считая от поверхности земли до подошвы фундамента, но не глубже 1,5 *м*;

n — коэффициент перегрузки, принимаемый равным 1,1 для сооружений мало чувствительных и 1,2 для сооружений чувствительных к неравномерным перемещениям;

m — коэффициент условий работы, принимаемый равным 0,9.

59. Нормативная сила, удерживающая фундамент от выпучивания вследствие смерзания его с вечномерзлым грунтом, определяется по формуле

$$Q_{\text{м}}^{\text{н}} = \sum_{1}^{x} S_i^{\text{н}} F_i, \qquad (8)$$

где $S_i^{\text{н}}$ — нормативное сопротивление сдвигу при смерзании вечномерзлого слоя грунта с боковой поверхностью фундамента или сопротивление скалыванию мерзлого грунта в *кг/см*^{2}, принимаемые при отсутствии опытных данных по табл. 8;

F_i — наименьшая возможная площадь смерзания боковых поверхностей фундамента с вечномерзлым слоем грунта или скалывания вечномерзлого грунта в *см*^{2}, определяемая с учетом глубины оттаивания вечномерзлого грунта в процессе эксплуатации здания;

x — число слоев грунта.

Таблица 8

Значения нормативного сопротивления скалыванию мерзлого грунта $S_i^{\text{н}}$

Средняя температура в град. вечномерзлого слоя грунта, окружающего фундамент	$S_i^{\text{н}}$ в *кг/см*^{2}
—0,2	0,3
—0,5	0,5
—1	1
—2	1,5
—3	2
—4	2,5

Примечание. Для промежуточных значений температур сопротивление $S_i^{\text{н}}$ определяется по интерполяции.

60. Нормативная сила, удерживающая фундамент от выпучивания вследствие трения фундамента о талый и сыпучемерзлый грунт, определяется по формуле

$$Q_{\text{т}}^{\text{н}} = S_{\text{т}} F_{\text{т}}, \qquad (9)$$

где $S_{\text{т}}^{\text{н}}$ — нормативная удельная сила трения талого и сыпучемерзлого грунта по боковой поверхности фундамента в *кг/см*^{2}, принимаемая при отсутствии опытных данных равной для глинистых грунтов 0,2 *кг/см*^{2}, а для песчаных и гравелистых грунтов 0,3 *кг/см*^{2};

$F_т$ — площадь боковой поверхности фундамента в $см^2$, находящаяся в талом или в оттаивающем грунте ниже слоя, подвергающегося зимнему промерзанию, определяемая с учетом вероятной глубины оттаивания вечномерзлого грунта.

61. В районах сливающихся вечномерзлых грунтов, температура которых на глубине 10—15 *м* не выше —3°, необходимая глубина заанкеривания фундамента в вечномерзлый грунт, удовлетворяющая требования п. 58, может определяться по формуле

$$h_м = \frac{\left(9\sqrt[3]{\frac{\tau^н m u - (N+G)}{u_а}\Delta t} + 1\right)^2}{73\Delta t}, \qquad (10)$$

где $h_м$ — глубина заанкеривания фундамента в вечномерзлый грунт в *см;*

$u_а$ — периметр сечения фундамента в зоне заанкеривания в *см*;

Δt — абсолютное значение приращения температуры вечномерзлых грунтов на 1 *см* глубины в *град/см;*

$N; G; \tau^н$; m и u — значения те же, что и в формулах (7) и (8).

Примечания. 1. Значение Δt определяется по данным температурных наблюдений в период промерзания деятельного слоя, в течение которого Δt мало изменяется во времени. При отсутствии температурных наблюдений Δt может определяться приближенно в зависимости от температуры грунта t_0 на глубине 10—15 *м* по уравнению $\Delta t = 0{,}0017 t_0$.

2. Периметр сечения фундамента в зоне заанкеривания $u_а$ определяется как след на горизонтальную плоскость основания возможной наименьшей поверхности скалывания грунта при выпучивании фундамента; в частности, сечение, очерченное этим периметром, не должно иметь входящих углов.

3. При глубине погружения свай в вечномерзлый грунт до 6 *м* допускается принимать линейное распределение температур; при этом на глубине острия сваи температура грунта определяется по данным температурных замеров в период промерзания деятельного слоя.

62. Нормативная относительная сила выпучивания $\tau^н$ в *кг/см* устанавливается специальными исследованиями или по опыту местного строительства, а при отсутствии таковых принимается по табл. 9.

63. Для объектов переходящего строительства надлежит делать проверку фундаментов на выпучивание в период строительства по формуле (7), определяя нагрузку на

Таблица 9

Нормативная относительная сила выпучивания $\tau^н$

Наименование районов	Нормативная относительная сила выпучивания $\tau^н$ в *кг/см* периметра фундамента при толщине пучинистых грунтов деятельного слоя	
	до 1 *м*	2 *м* и более
Районы Заполярья	60	100
Районы севернее 55-й параллели	75	120
Районы южнее 55-й параллели	90	150

Примечание. Для промежуточных значений толщины деятельного слоя величина $\tau^н$ определяется по интерполяции.

фундамент от веса здания или сооружения по фактическому весу незаконченного здания или сооружения. Если при этой проверке сила выпучивания окажется больше веса фундамента и возведенной части здания или сооружения, должны быть приняты меры по предохранению грунта от промерзания.

64. Расчетное усилие, разрывающее заанкеренный фундамент силами пучения в наиболее опасном сечении, определяется по формуле

$$P = \tau^н n u - (N^н + G_1^н), \qquad (11)$$

где $\tau^н$; u; n; $N^н$ — обозначения те же, что в формуле (7);
$G_1^н$ — нормативная нагрузка от веса части фундамента, расположенной выше расчетного сечения с учетом веса грунта, лежащего на уступах фундамента.

При проверке фундаментов на разрыв усилием P надлежит принимать расчетные сопротивления материалов фундамента растяжению.

V. РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

65. Расчет оснований зданий и сооружений производится: по деформациям — для всех зданий и сооружений; по устойчивости — для зданий и сооружений при наличии регулярно действующих горизонтальных нагрузок, а также

для всех зданий и сооружений, основания которых ограничены откосами.

66. Расчет оснований по деформациям производится на воздействие нормативных нагрузок, а по устойчивости — на воздействие расчетных нагрузок.

РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ ПО ДЕФОРМАЦИЯМ

67. Расчет оснований по деформациям производится по формуле

$$\Delta \leqslant f, \tag{12}$$

где Δ — расчетная величина деформации основания;
f — предельная величина деформации основания.

68. Предельные величины деформации основания должны устанавливаться с учетом влияния осадок, их скорости, прогибов, горизонтальных смещений и поворотов фундамента на напряженное состояние конструкций, а также на условия эксплуатации зданий и сооружений и связанных с ними устройств.

Предельно допускаемые величины деформаций оснований зданий и сооружений и скорости осадки могут приниматься по табл. 10.

69. Грунты твердомерзлые, используемые в качестве оснований с сохранением вечномерзлого их состояния (метод II), при давлениях, не превышающих нормативные сопротивления, приведенные в табл. 11, и при заложении фундаментов на глубину не менее указанной в табл. 5, рассматриваются как несжимаемые, и расчет таких оснований по деформациям не производится.

70. Основания зданий и сооружений из грунтов талых, деятельного слоя, а также сыпучемерзлых и скальных независимо от их температуры при использовании их в качестве основания по методу I могут по деформациям не рассчитываться, если по действующим «Нормам и техническим условиям проектирования естественных оснований зданий и промышленных сооружений» допускается в подобных условиях, на обычных (немерзлых) грунтах не производить расчет по деформациям.

71. Нормативные сопротивления твердомерзлых грунтов с ненарушенной структурой при сохранении ими отрицательной температуры принимаются независимо от глубины заложения и размеров фундаментов по табл. 11.

Таблица 10

Предельные величины деформаций оттаивающих оснований зданий и сооружений

№ п/п	Наименование конструктивных групп зданий и сооружений	Категория жесткости	Значения предельных величин			
			осадки $\Delta_{ср}$ в *см*	скорости осадки v_s в *см/год*	перекоса и крена i	относительного прогиба f
					в тысячных долях расчетного пролета	
1	Здания и сооружения с рамными железобетонными (сборными и монолитными) несущими конструкциями	I относительно жесткие (очень чувствительные к неравномерным осадкам)	15	4	2	1,5
2	Здания и сооружения с каменными неармированными и железобетонными сборными разрезными несущими конструкциями		20	6	3	2
3	Здания и сооружения со стальными рамными и армокаменными несущими конструкциями		25	8	4	2,5
4	Здания и сооружения с разрезными стальными несущими конструкциями	II нежесткие (гибкие)	30	10	5	3,5
5	Здания и сооружения с деревянными несущими конструкциями		40	12	7	5
6	Сооружения ограниченных размеров в плане, отдельно стоящие или разделенные на независимые блоки, на ленточных или сплошных плитных фундаментах с железобетонными, бетонными, каменными, армокаменными несущими конструкциями	III очень жесткие	50	15	9	—

Примечания. 1. При разрезке зданий или сооружений I категории жесткости (групп 1—3) на отдельные очень жесткие блоки и соответствующем армировании несущих элементов конструкций предельные величины деформаций для них принимаются как для категории III.

2. Предельные величины деформаций оттаивающих оснований капитальных сельскохозяйственных зданий и сооружений принимаются в соответствии с конструктивной группой, выбранной при проектировании.

Таблица 11

Нормативные сопротивления $p^н$ в $кг/см^2$ твердомерзлых грунтов

№ п/п	Наименование грунта	Нормативные сопротивления $p^н$ при наиболее высокой среднемесячной температуре грунта на уровне подошвы фундамента в процессе эксплуатации здания или сооружения			
		—0,5	—1,5	—2,5	—4
1	Щебенистый (галечниковый) . . .	6	9	12	15
2	Пески крупные и грунт дресвяный (гравийный) из обломков кристаллических пород	5	8	10	12
3	Пески средней крупности и грунт дресвяный (гравийный) из обломков осадочных пород	4	6	8	10
4	Пески мелкие и пылеватые и супеси	3	5	7	8
5	Суглинки и глины	2,5	4	6	7
6	То же, пылеватые	2	3	4	6
7	Все виды грунтов, указанные в пп. 1—6, при наличии в них под подошвой фундаментов на глубину до 3 *м* ледяных прослоек суммарной толщиной до 30 *см* и глинистые грунты с органическими примесями в количестве от 3 до 12% по весу	1,5	2,5	3,5	5
8	Лед и лед с илом и торфом	—	0,5	1	2

Примечания. 1. Нормативные сопротивления засоленных и заторфованных грунтов должны определяться по данным исследований.

2. Нормативные сопротивления твердомерзлых грунтов могут быть повышены по сравнению с данными табл. 11 на основании многолетнего местного опыта строительства или данных исследований по испытанию таких грунтов пробными нагрузками в природных условиях.

3. Для промежуточных значений температур грунта оснований нормативные сопротивления твердомерзлых грунтов определяются по интерполяции.

72. Нормативные сопротивления твердомерзлых грунтов, приведенные в табл. 11, при расчете на дополнительные, а также при расчете на особые сочетания нагрузок увеличиваются на 20%.

73. Наибольшее нормативное давление на грунт у края подошвы внецентренно нагруженного фундамента при расчете на основные, а также на дополнительные и особые сочетания нагрузок не должно быть более 1,2 $p^н$, где $p^н$ — нормативные сопротивления грунта, указанные в табл. 11.

74. Нормативное давление на твердомерзлые грунты основания под фундаментами реконструируемых зданий, по-

строенных с использованием вечномерзлых грунтов в качестве основания по методу II, при изменениях конструкций и временных нагрузок не должно превышать величин нормативного сопротивления этих грунтов, приведенных в табл. 11.

75. Расчет осадок фундаментов при использовании вечномерзлых грунтов в качестве оснований по методу III допускается производить согласно указаниям приложения III. Характеристики грунтов, входящие в расчет деформации основания, можно определять по приложению IV.

