



**МИНИСТЕРСТВО  
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО  
ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(МИНСТРОЙ РОССИИ)

**ПРИКАЗ**

от " 7 " июля 2016 г.

№ 779/пр

Москва

**Об утверждении Изменения № 1 к СП 25.13330.2012 «СНиП 2.02.04-88  
Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»**

В соответствии с Правилами разработки, утверждения, опубликования, изменения и отмены сводов правил, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 2016 г. № 624, подпунктом 5.2.9 пункта 5 Положения о Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1038, пунктом 213 Плана разработки и утверждения сводов правил и актуализации ранее утвержденных сводов правил, строительных норм и правил на 2015 г. и плановый период до 2017 г., утвержденного приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 июня 2015 г. № 470/пр с изменениями, внесенными приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 14 сентября 2015 г. № 659/пр, **п р и к а з ы в а ю:**

1. Утвердить и ввести в действие через 6 месяцев со дня издания настоящего приказа Изменение № 1 к СП 25.13330.2012 «СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах», утвержденному приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 29 декабря 2011 г. № 622, согласно приложению.

2. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры в течение 15 дней со дня издания приказа направить утвержденное Изменение № 1 к СП 25.13330.2012 «СНиП 2.02.04-88 Основания

и фундаменты на вечномёрзлых грунтах» на регистрацию в национальный орган Российской Федерации по стандартизации.

3. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры обеспечить опубликование на официальном сайте Минстроя России в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» текста утвержденного Изменения № 1 к СП 25.13330.2012 «СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах» в электронно-цифровой форме в течение 10 дней со дня регистрации свода правил национальным органом Российской Федерации по стандартизации.

4. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Х.Д. Мавлярова.

И.о. Министра



Е.О. Сизэрра

УТВЕРЖДЕНО  
приказом Министерства строительства и  
жилищно-коммунального хозяйства  
Российской Федерации  
от « 4 » ноября 2016 г. № 449/пр

**ИЗМЕНЕНИЕ 1 К СП 25.13330.2012**  
**«СНИП 2.02.04-88 ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ**  
**НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ»**

Издание официальное

Москва 2016

Дата регистрации 19 января 2017 г.

РОССТАНДАРТ  
ФГУП  
«СТАНДАРТИНФОРМ»  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
ФОНД СТАНДАРТОВ

Изменение № 1 к СП 25.13330.2012

ОКС 93.020

**Изменение № 1 к СП 25.13330.2012 «СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»**

Утверждено и введено в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 7 ноября 2016 г. № 779/пр

**Дата введения 2017-05-08**

**Обложка.** Заменить слово: «фундаменты» на «фундаменты».

**Содержание.** Наименование приложения Л. Заменить слова: «механических свойств» на «состояния свойств»;

наименование приложения Р изложить в новой редакции:

«Приложение Р (справочное) Проектирование и применение охлаждающих устройств»;

дополнить наименованиями приложений – С, Т:

«Приложение С (справочное) Способы устройства магистральных трубопроводов на многолетнемерзлых грунтах

Приложение Т (справочное) Основные буквенные обозначения величин».

**Введение.** Второй абзац изложить в новой редакции:

«Актуализация выполнена сотрудниками НИИОСП им. Н.М. Герсеванова – институтом АО «НИЦ «Строительство» (кандидаты техн. наук И.В. Колыбин, О.А. Шулятьев, А.Г. Алексеев – руководители темы; доктора техн. наук Б.В. Бахолдин, Л.Р. Ставницер; кандидаты техн. наук: С.Г. Безволев, Г.И. Бондаренко, О.Н. Исаев, В.Е. Конаш), МГУ им. М.В. Ломоносова (д-р

**В НАБОР**

техн. наук *Л.Н. Хрусталева* и доктора геол.-минерал. наук *И.А. Комаров, Л.Т. Роман*) и ОАО «Фундаментпроект» (канд. техн. наук *В.И. Аксенов* и инженер *А.В. Иоспа*)».