76. При заложении фундаментов сооружений на талом грунте или деятельном слое, а также на искусственно оттаянных грунтах (метод IV), подстилаемых вечномерзлыми грунтами, величина осадки талого слоя определяется по действующим нормам и техническим условиям проектирования естественных оснований зданий и промышленных сооружений для талых грунтов как на обычных (немерзлых) грунтах.

РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ ПО УСТОЙЧИВОСТИ

77. Расчетное состояние по устойчивости основания определяется образованием в грунте поверхности скольжения, охватывающей всю подошву фундаментов здания или сооружения. При этом считается, что нормальные и касательные напряжения σ и τ по всей поверхности скольжения достигают соотношения, соответствующего предельному равновесию (предельно длительной прочности грунта), определяемого по формуле

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + C, \tag{13}$$

где φ — расчетный угол внутреннего трения грунтов в град.;
C — расчетное удельное сцепление грунта в *кг/см*^{2}.

78. Расчет *оснований по устойчивости производится по* формуле

$$N \leqslant \Phi, \tag{14}$$

N — заданная расчетная нагрузка на основание в наиболее невыгодной комбинации в *кг*;
Φ — несущая способность основания в *кг* для данного направления нагрузки N.

79. Несущая способность Φ вечномерзлых грунтов, используемых в качестве основания по методу I, определяется:

а) при скальных и полускальных грунтах — по расчетному сопротивлению данной породы грунта на сжатие, опре-

деляемому при инженерно-геологических исследованиях в зависимости от распределения трещиноватости и слоистости породы;

б) при крупнообломочных и песчаных грунтах — по расчетному значению угла внутреннего трения грунта φ принимаемому по данным исследований грунтов;

в) при глинистых грунтах — из условия, что касательные напряжения вдоль поверхности скольжения τ равны расчетному сопротивлению глинистого грунта срезу p, принимаемому по данным исследований грунтов с учетом возможного последующего изменения природного состояния их.

80. Расчет основания по устойчивости при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методу II, как правило, не производится.

81. При использовании вечномерзлых грунтов в качестве оснований по методу IV характеристики грунтов, указанные в п. 75, определяются исследованиями грунтов при условии перехода их в талое состояние.

82. Расчет по устойчивости оснований из илов любой влажности, а также из глин и суглинков, природная влажность которых после перехода их в талое состояние превышает влажность на границе раскатывания больше чем на $^2/_3$ числа пластичности, должен производиться с учетом гидродинамических объемных сил, возникающих в процессе возведения сооружения вследствие выжимания под нагрузкой воды, заполняющей поры грунта.

83. Расчет по устойчивости скальных оснований производится на скалывание $R_{ск}$ по поверхности наименьшего сопротивления, определяемой при инженерно-геологических исследованиях, в зависимости от направления и распределения трещиноватости и слоистости породы.

Расчетное сопротивление скального грунта скалыванию определяется по данным исследований грунтов.

VI. СВАЙНЫЕ ОСНОВАНИЯ

84. Расчет свай при допущении оттаивания вечномерзлых грунтов производится по нормам для талых грунтов.

85. Расчет железобетонных свай на осевую нагрузку при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методу II производится по формуле (15), а расчет деревянных свай — по этой же формуле (15), но без учета сопротивления острия свай ($F_0 p^н$).

$$N \leqslant (u \sum_1^n S_i^н h_i + F_0 p^н) km, \qquad (15)$$

где N — расчетная осевая нагрузка на сваю в *кг*, включающая вес сваи;

u — периметр сечения сваи в *см*;

$S_i^н$ — нормативное сопротивление смерзания слоя вечномерзлого грунта с боковой поверхностью сваи в *кг/см*^{2}, принимаемое при отсутствии опытных данных по табл. 8;

h_i — длина участка сваи в *см*, в пределах которой величина $S_i^н$ принимается постоянной;

F_0 — площадь сечения сваи у острия в *см*^{2};

$p^н$ — нормативное сопротивление вечномерзлого грунта в *кг/см*^{2}, принимаемое по табл. 11;

k — коэффициент однородности, принимаемый равным 0,7 для свай, погружаемых в грунт с пропариванием его и 0,6 для свай, устанавливаемых в пробуренные в грунте скважины;

m — коэффициент условий работы, принимаемый равным 1;

n — число слоев грунта.

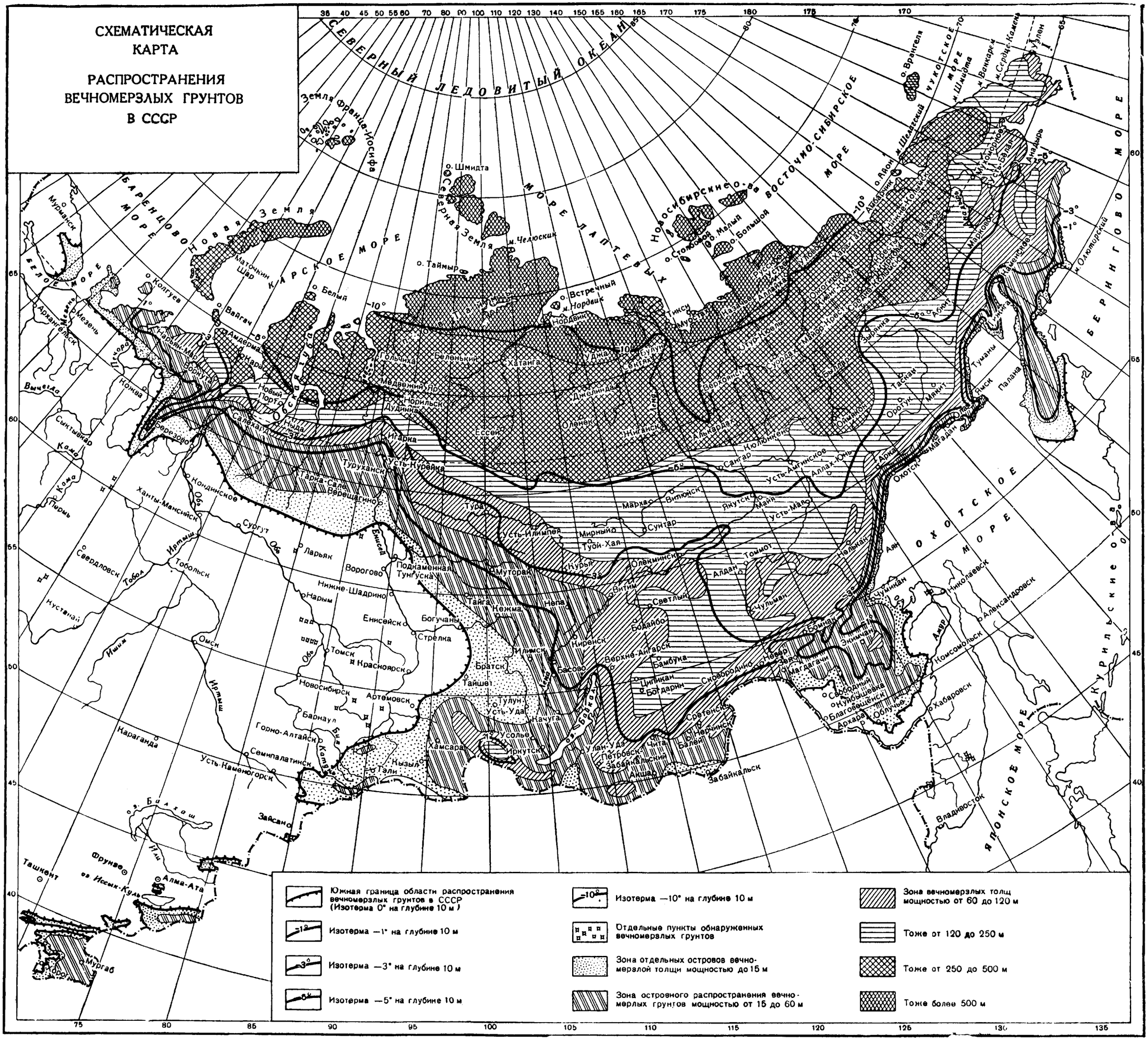
VII. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВАНИЯМ И ФУНДАМЕНТАМ КРУПНОБЛОЧНЫХ И КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

86. Крупноблочные жилые и общественные здания допускается возводить на вечномерзлых грунтах, используемых по методу I с фундаментами любых конструкций; по методу II — со столбчатыми или свайными фундаментами; по методу III — с фундаментами любых конструкций при ограничении допустимых деформаций грунтов оснований пределами, указанными в табл. 10 для зданий I конструктивной группы жесткости.

87. Крупнопанельные жилые здания допускается строить по специально разработанным типовым проектам при непучинистых грунтах деятельного слоя на горизонтальных площадках, сложенных в основании фундаментов скальными малосжимаемыми грунтами, используемыми по методу I с фундаментами любых конструкций, а также на вечномерзлых грунтах, используемых по методу II — со столбчатыми или свайными фундаментами при температуре вечномерзлых грунтов на уровне нулевых амплитуд не выше минус 2°.

88. В проектах должно быть предусмотрено указание о том, что в период строительства и эксплуатации крупнопанельных зданий необходимо особо тщательно соблюдать все мероприятия по сохранению грунтов оснований в мерзлом состоянии, принятые проектной организацией, осуществляющей проектирование и привязку типовых проектов к местным мерзлотно-грунтовым условиям.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В СССР


СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН
Земля Франца-Иосифа
Новая Земля
Северная Земля
о. Шмидта
м. Челюскин
о. Таймыр
о. Белый
о. Колгуев
о. Вайгач
о. Встречный
м. Нордвик
о. Столбовой
о. Малый Ляховский
о. Большой Ляховский
Новосибирские о-ва
о. Врангеля
о. Айон
о. Аввакумова
м. Шелагский
м. Шмидта
м. Ванкарем
м. Сердце-Камень
Уэлен
Мурманск
Архангельск
Мезень
Печора
Нарьян-Мар
Воркута
Вайгач
Амдерма
Усть-Кара
Новый Порт
Салехард
Обская губа
Обь
Надым
Игарка
Дудинка
Норильск
Усть-Нурейка
Туруханск
Тарка-Сале
Верещагино
Кондинское
Ханты-Мансийск
Сургут
Ларьяк
Ворогово
Подкаменная Тунгуска
Нижне-Шадрино
Нарым
Енисейск
Богучаны
Стрелка
Томск
Красноярск
Новосибирск
Артемовск
Барнаул
Горно-Алтайск
Семипалатинск
Усть-Каменогорск
Караганда
Ташкент
Фрунзе
оз. Иссык-Куль
Алма-Ата
Мургаб
Термез
Байкал
Хамсара
Усть-Уда
Тулун
Тайшет
Братск
Илимск
Усть-Илимпея
Мирный
Туой-Хая
Сунтар
Мархан
Вилюйск
Якутск
Усть-Мая
Усть-Майя
Олекминск
Нюрбя
Муторай
Тайга
Кежма
Непа
Витим
Светлый
Алдан
Томмот
Чульман
Бодайбо
Ниренск
Верхне-Ангарск
Бамбуна
Бесово
Киренск
Усть-Кут
Чикан
Богдарин
Сковородино
Чита
Петровск-Забайкальский
Акшан
Забайкальск
Улан-Удэ
Иркутск
Усольье
Нижнеудинск
Тулун
Усть-Уда
Качуга
Зима
Тулун
Хатанга
Беленький
Гольчиха
Медвежий Яр
Юрибей
Дудинка
Оленек
Есей
Нижнее-Кресты
Верхоянск
Тирехтях
Тикси
Мустах
Нагайская
Усть-Кюель
Тусулах
Сунтар-Хаята
Хандыга
Оймякон
Оротук
Мякит
Таскан
Зырянка
Среднеколымск
Нижнеколымск
Чокурдах
Русское
Усть-Янск
Аллайха
Хара-Табат
Абобтрик
Нижне-Колымск
Марково
Усть-Белая
Анадырь
Мухоморово
Хатырка
Камчатское
Ямск
Палана
Тауйск
Охотск
Магадан
Аян
Нельканн
Чумикан
Николаевск
Александровск
Комсомольск
Хабаровск
Облучье
Архара
Благовещенск
Свободный
Экимчан
Бомнак
Невер
Зея
Магдагачи
Циолковский
Ср. Колыма
Ср. Яна
Индигирка
Алазея
Колыма
Анюй
Амур
Охотское море
Берингово море
Японское море
Курильские о-ва
Белое море
Баренцово море
Карское море
Море Лаптевых
Восточно-Сибирское море
Чукотское море
Обь
Енисей
Лена
Амур
Иртыш
Ишим
Тобол
Кустанай
Свердловск
Пермь
Кама
Вычегда
Сыктывкар
Ухта
Печора
Мезень
Северная Двина
Онега
Кемь
Беломорск
Кандалакша
Мончегорск
Кировск
Апатиты
Ловозеро
Полярные Зори
Печенга
Никель
Заполярный
Норвегия
Финляндия
Швеция
Ледовитый океан
Белое море
Баренцево море
Карское море
Море Лаптевых
Восточно-Сибирское море
Чукотское море
Берингово море
Охотское море
Японское море
Курильские о-ва

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗЫСКАНИЯМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

1. Масштаб[1] мерзлотной съемки, объем и характер мерзлотно-грунтовых исследований определяются в зависимости от стадии проектирования применительно к данному объекту строительства программой изысканий, составляемой проектно-изыскательской организацией и согласованной с заказчиком.

2. Мерзлотная съемка должна производиться в объеме, необходимом для:

а) изучения распространения, залегания, состава, строения, сложения, свойств мерзлых горных пород, их температурного режима;

б) исследования явлений и процессов, связанных с промерзанием и оттаиванием горных пород, а также совершающихся в самих мерзлых толщах;

в) прогноза изменений мерзлотно-инженерно-геологических условий в связи со строительством и эксплуатацией сооружений.

3. Геологические, гидрогеологические и мерзлотно-грунтовые изыскания должны быть выполнены в объеме, необходимом для:

а) определения пригодности исследуемой площадки для возведения на ней намеченных зданий и сооружений с точки зрения мерзлотно-грунтовых условий (сжимаемости и просадочности мерзлых грунтов при оттаивании их, степени пучинистости грунтов деятельного слоя, наличия наледных явлений и т. п.);

б) выбора метода использования вечномерзлых грунтов основания, решения типа фундаментов и конструкций зданий и сооружений;

в) установления физико-механических и теплотехнических характеристик мерзлых грунтов для возможности расчета основания;

г) разработки методов производства работ по устройству оснований и фундаментов;

д) проектирования мероприятий по борьбе с пучением и наледями и по регулированию температурного режима вечномерзлых грунтов;

е) учета возможных изменений мерзлотно-грунтовых условий как во время строительства, так и в период эксплуатации здания или сооружения;

ж) выявления условий дренирования площадки строительства, стока поверхностных вод, отвода канализационных и производственных вод и т. п.

4. В задачу изысканий на стадии проектного задания, помимо общих данных, обязательных при изысканиях в районах с обычными (невечномерзлыми) грунтами, должны входить:

а) для выбора строительной площадки:

сбор и систематизация литературных данных и имеющихся матери-

---

[1] Масштаб мерзлотной съемки принимается:
для генеральных планов и схем от 1 : 25 000 и мельче;
» проектного задания 1 : 10 000 ÷ 1 : 5 000;
» рабочих чертежей 1 : 2 000 и крупнее.

алов ранее проведенных изысканий и обследований по вечномерзлым грунтам и климатическим условиям данного района;

сбор сведений по опыту строительства в данном районе и эксплуатации существующих зданий и сооружений;

установление наличия и глубины залегания верхней поверхности вечномерзлых грунтов, характера грунтов и степени угрожаемости исследуемых площадок с точки зрения наледных явлений, термокарста, оползней, солифлюкции и т. п.;

установление толщины деятельного слоя и пучинистости его грунтов;

выявление характера возможных изменений мерзлотно-грунтовых условий при освоении площадки, а также при строительстве и эксплуатации проектируемых сооружений.

Примечание. Толщина деятельного слоя устанавливается по данным наблюдений ближайших метеорологических станций и опыта местного строительства.

б) для разработки проектного задания данные, определяющие:

наличие вечномерзлых грунтов на отдельных участках обследуемой площадки с оконтуриванием их в плане;

неблагоприятные участки: с подземными льдами, с просадочными и сильно просадочными при оттаивании грунтами, с наледными и оползневыми явлениями и т. п.;

глубину залегания верхней и нижней поверхностей вечномерзлой толщи, вид вечномерзлого грунта (сливающийся или несливающийся, непрерывного сложения или с прослойками талого грунта);

температуру вечномерзлых грунтов на глубине постоянных годовых температур и ниже в соответствии с программой изысканий;

толщину деятельного слоя;

степень пучинистости грунтов на отдельных участках площадки;

наличие и режим грунтовых вод, их происхождение и химический состав;

физико-механические свойства грунтов деятельного слоя и вечномерзлых грунтов: гранулометрический состав, удельный вес, дифференцированную влажность, объемный вес скелета в мерзлом состоянии и после оттаивания, степень плотности для песчаных грунтов, а также коэффициенты фильтрации и пределы пластичности глинистых грунтов для талого состояния;

расчетные коэффициенты по сжимаемости мерзлых грунтов при оттаивании, определенные по физическим характеристикам, а также по компрессионным испытаниям грунтов с оттаиванием их под давлением или пробными нагрузками;

при наличии в толще вечномерзлых грунтов ледяных прослоек последние зарисовываются на разрезе шурфа или скважины с указанием их размеров и положения по глубине.

5. При крупных строительствах (с генеральной сметой свыше 100 млн. руб.) в районах распространения вечномерзлых грунтов с самого начала изысканий должна быть организована мерзлотная станция для выполнения требований п. 4. Технических условий (СН 91-60).

При строительстве ответственных или опытных объектов, выполняемых с новыми видами конструкций, например при строительстве крупнопанельных домов, стационарные наблюдения за осадками фундаментов и изменением воднотемпературного режима грунтов оснований, используемых по методу II, организуются независимо от общей стоимости этих объектов.

Виды и объем наблюдений определяются специальной программой, составленной проектной организацией, которая осуществляет проектирование или привязку типовых проектов к местным мерзлотно-грунтовым условиям площадки.

Мерзлотные станции организуются заказчиками объектов строительства. Стоимость организации и содержания станции включается в генеральную смету строительства.

6. За период изысканий на стадии проектного задания должны быть установлены объем и содержание мерзлотно-грунтовых исследований, подлежащих проведению на стадии разработки рабочих чертежей, согласованные с мерзлотно-метеорологической станцией.

7. При изысканиях на стадии разработки рабочих чертежей уточняются с привязкой к отдельным объектам данные о мерзлотно-грунтовых условиях площадки, выявленные при изысканиях на предыдущей стадии, и о характере возможных изменений этих условий в процессе строительства и эксплуатации.

8. При изысканиях на стадии разработки рабочих чертежей должны быть уточнены с использованием материалов мерзлотной станции:

а) температурный режим вечномерзлых грунтов и грунтов деятельного слоя;

б) режим грунтовых вод и их химический состав;

в) условия наледных образований;

г) силы выпучивания и смерзания;

д) степень плотности вечномерзлых грунтов и просадочности их при оттаивании.

Примечание. В случае, если в установленном порядке разрешено вести проектирование предприятия или сложного объекта по трем стадиям, то перечисленные в пп. 6 и 7 требования к изысканиям на стадии разработки рабочих чертежей должны быть выполнены при изысканиях на стадии разработки технического проекта.

9. Материалы по грунтово-мерзлотным изысканиям включаются в общий отчет по инженерно-геологическим изысканиям.

Выбор площадки строительства

10. Выбор площадки строительства должен производиться с учетом назначения здания или сооружения, его народнохозяйственной значимости, а также мерзлотно-грунтовых условий.

11. При несплошном распространении вечномерзлых грунтов в районе строительства отапливаемые здания, как правило, надлежит располагать на участках с талыми грунтами.

12. В районе сплошного залегания вечномерзлых грунтов строительство зданий и сооружений следует по возможности осуществлять на площадках:

а) с близким залеганием скальных и полускальных пород или сыпучемерзлых грунтов;

б) с непросадочными крупнообломочными и песчаными грунтами;

в) с низким залеганием грунтовых вод;

г) расположенных на склонах и возвышенных местах, обеспечивающих отвод поверхностных, дренажных и канализационных вод;

д) имеющих склоны, обращенные на юг, если более глубокое залегание верхней поверхности вечномерзлого грунта является желательным.

13. Менее благоприятными для строительства являются площадки:

а) с наличием в толще вечномерзлых грунтов ледяных линз и прослоек;

б) с просадочными при оттаивании вечномерзлыми грунтами;

в) с очень пучинистыми грунтами деятельного слоя;

г) с наличием систематически образующихся наледей;

д) расположенные на низких, заболоченных участках, не имеющие по условиям рельефа естественного стока;

е) со смешанными мерзлотно-грунтовыми условиями;

ж) с льдонасыщенными вечномерзлыми грунтами с температурой выше минус 1°.

РАСЧЕТ ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ НА МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ, ОТТАИВАЮЩИХ ПОД СООРУЖЕНИЕМ

(при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методу III)

1. Расчет осадок фундаментов на вечномерзлых грунтах, оттаивающих под фундаментами зданий и сооружений, может производиться:

а) по данным экспериментальных исследований сжимаемости оттаивающих вечномерзлых грунтов под давлением;

б) по физическим характеристикам вечномерзлых грунтов.

А. РАСЧЕТ ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЖИМАЕМОСТИ ОТТАИВАЮЩИХ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

2. Величина конечной осадки оттаивающего под давлением основания, слагаемого крупнообломочными и песчаными вечномерзлыми грунтами на расчетную глубину оттаивания, определяется по формуле

$$\Delta = \sum_{1}^{n} A_i h_i + \sum_{1}^{n} a_i h_i \sigma_{ср}, \qquad (1)$$

где A_i — коэффициент оттаивания (относительная осадка оттаивания) i-того слоя, определяемый опытным путем (см. приложение IV, п. 1);

h_i — толщина того же, i-того слоя грунта в *см*;

a_i — коэффициент сжимаемости оттаивающего под давлением i-того слоя грунта в $см^2/кг$, определяемый опытным путем (см. приложение IV, п. 1);

$\sigma_{ср}$ — среднее уплотняющее давление для слоя грунта в $кг/см^2$, определяемое по формуле (9) (см. п. 12 настоящего приложения);

n — число оттаявших расчетных слоев грунта.

3. При наличии в толще оттаивающих вечномерзлых грунтов ледяных прослоек осадка определяется как сумма от обжатия оттаивающего грунта и от оттаивания суммарной толщи ледяных прослоек, принимаемых с коэффициентом уменьшения:

при толщине прослойки льда менее 3 *см* — 0,4;
» » » от 3 до 10 » — 0,6;
» » » более 10 » — 0,8.

4. Величину осадки основания, слагаемого из крупнообломочных грунтов (щебеночных, гравийных и галечниковых), разрешается замерять по осадке горячего штампа при оттаивании и уплотнении грунта на заданную глубину.

Примеры расчета осадок фундаментов

Пример 1. Исходные данные для расчета: фундамент квадратный шириной подошвы $b=2$ *м*; глубина заложения фундамента $h_0=3$ *м*; глубина оттаивания грунта под подошвой фундамента $h=10$ *м*.

Нормативное давление на грунт от сооружения составляет $p=2$ *кг/см*^{2}.

Грунт основания однородный, обладающий следующими характеристиками:

объемный вес грунта $\gamma_{об}=0{,}0018$ *кг/см*^{3};

коэффициент оттаивания $A=0{,}03$;

коэффициент сжимаемости $a=0{,}001$ *см*^{2}*/кг*.