**Раздел 2.** Ссылки на ГОСТ Р 54257–2010, ГОСТ 24586–90 и их наименования исключить;

заменить ссылки: ГОСТ 5686–94 на ГОСТ 5686–2012, ГОСТ 12248–96 на ГОСТ 12248–2010, ГОСТ 19912–2001 на ГОСТ 19912–2012, ГОСТ 20276–99 на ГОСТ 20276–2012, ГОСТ 20522–96 на ГОСТ 20522–2012, ГОСТ 24846–81 на ГОСТ 24846–2012, ГОСТ 25100–95 на ГОСТ 25100–2011, ГОСТ 25358–82 на ГОСТ 25358–2012, ГОСТ 26262–84 на ГОСТ 26262–2014, ГОСТ 27217–87 на ГОСТ 27217–2012, ГОСТ 28622–90 на ГОСТ 28622–2012, ГОСТ 30416–96 на ГОСТ 30416–2012, ГОСТ 30672–99 на ГОСТ 30672–2012;

дополнить ссылками:

«СП 16.13330.2011 «СНиП II-23-81\* Стальные конструкции» (с изменением № 1)

ГОСТ Р 52544–2006 Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ Р 56726–2015 Грунты. Метод лабораторного определения удельной касательной силы морозного пучения

ГОСТ 5781–82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 6727–80 Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 8732–78 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент

ГОСТ 8734–75 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент

ГОСТ 13015–2012 Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения

ГОСТ 19281–2014 Прокат повышенной точности. Общие технические условия

ГОСТ 20276–2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 20295–85 Трубы стальные сварные для магистральных газонефтепроводов. Технические условия

ГОСТ 27751–2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ 27772–2015 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия»;

для СП 14.13330.2014, СП 28.13330.2012 наименования дополнить словами: «(с изменением № 1)»;

для СП 63.13330.2012 наименование дополнить словами: «(с изменениями № 1, 2)»;

для СП 131.13330.2012 наименование дополнить словами: «(с изменением № 2)»;

для ГОСТ 26262–2014 заменить слово: «Метод» на «Методы».

Пункт 4.2. Первый абзац. Заменить слово: «сообщаться» на «предоставляться»;

третий абзац. Исключить слова: «проекта для»;

четвертый абзац исключить;

дополнить абзацами:

«Не допускается использование восстановленных стальных труб и других бывших в употреблении видов металлоконструкции при проектировании и строительстве зданий и сооружений с нормальным и повышенным уровнем

ответственности, а также при строительстве и эксплуатации особо опасных, технически сложных и уникальных объектов.

Техническое обслуживание сооружения при эксплуатации и связанных с ним инженерных систем должно строго выполняться и обеспечивать его безопасность и рабочее состояние на весь срок эксплуатации.».

Пункт 4.5 после слов «результатами натурных наблюдений» дополнить словами: «или испытаний».

Пункт 4.6. Заменить слова: «сооружений I уровня» на «сооружений повышенного уровня».

Пункт 5.5. Первый абзац. Заменить слова: «помимо предусмотренных характеристик» на «помимо характеристик, предусмотренных СП 22.13330»;

перечисление б) после слов «коэффициент сжимаемости мерзлого грунта  $m_f$ » дополнить словами: «или модуль деформации  $E_f$ »; после слов «или грунтовым раствором  $R_{shi}$  (7.2.3);» дополнить словами: «сопротивление мерзлого грунта под нижним концом  $R_c$  и по боковой поверхности смерзания  $R_{afc}$ , рассчитанные по данным статического зондирования в случае его выполнения.»;

перечисление в) после слов «и сжимаемости» дополнить словами: «при оттаивании»; исключить слова: «оттаивающего», «и его относительная осадка  $\xi_{th}$ »;

перечисление г). Исключить ссылки: (ГОСТ 12248), (ГОСТ Р 53582).

Пункт 5.6. Исключить слова: «в соответствии с ГОСТ 20522 и СП 22.13330».

Пункт 5.8. Второй абзац. Исключить слова: «в соответствии с ГОСТ 20522»;

перечисление а). Исключить слова: «в соответствии с ГОСТ 20522».

Пункт 5.9. Примечание. Заменить ссылку: ГОСТ Р 54257 на ГОСТ 27751.

Пункт 6.1.2. Первый, второй абзацы. Исключить слова: «как правило».

В НАБОР

Пункт 6.2.3 дополнить абзацем:

«Допускается устройство фундаментов малоэтажных зданий на поверхности грунта или на подсыпке.».

Пункт 6.3.2. Второй абзац. Заменить слова: «рекомендуется устраивать» на «следует устраивать»;

четвертый абзац. Исключить слова: «как правило».