Среднее уплотняющее давление $\sigma_{ср}$ оттаивающего слоя определяется согласно указаниям п. 12 по формуле (9) настоящего приложения

$$\sigma_{ср}=\frac{p\left(a_i+a_{i+1}\right)+\gamma_{об}\left(h_i+h_{i+1}\right)}{2}=$$

$$=\frac{2\,(1+0{,}032)+0{,}0018\,(300+1\,000)}{2}=2{,}2,$$

где значения a_i и a_{i+1} приняты по табл. 3: $a_i=1$ и $a_{i+1}=0{,}032$.

Величину осадки вычисляем по формуле (1)

$$\Delta=A_ih_i+a_ih_i\sigma_{ср}=0{,}03\cdot1\,000+0{,}001\cdot1\,000\cdot2{,}2=32{,}2\,см.$$

Пример 2. Фундамент — прямоугольная плита размерами в плане $a=6$ *м* и $b=2$ *м*; глубина заложения фундамента $h=2$ *м*; расчетная глубина оттаивания грунта ниже подошвы фундамента 10 *м*. Нормативное давление на грунт от сооружения $p=3$ *кг/см*^{2}.

Грунт в основании фундамента сложен из трех слоев:

I) от 0,0 до 4 *м* — песок разнозернистый;
объемный вес грунта $\gamma_{об}=0{,}0018$ *кг/см*^{3};
коэффициент оттаивания $A_I=0{,}05$;
коэффициент сжимаемости $a_I=0{,}002$ *см*^{2}*/кг*;

$$\sigma_{срI}=3{,}01\ кг/см^2\ (\text{по п. 12}),$$

II) от 4 до 10 *м* — гравий с дресвой;
объемный вес грунта $\gamma_{об}=0{,}002$ *кг/см*^{3};
коэффициент оттаивания $A_2=0{,}01$;
коэффициент сжимаемости $a_2=0{,}0015$ *см*^{2}*/кг*;

$$\sigma_{срII}=2{,}37\ кг/см^2\ (\text{по п. 12});$$

III) от 10 до 12 *м* — песок крупнозернистый;
объемный вес грунта $\gamma_{об}=0{,}0016$ *кг/см*^{3};
коэффициент оттаивания $A_3=0{,}03$;
коэффициент сжимаемости $a_3=0{,}001$ *см*^{2}*/кг*;

$$\sigma_{срIII}=1{,}52\ кг/см^2\ (\text{по п. 12}).$$

Величины осадок грунта для каждого слоя вычисляем по формуле (1).

1) $\Delta_I=0{,}05\cdot200+0{,}002\cdot200\cdot3{,}01=11{,}2$ *см* (где $h_I=400-200=200$ *см* — сжимаемый слой ниже подошвы фундамента).

2) $\Delta_{II}=0{,}01\cdot600+0{,}0015\cdot600\cdot2{,}37=8{,}13$ *см* (где $h_{II}=1\,000-400=600$ *см*).

3) $\Delta_{III}=0{,}03\cdot 200+0{,}001\cdot 200\cdot 1{,}52=6{,}3$ *см* (где $h_{III}=1\,200-1\,000=200$ *см*).

$$\Delta=\Delta_I+\Delta_{II}+\Delta_{III}=11{,}2+8{,}13+6{,}3=25{,}63\ см.$$

Б. РАСЧЕТ ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ ПО ФИЗИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

5. Величина конечной осадки (Δ) просадочных вечномерзлых грунтов при оттаивании под давлением вычисляется по формуле

$$\Delta=\sum_{1}^{n}e_i h_i+\sum_{1}^{x}m_i, \qquad (2)$$

где n — число обжимаемых слоев грунта;

h_i — толщина отдельного обжимаемого i-того слоя грунта в *см*;

m_i — толщина отдельной прослойки льда (>1 *мм*) в *см*, принимаемая с коэффициентом уменьшения:

при толщине прослойки льда менее 3 *см* — 0,4;
» » » » от 3 до 10 » — 0,6;
» » » » более 10 » — 0,8;

x — число ледяных прослоек;

e_i — относительное сжатие отдельного i-того слоя грунта, определяемое по пп. 6—9 настоящего приложения.

6. Относительное сжатие e песчаных вечномерзлых грунтов просадочных и рыхлых при оттаивании их под нагрузкой вычисляется по формуле

$$e=\frac{\gamma_{т.п}-\gamma_м}{\gamma_{т.п}}, \qquad (3)$$

где $\gamma_{т.п}$ — объемный вес скелета оттаявшего грунта при максимально уплотненном его состоянии, определяемый опытным путем (см. приложение IV);

$\gamma_м$ — объемный вес скелета мерзлого грунта, определяемый опытным путем (см. приложение IV).

7. Относительное сжатие e глинистых вечномерзлых грунтов при оттаивании их под нагрузкой вычисляется по формуле

$$e=1-\gamma_м\left[\frac{1}{\gamma_у}+\frac{1}{\gamma_в}(w_р+kw_п)\right], \qquad (4)$$

где k — коэффициент уплотняемости, принимаемый по табл. 1 в зависимости от давления $\sigma_{ср}$, действующего в рассматриваемом слое грунта (см. п. 12);

$\gamma_у$ — удельный вес грунта;

$\gamma_в$ — удельный вес воды, принимаемый равным единице;

$w_р$ — влажность грунта на границе раскатывания в долях единицы от веса сухого грунта;

$w_п$ — число пластичности в долях единицы.

8. Относительное сжатие e глинистых вечномерзлых грунтов со степенью заполнения пор льдом и незамерзшей водой $g>0{,}95$ с целью упрощения рекомендуется определять не по формуле (4), а по формуле (5), в состав которой входят физические характеристики, опреде-

ляемые на образцах грунта с нарушенной структурой (например, из скважин)

$$e = (1{,}1w_л + w_н - w_р - kw_п):\left(\frac{1}{\gamma_у} + 1{,}1w_л + w_п\right), \qquad (5)$$

где $w_н$ — незамерзшая вода в грунте (количество влаги, не переходящее в лед при замерзании грунта) в долях единицы от веса сухого грунта;

$w_л$ — льдистость грунта (влажность, приходящаяся на долю льда) в долях единицы от веса сухого грунта;

g — степень заполнения пор грунта льдом и незамерзшей водой определяется по формуле (8);

k, $\gamma_у$, $w_р$, $w_п$ — обозначения те же, что в формуле (4).

9. Для талых или предварительно оттаявших грунтов значения сжимаемости рекомендуется определять по действующим нормам и техническим условиям проектирования естественных оснований зданий и промышленных сооружений.

Таблица 1

Значения коэффициента k

№ п/п	Наименование грунтов	Значения k при уплотняющем давлении $\sigma_{ср}$ в $кг/см^2$							
		0,5	0,75	1	2	3	4	5	6
	Супесь с числом пластичности:								
1	$w_п \leqslant 3$	2,5	2	1,6	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7
2	$3 < w_п \leqslant 5$	2	1,6	1,3	1,1	0,95	0,8	0,7	0,6
3	$5 < w_п \leqslant 7$	1,7	1,4	1,2	1	0,85	0,75	0,65	0,5
	Суглинок с числом пластичности:								
4	$7 < w_п \leqslant 9$	1,5	1,3	1,1	0,9	0,8	0,65	0,55	0,45
5	$9 < w_п \leqslant 13$	1,3	1,2	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
6	$13 < w_п \leqslant 17$	1,2	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,35
	Глина с числом пластичности:								
7	$17 < w_п \leqslant 21$	1,1	1	0,8	0,65	0,5	0,45	0,35	0,3
8	$21 < w_п \leqslant 26$	1	0,9	0,75	0,55	0,45	0,35	0,3	0,25
9	$26 < w_п \leqslant 32$	0,9	0,8	0,65	0,5	0,35	0,3	0,25	0,2
10	$w_п > 32$	0,8	0,7	0,55	0,4	0,3	0,25	0,2	0,15

Примечания. 1. Деление глинистых грунтов на виды принято по числу пластичности по действующим нормам и техническим условиям проектирования естественных оснований зданий и промышленных сооружений.

2. Для промежуточных давлений $\sigma_{ср}$ величина коэффициента k определяется по интерполяции.

10. Льдистость и незамерзшая вода определяются по формулам

$$w_л = w - w_н ; \quad (6)$$

$$w_н = k_в w_р , \quad (7)$$

где w — природная влажность грунта в долях единицы от веса сухого грунта;

$k_в$ — поправочный коэффициент принимается по табл. 2 в зависимости от вида грунта и значений отрицательной температуры его;

$w_л$, $w_н$ и $w_р$ — обозначения те же, что в формулах (4) и (5).

Таблица 2

Значения коэффициента $k_в$

№ п/п	Наименование грунтов	Значения $k_в$ при температуре грунтов в град.					
		—0,3	—0,5	—1	—2	—4	—10
1	Супесь с числом пластичности						
	$2 < w_п \leqslant 7$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
2	Суглинок с числом пластичности						
	$7 < w_п \leqslant 13$	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
3	То же,						
	$13 < w_п \leqslant 17$	—	1,2	1	0,9	0,8	0,6
4	Глина с числом пластичности						
	$w_п > 17$	—	1,4	1,1	1	0,9	0,7

Примечание. Для промежуточных значений температуры $k_в$ принимается по интерполяции.

11. Степень заполнения объема пор грунта льдом и незамерзшей водой определяется по формуле

$$g = \frac{\gamma_м (1,09 w_л + w_н)}{П} , \quad (8)$$

где $П$ — пористость грунта в долях единицы;

$\gamma_м$; $w_л$; $w_н$ — обозначения те же, что в формулах (3) и (5).

Примечания. 1. В твердомерзлых песчаных и крупнообломочных грунтах количество незамерзшей воды $w_н$ при расчете степени заполнения пор грунта льдом и водой по формуле (8) принимается равным нулю.

2. Степень влажности немерзлых и оттаявших грунтов (доля заполнения объема пор водой) определяется как для обычных талых грунтов по действующим нормам и техническим условиям проектирования естественных оснований зданий и промышленных сооружений.

12. Среднее уплотняющее давление $\sigma_{ср}$ для слоя грунта определяется по формуле

$$\sigma_{ср} = \frac{\sigma_i + \sigma_{i+1}}{2} = \frac{p(\alpha_i + \alpha_{i+1}) + \gamma_{об}(h_i + h_{i+1})}{2}, \qquad (9)$$

где p — давление от сооружения по подошве фундамента за вычетом бытового давления в *кг/см²*;

α_i — коэффициент изменения дополнительного давления в грунте в зависимости от глубины с учетом формы подошвы фундамента, принимаемый по табл. 3;

h_i — толщина обжимаемого слоя грунта в *см*, считая от планировочной отметки до подошвы обжимаемого слоя;

$\gamma_{об}$ — объемный вес мерзлого грунта в *г/см³*.

Таблица 3

Значения коэффициента α

$\frac{2Zl}{b}$	Значения коэффициента α при форме подошвы фундамента					
	круглой	прямоугольной с отношением сторон *a:b*				бесконечной полосе
		1	2	3	10	
0	1	1	1	1	1	1
0,25	1,009	1,009	1,009	1,009	1,009	1,009
0,5	1,064	1,053	1,033	1,033	1,033	1,033
0,75	1,072	1,082	1,059	1,059	1,059	1,059
1	0,965	1,027	1,039	1,026	1,025	1,025
1,5	0,684	0,762	0,912	0,902	0,902	0,902
2	0,473	0,541	0,717	0,769	0,761	0,761
2,5	0,335	0,395	0,593	0,651	0,636	0,636
3	0,249	0,298	0,474	0,549	0,56	0,56
4	0,148	0,186	0,314	0,392	0,439	0,439
5	0,098	0,125	0,222	0,287	0,359	0,359
7	0,051	0,065	0,113	0,17	0,262	0,262
10	0,025	0,032	0,064	0,098	0,181	0,185
20	0,006	0,008	0,016	0,024	0,068	0,056
50	0,001	0,001	0,003	0,005	0,014	0,037
∞	0	0	0	0	0	0

Примечание. Для промежуточных величин $\frac{2Zl}{b}$ и $\frac{a}{b}$ значение определяется по интерполяции, где Z — расстояние от подошвы фундамента до середины сжимаемого слоя в *м*.

Пример расчета осадки отдельного фундамента на оттаивающем грунте

В качестве очислового примера произведем расчет осадки столбчатого круглого сечения фундамента с диаметром его подошвы, равным 1,5 *м*, при глубине заложения на 1 *м*.

Нормативное давление на грунт под подошвой фундамента от веса сооружения составляет $p_c = 2$ *кг/см²*.

Напластования грунтов в зоне уплотнения следующие:

1) от 0,0 до 1 *м* песок мелкозернистый, влажный, средней плотности;

2) от 1 до 3 *м* песок аллювиальный, среднезернистый, плотный, влажный, мерзлый:

$$\gamma_{об} = 1{,}8\ г/см^3;$$
$$\gamma_м = 1{,}502\ г/см^3;$$
$$\gamma_{т.п} = 1{,}565\ г/см^3;$$

3) от 3 до 5,6 *м* суглинок аллювиальный, мерзлый, плотный:

$$\gamma_{об} = 2\ г/см^3;$$
$$\gamma_м = 1{,}56\ г/см^3;$$
$$\gamma_у = 2{,}73;$$
$$w_р = 0{,}156;$$
$$w_п = 0{,}09;$$

4) от 5,6 до 8,8 *м* глина делювиальная, мерзлая, с прослойкой льда толщиной 1,8 *см*

$$\gamma_{об} = 1{,}9\ г/см^3;$$
$$\gamma_м = 1{,}43\ г/см^3;$$
$$\gamma_у = 2{,}77;$$
$$w_р = 0{,}196;$$
$$w_п = 0{,}175\ .$$

Общая конечная осадка оттаивающего грунта под столбчатым фундаментом определяется по формуле (2), для чего вычисляем относительное сжатие слоя песчаного грунта по формуле (3)

$$e_1 = \frac{\gamma_{т.п} - \gamma_м}{\gamma_{т.п}} = \frac{1{,}565 - 1{,}502}{1{,}565} = 0{,}04;$$

суглинистого и глинистого по формуле (4).

Для определения по табл. 1 значения коэффициента уплотняемости k, необходимого в формуле (4), следует предварительно подсчитать уплотняющее грунт давление для слоев суглинка и глины по формуле (9).

Исходные данные для подсчета средних уплотняющих давлений будут следующие:

для суглинка

$$p = 1{,}82\ кг/см^2,$$
$$\alpha_i = 0{,}794;$$
$$\alpha_{i+1} = 0{,}128;$$
$$\gamma_{об} = 0{,}0019\ кг/см^3;$$
$$h_i = 300\ см;$$
$$h_{i+1} = 560\ см;$$

для глины

$$p = 1{,}82\ кг/см^2;$$

$$\alpha_{i+1} = 0{,}128;$$

$$\alpha_{i+2} = 0{,}042;$$

$$\gamma_{об} = 0{,}0019\ кг/см^3;$$

$$h_{i+1} = 560\ см;$$

$$h_{i+2} = 880\ см,$$

где p — давление от сооружения по подошве фундамента за вычетом бытового давления, равное

$$p = p_c - p^б = 2 - 0{,}18 = 1{,}82\ кг/см^2.$$

Подставляя исходные данные в формулу (9), среднее уплотняющее давление будем иметь:

для суглинка

$$\sigma_{ср} = \frac{1{,}82\,(0{,}794 + 0{,}128) + 0{,}0019\,(300 + 560)}{2} = 1{,}66\ кг/см^2$$

и для глины

$$\sigma_{ср} = \frac{1{,}82\,(0{,}128 + 0{,}042) + 0{,}0019\,(560 + 880)}{2} = 1{,}5\ кг/см^2$$

(за объемный вес грунта $\gamma_{об}$ принимается среднее значение объемного веса с учетом вышележащих слоев грунта).

Соответственно среднему уплотняющему давлению $\sigma_{ср}$ и числу пластичности значение коэффициента уплотняемости для суглинистого грунта по табл. 1 (по интерполяции) k=0,935, а для глины k=0,725.

Таким образом, относительное сжатие по физическим характеристикам получим по формуле (4) для суглинка

$$e_2 = 1 - 1{,}56\left[\frac{1}{2{,}73} + \frac{1}{1}(0{,}156 + 0{,}935 \cdot 0{,}09)\right] = 0{,}054$$

и для глины значение относительного сжатия равняется

$$e_3 = 1 - 1{,}43\left[\frac{1}{2{,}77} + \frac{1}{1}(0{,}196 + 0{,}725 \cdot 0{,}175)\right] = 0{,}023.$$

После подстановки цифровых значений в формулу (2) и подсчета конечная осадка фундамента будет равна

$$\Delta = e_1 h_1 + e_2 h_2 + e_3 h_3 = 0{,}04 \cdot 2 +$$
$$+ 0{,}054 \cdot 2{,}6 + 0{,}022 \cdot 3{,}2 = 0{,}2908\ м.$$

Следует иметь в виду, что в слое глины имеется прослойка льда толщиной 1,8 *см*.

Вследствие того что прослойка льда малой толщины и расположена на большой глубине от подошвы фундамента, дополнительная осадка фундамента будет менее толщины ледяного слоя; поэтому к вычисленной конечной осадке фундамента прибавляем толщину ледяной прослойки с коэффициентом 0,4 (см. п. 5), и тогда общая конечная осадка составит

$$\Delta_{об} = 29{,}08 + 0{,}4 \cdot 1{,}8 = 29{,}8\ см.$$

Значение относительного сжатия можно подразделить на два слагаемых — коэффициент оттаивания и коэффициент уплотнения. Это можно сделать по обычно принятому расчетному приему.

Для примера возьмем суглинистый грунт с физическими характеристиками для слоя III с глубины от 3 до 5,6 *м*.

При уплотняющем давлений в 2 *кг/см*^{2} относительное сжатие, вычисленное по формуле (4), равно e_2=0,07, а при 3 *кг/см*^{2} — e_3=0,082.

Подставляя значение относительного сжатия и уплотняющего давления в формулы (1) и (2) приложения IV, величины A_0 и a_0 получаются

$$a_0 = \frac{e_3 - e_2}{p_3 - p_2} = \frac{0{,}073 - 0{,}059}{3 - 2} = 0{,}014;$$

$$A_0 = e_3 - a_0 p_3 = 0{,}073 - 0{,}014 \cdot 3 = 0{,}031 .$$

Таким образом, если известны величины относительного сжатия грунта, то конечную осадку фундамента на оттаивающем грунте можно подсчитать по любому из приведенных расчетному методу.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ НА МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ, ОТТАИВАЮЩИХ ПОД ЗДАНИЕМ ИЛИ СООРУЖЕНИЕМ

А. КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ

1. Коэффициент оттаивания (относительная осадка оттаивания) A и коэффициент сжимаемости оттаивающего под давлением грунта a определяются обжатием образцов грунта ненарушенной структуры в мерзлом состоянии на компрессионном приборе при одновременном оттаивании.

Диаметр d и высоту h кольца компрессионного прибора надлежит принимать:

для песчаных грунтов $d=6$ *см*, $h=2$ *см*;

для гравелистых грунтов $d=25$ *см*, $h=10$ *см*.

2. Значения A и a, по данным каждого испытания образца грунта в компрессионном приборе, определяются по формулам

$$a = \frac{e_2 - e_1}{p_2 - p_1}; \tag{1}$$

$$A = e_1 - ap_1, \tag{2}$$

где e_1 — относительное сжатие образца грунта при его оттаивании под давлением p_1 (см. п. 4, б);

e_2 — относительное сжатие образца грунта после его оттаивания под давлением p_2 (см. п. 4, в);

p_1 и p_2 — давления в *кг/см*^{2}, принимаемые согласно указаниям п. 4, б и в.

3. За окончательное значение коэффициентов A и a принимается среднее арифметическое из нескольких определений A и a, разнящихся между собой не более чем на 25%.

Количество отдельных определений A и a устанавливается в зависимости от однородности сложения грунта.

4. Для определения величин, входящих в формулы (1) и (2), надлежит:

а) отобрать образец грунта в мерзлом ненарушенном состоянии;

при песчаных грунтах образец грунта берется из монолита режущим кольцом посредством постепенного прорезания грунта вокруг кольца и надвигания кольца на прорезанный грунт легким надавливанием;

при гравелистых грунтах образец грунта вытесывается точно по шаблону, неровности затираются влажным песком;

б) оттаять образец в компрессионном приборе под давлением p_1 и определить относительное сжатие по формуле

$$e_1 = \frac{h_м - h_т}{h_м}, \tag{3}$$

где $h_м$ — высота мерзлого образца грунта в *см*;

$h_т$ — высота оттаявшего образца грунта после его обжатия в *см*.

Давление p_1 принимается приблизительно равным минимальному нормативному давлению под подошвой фундамента, а при отсутствии таких данных допускается давление p_1 принимать равным 1 *кг/см*^{2} для мелкопесчаных грунтов и 1,5 *кг/см*^{2} для средне- и крупнозернистых песков и для гравелистых грунтов;

в) после оттаивания образца под давлением p_1 на него даются дополнительные нагрузки, ступенями 0,5—1 *кг/см*^{2} (по методике, принятой для талых грунтов) до давления p_2 и определяется относительное сжатие по формуле

$$e_2 = \frac{h_м - h_т}{h_м},$$

где p_2 — давление, принимаемое приблизительно равным максимальному нормативному давлению под подошвой фундамента, а при отсутствии таких данных допускается давление p_2 принимать равным 3 *кг/см*^{2} для мелкопесчаных грунтов и 4 *кг/см*^{2} для средне- и крупнозернистых песков и для гравелистых грунтов.

5. Относительное сжатие для крупнообломочных (щебеночных, гравелистых и галечных) и песчано-гравелистых грунтов рекомендуется определять с оттаиванием их под давлением на забое шурфа горячими штампами.

Б. ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ РАСЧЕТА ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ

6. Физические характеристики, необходимые для подсчета относительного сжатия льдонасыщенного оттаивающего под нагрузкой мерзлого грунта, должны определяться с особой тщательностью и в соответствии с указаниями, приведенными в пп. 7—15 настоящего приложения.

Принятие хотя бы одной из характеристик грунта по среднестатистическим значениям или по лабораторным данным других аналогичных разновидностей грунтов не допускается.

7. Объемный вес скелета оттаявшего и уплотненного под давлением p грунта $\gamma_{т.п}$ определяется как частное от деления веса сухого грунта на его объем в уплотненном состоянии под давлением p.

Для ориентировочных подсчетов конечных осадок песчаных грунтов можно принимать $\gamma_{т.п}$ равным объемному весу скелета воздушносухого грунта при максимальной плотности.

8. Объемный вес скелета мерзлого грунта $\gamma_м$ должен определяться, как правило, при полевых исследованиях с точностью до 0,01 *г/см*^{3}.

Объемный вес скелета мерзлого грунта допускается определять по формуле

$$\gamma_м = \frac{100\,\gamma_{об}}{100 + (w_н + 1{,}09 w_л)}, \qquad (4)$$

где $\gamma_{об}$ — объемный вес мерзлого грунта (частное от деления веса мерзлого образца на его объем ненарушенного сложения) в *г/см*^{3};

$w_н$ и $w_л$ — соответственно количество незамерзшей воды в грунте и льдистость грунта, определяемые согласно указанию п. 10 приложения III.

Примечание. Значения природной влажности грунта w, определенные по доставленным образцам в лаборатории, в большинстве случаев по целому ряду причин не отражают действительной естественной влажности, поэтому во избежание грубой ошибки необходимо определять w при полевых исследованиях на месте одновременно с определением объемного веса грунта.

9. Удельный вес грунта γ_y, граница раскатывания и граница текучести определяются так же, как и для талых грунтов.

10. После получения физических характеристик песчаных и глинистых грунтов следует в первую очередь обратить внимание на значение объемного веса скелета мерзлого грунта $\gamma_м$. Если значение $\gamma_м > 1{,}6$, то грунт при оттаивании может дать осадку, допустимую почти для всех зданий и сооружений; при значении $\gamma_м < 1{,}2$ грунт при оттаивании дает осадку, недопустимую для большинства зданий и сооружений (за исключением некоторых мало чувствительных к неравномерным осадкам и малоответственных построек).