Пункт 6.3.3. Первый абзац. Исключить слово: «преимущественно»;

второй абзац. Исключить слова: «как правило».

Пункт 6.3.8. Изложить в новой редакции:

«6.3.8 Конструкции фундаментов должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к материалу фундаментов по прочности в соответствии с требованиями СП 24.13330, СП 28.13330, СП 35.13330, а элементы фундаментов, находящиеся в пределах слоя сезонного промерзания и оттаивания грунта и выше, – также требованиям по морозостойкости, водонепроницаемости и устойчивости к воздействию агрессивных сред в соответствии с требованиями СП 28.13330 и СП 35.13330.

Стальные сваи следует проектировать из стальных труб в соответствии с ГОСТ 20295, ГОСТ 19281, ГОСТ 8732 и ГОСТ 8734.

Для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности следует использовать бесшовные трубы в соответствии с ГОСТ 8734.

Для районов со среднегодовой температурой воздуха ниже 0 °С рекомендуется использовать трубы из низколегированных сталей повышенной прочности С345 категории 4 по ударной вязкости по ГОСТ 27772 или 09Г2С категории 15 по ударной вязкости по ГОСТ 19281.

Металлические и деревянные конструкции фундаментов в слое сезонного промерзания и оттаивания грунта должны быть защищены от коррозии и гниения. Антикоррозионную защиту следует выполнять для всех металлических поверхностей подземных конструкций в слое сезонного промерзания–оттаивания и ниже на 1 м. Для забиваемых свай антикоррозионная защита должна быть устойчивой к механическому



воздействию. Возможность применения антикоррозионной защиты должна быть подтверждена лабораторными и полевыми исследованиями.

Для железобетонных конструкций, сооружаемых в холодном климате и на вечномёрзлых грунтах, следует применять тяжелый бетон со средней плотностью 2200-2500 кг/м<sup>3</sup>, который в зависимости от условий работы отвечает требованиям по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости, изложенным в таблице 6.2.

**Т а б л и ц а 6.2 – Требования к бетону по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости**

Группа конструкций	Условия работы конструкции		Минимальный класс бетона по прочности на сжатие <i>B</i>	Минимальные марки бетона		Минимальное воздуховлечение, %
	Характеристика режима работы	Расчетная зимняя температура наружного воздуха		по морозостойкости <i>F</i>	по водонепроницаемости <i>W</i>	
1	Железобетонные конструкции, расположенные в сезонно-оттаивающем слое грунта и подвергающиеся попеременному замораживанию и оттаиванию в водонасыщенном состоянии	Ниже минус 40 °С	35	400	10	4
		Ниже минус 0° С до минус 40 °С включ.	30	200	8	4
2	Наземные железобетонные конструкции, подвергающиеся воздействию атмосферных осадков и попеременному	Ниже минус 40 °С	30	200	8	4
		Ниже минус 20 °С до минус 40 °С включ.	25	150	6	4

В НАБОР

	замораживанию и оттаиванию					
3	Железобетонные конструкции, защищенные от атмосферных осадков и подвергающиеся замораживанию и оттаиванию	Ниже минус 40 °С	25	150	6	-
		Ниже минус 20 °С до минус 40 °С включ.	25	150	6	-
<p><b>Примечания</b></p> <p>1 Расчетная зимняя температура наружного воздуха принимается по средней температуре воздуха наиболее холодной пятидневки в зависимости от района строительства согласно СП 131.13330.</p> <p>2 Марки по морозостойкости и водонепроницаемости для конструкций водоснабжения и канализации, а также для свай и свай-оболочек следует устанавливать согласно требованиям соответствующих нормативных документов.</p> <p>3 В случае присутствия хлоридов в надмерзлотных водах для обеспечения защиты стальной арматуры от коррозии марку бетона по водонепроницаемости и толщину защитного слоя бетона устанавливают по таблице Г.1 СП 28.13330.</p>						

В условиях холодного климата следует применять следующую стальную арматуру:

- горячекатаную гладкую класса А-I(A240) по ГОСТ 5781;
- горячекатаную кольцевого периодического профиля классов А-II(A300), А-III(A400) по ГОСТ 5781;
- термомеханически упрочненную серповидного профиля классов А500С по ГОСТ Р 52544;
- термомеханически упрочненную и горячекатаную серповидного профиля класса А500С по ГОСТ Р 52544;
- холоднодеформированную волочением с последующей накаткой периодического профиля класса Вр-1 по ГОСТ 6727;
- холоднодеформированную прокаткой периодического профиля класса В500С по ГОСТ Р 52544.