Грунты со значениями $1{,}2 \leqslant \gamma_м \leqslant 1{,}6$ характеризуются в одних случаях как основания с допустимой, в других случаях с недопустимой осадкой в зависимости от вида и характера строящихся зданий или сооружений.

Примечание. Щебеночные и гравелисто-галечные грунты могут иметь объемный вес скелета мерзлого грунта в природном состоянии до 1,9, а объемный вес скелета элювиальных образований на гранитах — и свыше 2; поэтому данный показатель не может служить признаком отсутствия просадочных свойств этих грунтов.

11. Образцы для определения физических характеристик грунта должны отбираться из шурфов и скважин в виде монолитов весом до 2—3 *кг*, наиболее характерных для каждого отдельного слоя грунта, с соблюдением общепринятых требований.

При однородности грунта по составу, сложению и влажности монолиты должны отбираться до предполагаемой глубины оттаивания через каждые 0,5 *м*, начиная с отметки заложения подошвы фундамента.

12. Физические характеристики, необходимые для определения относительного сжатия оттаивающих грунтов под нагрузкой, должны определяться, как правило, по одному и тому же образцу, т. е. для каждого отобранного монолита в отдельности.

13. При проходке шурфов с применением взрыва монолиты должны отбираться из стенки шурфа с ненарушенным мерзлым сложением. Отбор проб для определения объемного веса скелета мерзлого грунта из глыб после взрыва не допускается.

14. При отборе монолитов из шурфов и при определении объемного веса скелета мерзлого грунта необходимо соблюдать следующие условия:

а) образцы из мерзлых грунтов без включения щебня, гальки и гравия вырубаются или выпиливаются правильной геометрической формы, и объемный вес скелета мерзлого грунта определяется как частное от деления веса сухого грунта на непосредственно замеренный объем мерзлого образца;

б) образцы из мерзлых грунтов с содержанием щебня, гальки и гравия могут изготовляться неправильной геометрической формы; объемный вес скелета мерзлого грунта в этом случае определяется как частное от деления веса сухого грунта на объем мерзлого образца, за-

меренный по методу вытеснения жидкости при погружении мерзлого грунта в мерный сосуд;

в) образцы из грунтов, имеющих отрицательную температуру и пластично-текучее состояние, отбираются режущими кольцами-грунтоносами; объемный вес скелета мерзлого грунта в этом случае определяется как частное от деления веса сухого грунта на объем пластично-текучего грунта, замеренный по емкости кольца-грунтоноса.

15. Монолиты из скважин при колонковом бурении отбираются из керна, диаметр которого должен быть не менее 60 *мм*.

16. При описании образца грунта, отобранного для определения физических характеристик, необходимо отмечать верхнюю и нижнюю границы слоя грунта, на который могут быть распространены данные объемного веса скелета грунта.

17. Объемный вес скелета песчаного грунта в талом состоянии при максимальной плотности его $\gamma_{т.п}$ определяется как частное от деления веса сухого грунта на его объем в *г/см*^{3}; при определении значения $\gamma_{т.п}$ надлежит несколько смоченный песок (менее капиллярного увлажнения) укладывать в цилиндр диаметром 60 *мм* и высотой 35,4 *мм* с послойным трамбованием деревянным пестиком; после высушивания грунт взвешивают на технических весах, и полученный результат следует делить на объем цилиндра.

Объемный вес скелета песчаного грунта при его минимальной плотности $\gamma_{т.р}$ определяется делением веса рыхло насыпанного в цилиндр воздушносухого песка на объем цилиндра.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ОТТАИВАНИЯ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ[1]

Общие определения

1. Под оттаиванием вечномерзлых льдосодержащих грунтов следует понимать переход таких грунтов из мерзлого состояния в талое, при котором лед полностью превращается в воду; при этом за глубину оттаивания вечномерзлых грунтов основания принимается глубина залегания нижней поверхности слоя грунта, оттаявшего на данный период времени.

2. Для характеристики очертания поверхности оттаивания грунтов основания надлежит определять на данный период времени величины оттаивания под серединой и краем здания или сооружения.

3. При расчете глубины оттаивания мерзлых грунтов основания приняты следующие определения и обозначения:

$h_с$ — глубина оттаивания мерзлого грунта на заданный период времени под серединой здания или сооружения с учетом его формы и размеров в плане в *м*;

$h_к$ — то же, под краем здания или сооружения в *м*;

$h_{с.пр}$ — предельная глубина оттаивания мерзлого грунта под серединой здания или сооружения в *м*;

$v_{с.пр}$ — предельная скорость оттаивания мерзлого грунта под серединой здания или сооружения в *м/год*;

τ — время оттаивания грунта основания от начала эксплуатации здания или сооружения в час.;

τ_s — расчетный период стабилизации оттаивания в час.; практически определяется временем, когда приращение глубины оттаивания за год при относительном сжатии грунта $e_п$ =0,03 составляет: для зданий или сооружений I категории жесткости — 0,6 *м*, для II категории жесткости — 1,2 *м* и для III категории жесткости — 1,5 *м*; при относительном сжатии грунта $e_п$ =0,1; приращение глубины оттаивания грунта для зданий или сооружений I, II и III категорий жесткости соответственно составляет 0,2; 0,4 и 0,5 *м*; практически величина τ_s может быть принята равной 10 годам и во всяком случае не должна превышать проектный срок эксплуатации сооружения (категории зданий и сооружений по жесткости см. табл. 3);

q — скрытая теплота таяния мерзлого грунта, равная

$$w_л \rho \text{ в } ккал/м^3;$$

ρ — скрытая теплота таяния льда, принимаемая равной 80 *ккал/кг*;

$w_л$ — содержание льда в единице объема мерзлого грунта, определяемое из формулы $w_л = (w_{об} - w_н)\,\gamma_в$, в $кг/м^3$;

---

[1] Глубина сезонного оттаивания грунта не под зданием или сооружением может также определяться по формуле (1) настоящего приложения без учета коэффициента k_τ, характеризующего влияние теплового режима здания или сооружения, в зависимости от их размеров.

$w_{об}$ — объемная влажность грунта в долях единицы;

$w_н$ — объемное содержание незамерзшей грунтовой воды в долях единицы, определяемое из формулы

$$w_н = k_в w_р \gamma_{ск} \cdot \gamma_в;$$

$w_р$ — влажность на границе раскатывания в долях единицы, определяемая по ГОСТ 5183-49;

$k_в$ — коэффициент содержания незамерзшей воды в глинистых грунтах, принимаемый по табл. 2 приложения III;

$\gamma_в$ — удельный вес воды, принимаемый равным 1 000 *кг/м*^{3};

$\gamma_л$ — удельный вес льда, принимаемый равным 900 *кг/м*^{3};

$t_п$ — расчетная температура воздуха на уровне поверхности пола помещения в град.

t_0 — расчетная многолетняя температура мерзлого грунта на уровне нулевых амплитуд в град., определяемая по данным наблюдений;

$(t_м)$ — среднегодовая температура слоя вечномерзлого грунта от верхней поверхности до горизонта с нулевыми амплитудами температурных изменений в град.

δ_i — толщина отдельных слоев ограждения (пола 1-го этажа или подвала и теплоизоляция поверхности грунта под полом) в *м*;

L и B — соответственно длина и ширина здания или сооружения в *м*;

k_τ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние теплового режима здания или сооружения в зависимости от их размеров, принимаемый по данным табл. 1;

$K_с$ — коэффициент пропорциональности в формуле (5), принимаемый для северной зоны распространения вечномерзлых грунтов равным 0,55, для средней зоны — 0,65 и для южной зоны — 0,8;

$C_т$ — объемная теплоемкость талого грунта в *ккал/м*^{3} *град*, определяемая по данным табл. 2;

$C_м$ — объемная теплоемкость мерзлого грунта в *ккал/м*^{3} *град*, определяемая по данным табл. 2; для глинистых грунтов в зоне фазовых переходов должно также учитываться содержание незамерзшей воды $w_н$ (согласно п. 10 приложения III);

$\lambda_т$ — коэффициент теплопроводности талого грунта в *ккал/м час град*, определяемый по данным табл. 2;

$\lambda_м$ — коэффициент теплопроводности мерзлого грунта в *ккал/м, час град,* определяемый по данным табл. 2; для глинистых грунтов в зоне фазовых переходов должно учитываться также содержание незамерзшей воды.

Определение глубины и скорости оттаивания мерзлых грунтов под зданиями и сооружениями

4. Глубина оттаивания мерзлых грунтов под серединой здания или сооружения на данный период времени с учетом формы и размеров здания или сооружения в плане и теплоизоляции пола 1-го этажа или подвала или поверхности грунта под полом $h_с$ в *м* определяется по формуле

$$h_с = k_\tau \left[\sqrt{\frac{2\lambda_т t_п \tau}{q - C_м (1{,}9 t_0 + 0{,}5 t_м) + 0{,}5 C_т t_п} + \delta_п^2} - \delta_п \right], \qquad (1)$$

где $\delta_п$ — толщина слоя грунта, равноценная по термическому сопротивлению толщине слоев теплоизоляции ограждающей конструкции (пола) в *м*, определяемая по формуле

$$\delta_п = \lambda_т \left[\frac{1}{\alpha_в} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_н} \right] = \lambda_т R_0 , \qquad (2)$$

$\alpha_в$ — коэффициент теплоперехода у внутренней поверхности ограждения, принимаемый равным 7,5 *ккал/м² час град*;

$\alpha_н$ — коэффициент теплоперехода у наружной поверхности ограждения, принимаемый равным 10 *ккал/м² час град*;

R_i — термическое сопротивление *i*-того слоя теплоизоляции в *м² час град/ккал*, принимаемое по данным главы II—В.3. СНиП, 2-е исправленное изд., 1958;

R_0 — общее термическое сопротивление многослойного ограждения в *м² час град/ккал*.

Примечание. Пользуясь формулой (1) можно определять глубину сезонного оттаивания грунтов не под зданием и сооружением, для чего из этой формулы надлежит исключить коэффициент k_τ .

5. Время τ_{hc} в час, необходимое для протаивания мерзлых грунтов основания на расчетную глубину, определяется по формуле

$$\tau_{hc} = \frac{h_c}{2k_\tau \lambda_т t_п} \left(\frac{h_c}{k_\tau} + 2\delta_п \right) [q - C_м (1{,}9t_0 + 0{,}5t_м) + 0{,}5C_т t_п]. \qquad (3)$$

6. Максимальная скорость оттаивания мерзлых грунтов $v_{с\,макс}$ в *м/год* принимается равной максимальной глубине оттаивания под подошвой фундаментов за один год τ_1 эксплуатации зданий или сооружений; значение $v_{с\,макс}$ определяется по формуле

$$v_{с\,макс} = \frac{h_c}{\tau_1} , \qquad (4)$$

где h_c — вычисляется по формуле (1) для значения времени τ_1, равного одному году ($8{,}76 \cdot 10^3$ час).

7. Глубина оттаивания мерзлого грунта под краем здания или сооружения $h_к$ в *м* может определяться по формуле

$$h_к = K_с h_с . \qquad (5)$$

8. Предельные значения глубины и скорости оттаивания мерзлых грунтов под зданиями или сооружениями обусловливаются предельно допустимой величиной средней осадки сооружения и ее скорости; значения последних могут определяться согласно данным табл. 10 Технических условий (СН 91-60).

9. Толщина слоя грунта $\delta_{пр}$ в *м*, равноценная толщине теплоизоляции, соответствующей расчетной величине термического сопротивления ограждения пола 1-го этажа или подвала, либо поверхности грунта под зданием или сооружением, необходимая для уменьшения скорости и глубины оттаивания грунта под сооружением до заданной допустимой величины $h_{с.пр}$, определяется по формуле

$$\delta_{пр} = \frac{\lambda_т t_п \tau k_\tau}{[q - C_м (1{,}9t_0 + 0{,}5t_м) + 0{,}5C_т t_п] h_{с.пр}} - \frac{h_{с.пр}}{2k_\tau} . \qquad (6)$$

10. Термическое сопротивление теплоизоляции $R_{пр}$ в *м² час град/ккал* пола 1-го этажа или подвала либо поверхности грунта под зданием или сооружением, требуемое для уменьшения глубины оттаивания до величины, обусловливающей допустимую величину осадки сооружений согласно данным табл. 10 Технических условий (СН 91-60), определяется по формуле

$$R_{пр}=\frac{\delta_{пр}}{\lambda_т}-\frac{1}{\alpha_в}-\frac{1}{\alpha_н}. \qquad (7)$$

Таблица 1

Значения коэффициента k_τ

Отношение длины здания или сооружения к его ширине $L:B$	Значения коэффициента k_τ при ширине здания или сооружения B в *м*				
	8	12	16	24	32
1	0,56	0,64	0,7	0,75	0,79
2	0,6	0,68	0,73	0,78	0,82
3	0,63	0,71	0,76	0,81	0,85
4	0,66	0,74	0,79	0,84	0,88
5	0,69	0,77	0,82	0,87	0,91
6	0,72	0,79	0,84	0,9	0,93
7	0,75	0,81	0,86	0,92	0,95
8	0,77	0,83	0,88	0,94	0,97
9	0,79	0,85	0,9	0,96	0,99
10	0,8	0,86	0,91	0,97	1

Примеры расчета

Пример 1. Определить возможную величину оттаивания под серединой и краем промышленного сооружения с рамными железобетонными конструкциями, с бетонным полом, имеющим покрытие из цементного раствора толщиной 30 *мм* по бетонному подстилающему слою толщиной 150 *мм* за период времени $\tau=10{,}8$ лет ($9{,}5\cdot10^4$ час.).

Сооружение расположено в южной зоне района распространения вечномерзлых грунтов, по жесткости относится к 1-й конструктивной группе (I категория).

Данные: $B=10$ *м*; $L/B=6{,}3$; $t_п=15°$; $t_м=-2{,}2°$; $t_0=-0{,}8°$; грунты в основании сооружения песчаные: $\gamma_{об}=1{,}9$ *т/м³*; $e_п=0{,}05$; $w_л=250$ *кг/м³*; $q=w_л\cdot\rho=250\cdot80=20\,000$; $\lambda_м=2{,}5$; $\lambda_т=1{,}7$ *ккал/м час град*; $C_т=570$; $C_м=410$ *ккал/м³град;*

для южной зоны $k_с=0{,}8$;

по табл. 1 $k_\tau=0{,}78$;

по табл. 3 предельное значение глубины оттаивания $h_{с.пр}=5{,}5$ *м* и предельная скорость оттаивания $v_{с.пр}=1{,}2$ *м/год.*

Общая величина термического сопротивления конструкции пола

$$R_0=\frac{1}{7{,}5}+\frac{0{,}03}{0{,}8}+\frac{0{,}15}{0{,}8}=0{,}36\ м^2\ час\ град/ккал.$$

Таблица 2

Значения теплофизических коэффициентов грунтов в зависимости от их физических характеристик

Физические характеристики грунтов					Теплофизические коэффициенты грунтов			
объемный вес в $т/м^3$		влажность (льдистость) в %		степень влажности в %	теплопроводности *ккал/м час град*		объемной теплоемкости в *ккал/м³ град*	
грунта $\gamma_{об}$	скелета $\gamma_{ск}$	весовая w	объемная $w_{об}$	g	талого $\lambda_т$	мерзлого $\lambda_м$	талого $C_т \cdot 10^{-3}$	мерзлого $C_м \cdot 10^{-3}$
Песчаные грунты								
1,1	1,08	2	2	3	0,26	0,28	0,2	0,19
1,1	1,05	4	4	7	0,38	0,42	0,22	0,2
1,1	1	8	8	15	0,5	0,62	0,26	0,22
1,2	1,18	2	2	4	0,34	0,38	0,22	0,21
1,2	1,15	4	5	10	0,45	0,53	0,25	0,22
1,2	1,1	8	9	20	0,61	0,76	0,29	0,24
1,3	1,27	2	3	6	0,42	0,48	0,25	0,23
1,3	1,25	4	5	10	0,54	0,64	0,27	0,24
1,3	1,2	8	10	20	0,71	0,9	0,32	0,26
1,3	1,1	15	17	30	0,77	1,05	0,4	0,29
1,4	1,37	2	3	6	0,52	0,59	0,27	0,25
1,4	1,35	4	5	10	0,65	0,76	0,3	0,26
1,4	1,3	8	10	25	0,84	1,07	0,35	0,28
1,4	1,2	15	18	35	0,89	1,23	0,42	0,3
1,4	1,2	20	24	45	0,94	1,33	0,47	0,32
1,5	1,47	2	3	7	0,63	0,71	0,29	0,27
1,5	1,45	4	6	15	0,77	0,9	0,33	0,28
1,5	1,4	8	11	25	0,96	1,23	0,39	0,31
1,5	1,3	15	20	40	1,03	1,45	0,45	0,33
1,5	1,25	20	26	50	1,08	1,55	0,5	0,35
1,6	1,57	2	3	8	0,72	0,84	0,31	0,29
1,6	1,55	4	6	15	0,89	1,07	0,35	0,3
1,6	1,5	8	12	30	1,09	1,41	0,43	0,32
1,6	1,4	15	22	45	1,17	1,66	0,49	0,35
1,6	1,35	20	27	55	1,23	1,77	0,53	0,37
1,6	1,3	25	33	65	1,28	1,9	0,58	0,39
1,7	1,6	8	13	35	1,24	1,62	0,45	0,35
1,7	1,5	15	23	50	1,34	1,92	0,52	0,37
1,7	1,4	20	28	60	1,4	2,05	0,56	0,4
1,7	1,35	25	34	70	1,46	2,2	0,61	0,42
1,8	1,6	15	24	60	1,53	2,21	0,54	0,39

Продолжение табл. 2

Физические характеристики грунтов					Теплофизические коэффициенты грунтов			
объемный вес в $т/м^3$		влажность (льдистость) в %		степень влажности в %	теплопроводности в *ккал/м час град*		объемной теплоемкости в *ккал/м³ град*	
грунта $\gamma_{об}$	скелета $\gamma_{ск}$	весовая w	объемная $w_{об}$	g	талого $\lambda_т$	мерзлого $\lambda_м$	талого $C_т \cdot 10^{-3}$	мерзлого $C_м \cdot 10^{-3}$
1,8	1,5	20	30	70	1,6	2,37	0,59	0,42
1,8	1,45	25	36	80	1,66	2,52	0,64	0,43
1,9	1,65	15	25	65	1,73	2,54	0,57	0,41
1,9	1,6	20	32	80	1,8	2,72	0,62	0,43
1,9	1,5	25	38	85	1,86	2,85	0,67	0,46
2	1,75	15	26	75	1,92	2,89	0,59	0,43
2	1,7	20	34	95	2	3,07	0,65	0,46
2	1,65	25	40	100	2,05	3,15	0,71	0,48
2,1	1,85	15	28	90	2,15	3,25	0,63	0,45
2,1	1,75	20	36	100	2,2	3,39	0,68	0,48
2,1	1,7	25	42	100	2,23	3,44	0,74	0,5
Глинистые грунты								
1,1	1	8	8	15	0,34	0,4	0,28	0,24
1,2	1,1	8	9	15	0,42	0,5	0,32	0,26
1,3	1,2	8	10	20	0,5	0,6	0,35	0,29
1,3	1,1	18	20	35	0,59	0,75	0,46	0,33
1,4	1,3	8	10	20	0,62	0,73	0,38	0,31
1,4	1,2	18	22	40	0,73	0,93	0,49	0,36
1,4	1,1	27	30	50	0,81	1,09	0,54	0,38
1,5	1,4	8	11	25	0,73	0,88	0,42	0,34
1,5	1,3	18	23	45	0,85	1,08	0,52	0,38
1,5	1,2	27	32	55	0,93	1,28	0,57	0,4
1,5	1,1	40	44	75	1,01	1,43	0,68	0,44
1,6	1,5	8	12	25	0,86	1,03	0,46	0,36
1,6	1,35	18	25	50	0,98	1,28	0,55	0,4
1,6	1,25	27	34	65	1,06	1,48	0,62	0,42
1,6	1,15	40	46	80	1,14	1,62	0,72	0,46
1,7	1,6	8	13	30	0,97	1,19	0,5	0,39
1,7	1,45	18	26	55	1,12	1,45	0,58	0,42
1,7	1,35	27	36	70	1,2	1,68	0,66	0,45
1,7	1,2	40	48	85	1,29	1,83	0,75	0,49
1,8	1,5	18	27	60	1,25	1,65	0,61	0,45

Продолжение табл. 2

Физические характеристики грунтов					Теплофизические коэффициенты грунтов			
объемный вес в *т/м³*		влажность (льдистость) в %		степень влажности в %	теплопроводности в *ккал/м час град*		объемной теплоемкости в *ккал/м³град*	
грунта $\gamma_{об}$	скелета $\gamma_{ск}$	весовая w	объемная $w_{об}$	g	талого $\lambda_т$	мерзлого $\lambda_м$	талого $C_т \cdot 10^{-3}$	мерзлого $C_м \cdot 10^{-3}$
1,8	1,4	27	38	80	1,34	1,89	0,69	0,47
1,8	1,3	40	52	100	1,43	2,03	0,8	0,52
1,9	1,6	18	29	70	1,42	1,88	0,64	0,48
1,9	1,5	27	41	90	1,5	2,13	0,73	0,5
1,9	1,35	40	54	100	1,58	2,25	0,84	0,55
2	1,7	18	31	85	1,59	2,14	0,67	0,5
2	1,6	27	43	100	1,66	2,36	0,77	0,55
2	1,45	40	58	100	1,72	2,44	0,88	0,58
2,1	1,6	18	32	90	1,78	2,4	0,69	0,5
2,1	1,65	27	45	100	1,83	2,6	0,81	0,55
2,1	1,5	40	60	100	1,85	2,63	0,92	0,6

Примечания. 1. Величины $\lambda_т$, $\lambda_м$, $C_т$ и $C_м$ определяются по табл. 2 по данным физических характеристик грунтов.

2. Величины теплофизических коэффициентов для промежуточных значений физических характеристик принимаются по ближайшим значениям последних.

3. Значения коэффициентов $\lambda_м$ и $C_м$, приведенные в табл. 2, даны для грунтов при отрицательной температуре —10°.

4. Величины $\lambda_м$ и $C_м$ для глинистых грунтов при отрицательной температуре в интервале —0,5° ÷ —10° принимаются как средневзвешенные между значениями $\lambda_м$ и $\lambda_т$ и $C_м$ и $C_т$ в зависимости от количества незамерзшей воды $w_н$ определяемого по формуле (7) приложения III (см. пример 5).

Таблица 3

Предельные величины глубины и скорости оттаивания грунтов оснований зданий и сооружений

№ п/п	Наименование конструктивных групп зданий и сооружений	Категория жесткости	Значения предельных величин			
			глубины оттаивания $h_{с\cdot пр}$ в *м*		скорости оттаивания $v_{с\cdot пр}$ в *м/год*	
			$e_п$=0,1	$e_п$=0,03	$e_п$=0,1	$e_п$=0,03
1	Здания и сооружения с рамными железобетонными (сборными и монолитными) несущими конструкциями	I относительно жесткие (очень чувствительные к неравномерным осадкам)	2	7	0,5	1,5

Продолжение табл. 3

№ п/п	Наименование конструктивных групп зданий и сооружений	Категория жесткости	Значения предельных величин			
			глубины оттаивания $h_{с.пр}$ в *м*		скорости оттаивания $v_{с.пр}$ в *м/год*	
			$e_п$=0,1	$e_п$=0,03	$e_п$=0,1	$e_п$=0,03
2	Здания и сооружения с каменными неармированными и железобетонными сборными—разрезными несущими конструкциями	I относительно жесткие (очень чувствительные к неравномерным осадкам)	2,5	8	0,6	2
3	Здания и сооружения со стальными рамными и армокаменными несущими конструкциями		3	10	0,8	2,5
4	Здания и сооружения с разрезными стальными несущими конструкциями	II нежесткие (гибкие)	4	12	1	3
5	Здания и сооружения с деревянными несущими конструкциями		5	15	1,2	4
6	Сооружения ограниченных размеров в плане, отдельно стоящие или разделенные на независимые блоки, на ленточных или сплошных плитных фундаментах с железобетонными, бетонными, каменными, армокаменными несущими конструкциями	III очень жесткие	6	20	1,5	5

Примечание. Для промежуточных значений величины относительного сжатия $e_п$ глубина и скорость оттаивания грунтов принимаются по линейной интерполяции.