Преимущественно рекомендуется применять арматуру с гарантией ударной вязкости северного исполнения горячекатаную класса Ас-II(Ас300) по ГОСТ 5781 и термомеханически упрочненную класса Ас500С по ГОСТ 13015.

При низкой температуре до минус 60 °С увеличивается предел текучести арматуры в среднем на 8 % – 10 % и модуль упругости арматуры на 2 % – 3 %, но эти данные допускается не учитывать в расчете железобетонных конструкций, и расчетные сопротивления и модуль упругости принимают по [5].».

Пункт 6.3.9 изложить в новой редакции:

«6.3.9 Ленточные и столбчатые фундаменты должны быть выполнены из монолитного или сборного железобетона. Для зданий, строящихся с использованием оснований фундаментов по принципу I, предпочтительно использовать сборные элементы фундамента.

Ленточные и столбчатые фундаменты под малоэтажные здания допускается не заглублять в грунт, а располагать на подсыпке или в теле подсыпки. Подсыпка выполняется из крупносkeletalного непучинистого материала. Для определения глубины оттаивания следует проводить теплотехнический расчет и расчет по деформациям и, при необходимости, применить слой теплоизоляции под сооружением в теле подсыпки.

При устройстве свайных фундаментов в многолетнемерзлых грунтах допускается применять виды и конструкции свай, предусмотренные СП 24.13330, в том числе буронабивные, свай-оболочки, а также составные (комбинированные) сваи из разных материалов.».

Пункт 6.3.10. Первый абзац. Заменить слова: «загружение свай» на «нагружение свай»;

второй абзац. Заменить слова: «допускается заполнять» на «следует заполнять»;

последний абзац. Исключить слова: «как правило».

Пункт 6.3.11 дополнить перечислением – д):

«д) винтовые – полые сваи с винтом или одной или несколькими лопастями, погружаемые завинчиванием с контролируемым вдавливанием в лидерные скважины (без лидерных скважин), диаметр которых меньше наибольшего поперечного сечения ствола сваи; допускаются к применению в пластично-мерзлых грунтах с содержанием крупнообломочных включений до 10 % на основании пробных погружений свай на данной площадке.»;

последний абзац после слов «грунтов основания» дополнить словами: «и недопустимому понижению несущей способности свай»; после слов «что должно быть подтверждено» дополнить словами: «полевыми испытаниями».

Пункт 6.3.13. Последний абзац. Исключить слова: «как правило, влажным».

Пункт 6.5.7. Первый абзац. Исключить слова: «как правило» (2 раза).

Пункт 7.2.1. Формула (7.1). Экспликация. Заменить ссылку: 7.2.11 на 7.2.10.

Пункт 7.2.2. Формула (7.2). Экспликация. Для символа  $A$  заменить слова: «не менее трех диаметров сваи» на «обеспечивающую несущую способность по смерзанию с внутренней поверхностью сваи не менее несущей способности у нижнего конца сваи;»;

примечание 1. Заменить слова: «влажным талым грунтом» на «влажным талым грунтом с уплотнением».

Пункт 7.2.3. Первый абзац дополнить словами: «и 7.2.8. В расчет принимается наихудшее значение. В случае предварительного охлаждения грунтов расчетные температуры  $T_m$ ,  $T_z$  и  $T_e$  определяются теплотехническим расчетом только по 7.2.7.»;

третий абзац. Исключить слово: «рекомендуемого»;

восьмой абзац изложить в новой редакции:

«Для буроопускных свай за расчетное сопротивление сдвигу принимают наименьшие из значений сопротивления растворов сдвигу по поверхности смерзания со свайей  $R_{af}$  и сопротивления грунтов сдвигу по раствору (цементно-

песчаному, известково-песчаному или грунтовому)  $R_{sh}$ ; для буронабивных свай – по значению  $R_{sh}$ . При расчете несущей способности комбинированных свай (деревометаллических, сборно-монолитных и др.) значения  $R_{af}$  следует принимать с учетом разной прочности смерзания с грунтом их различных элементов в соответствии с указаниями приложения В.».