Приведенная толщина слоев конструкции пола определяется по формуле (2)

$$\delta_{\text{п}} = 1{,}7 \cdot 0{,}36 = 0{,}61\ м\ .$$

Глубина оттаивания мерзлого грунта под серединой сооружения определяется по формуле (1)

$$h_{\text{с}} = 0{,}76\left\{\sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}7 \cdot 15 \cdot 9{,}5 \cdot 10^4}{20\,000 - 410\,[-1{,}9 \cdot 0{,}8 + (-0{,}5 \cdot 2{,}2)] + 0{,}5 \cdot 570 \cdot 15} + 0{,}61^2} - 0{,}61\right\} = 10\ м > 5{,}5\ м.$$

По формуле (5) $h_{\text{к}} = 0{,}8 \cdot 10 = 8\ м$.

Пример 2. Определить возможную максимальную скорость оттаивания грунта под сооружением для условий примера 1.

По формулам (4) и (1)

$$v_{\text{с}} = \frac{0{,}76}{1}\left\{\sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}7 \cdot 15 \cdot 8{,}76 \cdot 10^3}{20\,000 - 410[-1{,}9 \cdot 0{,}8 + (-0{,}5 \cdot 2{,}2)] + 0{,}5 \cdot 570 \cdot 15} + 0{,}61^2} - 0{,}61\right\} = 2{,}7\ м/год > 1{,}2\ м/год.$$

Следовательно, скорость оттаивания грунта превышает допустимую, вследствие чего необходимо увеличить термическое сопротивление конструкции ограждения (решение задачи см. пример 3).

Пример 3. Определить термическое сопротивление ограждающей конструкции (пола и утеплителя под ним) для уменьшения глубины оттаивания грунта под сооружением до 5,5 *м* и скорости оттаивания менее 1,2 *м/год*.

Условия те же, что и в примере 1.

По формуле (6)

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{1{,}7 \cdot 15 \cdot 9{,}5 \cdot 10^4 \cdot 0{,}76}{\{20\,000 - 410\,[-1{,}9 \cdot 0{,}8 + (-0{,}5 \cdot 2{,}2)] + 0{,}5 \cdot 570 \cdot 15\} \cdot 5{,}5} - \frac{5{,}5}{2 \cdot 0{,}76} = 9{,}6\ м\ .$$

Величина требуемого термического сопротивления ограждения, — по формуле (7)

$$R_{\text{пр}} = \frac{9{,}6}{1{,}7} - \frac{1}{7{,}5} - \frac{1}{10} = 5{,}4\ м^2\ час\ град/ккал.$$

Скорость оттаивания по формуле (4)

$$v_{\text{с}} = \frac{0{,}76}{1}\left\{\sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}7 \cdot 15 \cdot 8{,}76 \cdot 10^3}{250 \cdot 80 - 410[-1{,}9 \cdot 0{,}8 + (-0{,}5 \cdot 2{,}2)] + 0{,}5 \cdot 570 \cdot 15} + 9{,}6^2} - 9{,}6\right\} = 0{,}7\ м/год < 1{,}2\ м/год,$$

Пример 4. Определить толщину деятельного слоя $h_м$ (глубину оттаивания при сливающемся мерзлом грунте) на оголенной площадке с грунтовыми условиями, аналогичными указанным в примере 1.

Дополнительные данные: продолжительность периода положительных температур наружного воздуха, принимаемая по табл. 1 климатологического справочника СССР, $\tau = 4\,400$ час., средняя температура воздуха у поверхности грунта за тот же период $t_п = +10{,}1°$; $\delta_п = \frac{\lambda_т}{\alpha} = \frac{1{,}7}{20} = 0{,}09$ *м*, где α — коэффициент теплопередачи с поверхности в *ккал/м² час град.*

Подставив в формулу (1) (без коэффициента k_τ) значения расчетных величин, получим

$$h_м = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}7 \cdot 10{,}1 \cdot 4\,400}{250 \cdot 80 - 410[-1{,}9 \cdot 0{,}8 + (-0{,}5 \cdot 2)] + 0{,}5 \cdot 570 \cdot 10{,}1} + 0{,}09^2} - 0{,}09 = 2{,}43\ м\ .$$

Пример 5. Определить коэффициенты $\lambda_м$ и $C_м$ мерзлого суглинка при $t = -2°$.

Физические характеристики грунта: $\gamma_{об} = 1{,}7$ *т/м³*; $w_в = 27\%$; $g = 70\%$; $w_р = 21\%$; $w_п = 11\%$.

По формуле (7) приложения III $w_н$ (при $t = -2°$) $= 0{,}7 \cdot 21 = 14{,}7\%$; $w_л = 12{,}3\%$.

а) Определение величины $\lambda_м$.

По табл. 2 для мерзлого и талого состояния грунта получим $\lambda_м = 1{,}68$ *ккал/м час град;* $\lambda_т = 1{,}2$ *ккал/м час град.*

Учитывая вышеуказанное количество незамерзшей воды $w_н$ при $t = -2°$, по способу средневзвешенного, определяем

$$\lambda_м\,(\text{при } t = -2^0) = \frac{\lambda_м w_л + \lambda_т w_н}{w_в} = \frac{1{,}68 \cdot 12{,}3 + 1{,}2 \cdot 14{,}7}{27} = 1{,}42\ \textit{ккал/м час град}.$$

б) Определение величины $C_м$.

По табл. 2 получим

$C_м = 450$ *ккал/м³ град;* $C_т = 660$ *ккал/м³ град.*

В зависимости от найденного выше количества незамерзшей воды $w_н$ при $t = -2°$, аналогично предыдущему, определяем

$$C_м\,(\text{при } t = -2^0) = \frac{C_м w_л + C_т w_н}{w_в} = \frac{450 \cdot 12{,}3 + 660 \cdot 14{,}7}{27} = 565\ \textit{ккал/м³ град}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ VI

ПАСПОРТ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЯ ИЛИ СООРУЖЕНИЯ

1. Местонахождение, наименование объекта, дата начала возведения и сдачи в эксплуатацию здания или сооружения.
2. Наименование организации, эксплуатирующей сооружение, ответственной за сохранение режима грунтов основания, принятого проектом.
3. Характеристика несущих конструкций.
4. Размеры в плане, этажность и высота здания или сооружения, толщина наружных и внутренних стен в *м*.
5. Тип, материал, глубина заложения и размеры подошвы фундаментов в *м*.
6. Высота подполья, количество и размеры продухов в *м*, глубина подвала в *м*, конструкция цоколя и перекрытия над подпольем.
7. Вид грунтов основания по слоям, влажность весовая и объемный вес природного сложения.
8. Гидрогеологический режим грунтов основания.
9. Температурный режим грунтов основания и температурно-влажностный режим помещений здания.
10. Средняя глубина оттаивания грунтов основания под серединой и краями здания или сооружения в *м*.
11. Температурный режим и глубина промерзания грунтов деятельного слоя у здания или сооружения в *м*.
12. Давление на грунт под фундаментами середины и краев здания или сооружения в *кг/см²*; средняя осадка фундаментов под серединой и краем здания или сооружения в *см*.
13. Характеристика деформаций и состояние здания или сооружения.
14. Принятый метод использования вечномерзлых грунтов в качестве основания.
15. Мероприятия, принятые при производстве работ для сохранения проектного режима грунтов основания.
16. Мероприятия, применяемые в процессе эксплуатации здания или сооружения по соблюдению режима грунтов основания, принятого проектом.
17. Данные о результатах нивелировочных, температурных и гидрогеологических наблюдений.
18. Данные о ремонтно-строительных работах.
19. Опись чертежей и текстовой документации, прилагаемых к паспорту.

Подпись ответственного лица за составление и ведение паспорта.

Даты заполнения.

Примечания. 1. Паспорт должен оформляться в виде сброшюрованной книги с разделами, содержащими сведения по перечисленным пунктам, пополняемые в ходе эксплуатации здания или сооружения.

2. Разделы паспорта, перечисленные в пп. 3—6 и 15, заполняются строительной организацией, в пп. 7—9 и 14— проектной, а в остальных пунктах — эксплуатирующей организацией.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Общие указания	3
II. Наименования и характеристики грунтов	5
Мерзлотно-грунтовые и гидрогеологические условия	9
III. Основные положения по проектированию оснований и фундаментов	11
Методы использования вечномерзлых грунтов в качестве основания	—
Мероприятия по сохранению проектных мерзлотно-грунтовых условий основания и по предупреждению недопустимых деформаций	14
Мероприятия при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методу II	17
Мероприятия при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методу III	20
Мероприятия при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методу IV	22
Противоналедные мероприятия	—
IV. Глубина заложения фундаментов и расчет их на выпучивание	23
V. Расчет оснований	29
Общие указания	—
Расчет оснований по деформациям	30
Расчет оснований по устойчивости	33
VI. Свайные основания	34
VII. Дополнительные требования к основаниям и фундаментам крупноблочных и крупнопанельных зданий	35

Приложения

I. Схематическая карта распространения вечномерзлых грунтов в СССР	36—37 вклейка

II. Дополнительные требования к изысканиям для проектирования оснований и фундаментов в районах распространения вечномерзлых грунтов 37
III. Расчет осадок фундаментов на мерзлых грунтах, оттаивающих под сооружением (при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по методу III) 41
IV. Определение основных физических характеристик грунтов для расчета осадок фундаментов на мерзлых грунтах, оттайвающих под зданием или сооружением. 50
V. Определение глубины оттаивания мерзлых грунтов в основании зданий и сооружений 51
VI. Паспорт оснований и фундаментов здания или сооружения 64

Госстрой СССР

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

* * *

Госстройиздат
Москва, Третьяковский проезд, д. 1

* * *

Редактор издательства В. В. Петрова
Технический редактор Л. М. Осенко

Сдано в набор 26/V-1960 г. Подписано к печати 9/VIII-1960 г.
Т-10819 Бумага 84 × 108 1/32 = 1,06бум. л.—3,48 печ. л. (40,2 уч.-изд. л.).
Тираж 10 000 экз. Изд. № VI-5209 Зак. № 873. Цена 2 руб.
С 1.I.1961 г. цена 20 коп.

Типография № 1 Государственного издательства литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, г. Владимир

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
12	19 снизу	все виды	всеми видами
27	7 снизу	$Q_{\text{т}}^{\text{н}} = S_{\text{т}} F_{\text{т}}$,	$Q_{\text{т}}^{\text{н}} = S_{\text{т}}^{\text{н}} F_{\text{т}}$,
28	11 сверху	$h_{\text{м}} = \dfrac{\left(9 \sqrt[3]{\dfrac{\tau^{\text{н}} m u - (N+G)}{u_{\text{а}}} \Delta t} + 1\right)^2}{73 \Delta t}$,	$h_{\text{м}} = \dfrac{\left(9 \sqrt[3]{\dfrac{\tau^{\text{н}} n u - (N^{\text{н}}+G^{\text{н}})}{u_{\text{а}}} \Delta t} + 1\right)^2}{73 \Delta t}$,
28	19 сверху	N; G; $\tau^{\text{н}}$; m и u	$N^{\text{н}}$; $G^{\text{н}}$; $\tau^{\text{н}}$; n и u
46	8 снизу	очислового	числового

Зак. 873

gost.e-ecolog.ru