Пункт 7.2.9. Формула (7.9). Экспликация. Заменить обозначение:  $T_0$  на  $T^0_0$ .

Пункт 7.2.10. Формула (7.11). Экспликация. Для  $F_{u,n}$  исключить слова: «в соответствии с ГОСТ 5686 с учетом требований ГОСТ 20522».

Подраздел 7.2 дополнить пунктом – 7.2.10а:

«7.2.10а Число испытаний грунтов сваями и нагрузки при испытаниях определяются проектом в зависимости от сложности инженерно-геокриологических условий, расчетных нагрузок, передаваемых на основание, и числа типоразмеров свай.

Для сложных инженерно-геокриологических условий и сооружений повышенного уровня ответственности при проектировании может быть принято решение о проведении испытаний грунтов сваями на стадии инженерно-геологических изысканий.

Для стадии инженерно-геологических изысканий определение несущей способности грунтов сваями рекомендуется проводить:

а) эталонной сваей

- вдавливающей нагрузкой – не менее шести испытаний для каждого характерного геологического разреза;

- выдергивающей и горизонтальной (при значительных выдергивающих нагрузках и наличии сильнопучинистых грунтов, а также в сейсмических районах и наличии значительных горизонтальных нагрузок) не менее двух испытаний;

б) натурной сваей

- вдавливающей нагрузкой – не менее двух испытаний для каждого характерного геологического разреза;

- выдергивающей и горизонтальной – не менее одного испытания.

В НАБОР

На стадии строительства контрольные испытания устроенных свай с целью проверки соответствия несущей способности грунтов расчетным нагрузкам, установленным в проекте свайного фундамента, рекомендуется проводить в зависимости от общего числа свай в свайном поле фундамента:

- вдавливающей нагрузкой: до 200 свай – два испытания; 200-1000 свай – 1 % числа свай; более 1000 свай – 0,5 % числа свай, но не менее десяти испытаний;

- выдергивающей и горизонтальной: до 2000 свай – два испытания; более 2000 свай – 0,1 % числа свай.».

Пункт 7.2.11 после слов «статического зондирования проводят» дополнить словами: «согласно указаниям приложения Л»;

исключить слова: «согласно ГОСТ 12248 и ГОСТ 5686».

Пункт 7.2.13. Последний абзац. Заменить слова: «по приложению Г» на «по приложению В».

Пункт 7.2.16. Перечисление а) после слова «для» дополнить словами: «ленточных и»;

исключить слова: «с учетом указаний 7.2.17»;

последний абзац изложить в новой редакции:

«Расчетные деформационные характеристики пластично-мерзлых грунтов (коэффициент сжимаемости  $m_f$  или модуль деформации  $E_f$ ) следует принимать по данным компрессионных испытаний при расчетной температуре грунта, устанавливаемой по формуле (7.8), а также по результатам полевых статических испытаний пластично-мерзлых грунтов моделями фундаментов (штампами, сваями) и статического зондирования в соответствии с приложением Л.».

Пункт 7.3.1. Заменить слова: «надлежит производить» на «следует проводить для фундаментов мелкого заложения».

Пункт 7.3.2. Исключить слова: «как правило».

Пункт 7.3.5. Первый абзац изложить в новой редакции:

«Расчет оснований и фундаментов по деформациям с учетом совместной работы основания и сооружения по первой группе предельных состояний на воздействия, вызываемые неравномерными осадками оттаивающего основания, следует проводить исходя из условия»;

формула (7.18). Экспликация. Для  $\gamma_n$  заменить обозначения: «I, II и III» на «повышенного, нормального и пониженного»;

последний абзац. Исключить слова: «как правило».

Пункт 7.3.8. Исключить слова: «как правило», «по методике ГОСТ 20276».

Пункт 7.4.1. Исключить слова: «При необходимости»;

дополнить абзацем:

«Для снижения касательных сил морозного пучения боковая поверхность свай и фундаментов в слое сезонного промерзания – оттаивания должна быть покрыта противопучинистыми смазками, устойчивыми к механическому воздействию. Для буроопускных свай пазухи в слое сезонного промерзания – оттаивания заполняются непучинистым материалом (сухой песок и др.)».

Пункт 7.4.2. Первый абзац. Исключить слова: «ГОСТ 27217 или».

Пункт 7.4.3. Первый абзац. Исключить слова: «как правило»;

таблица 7.8. Примечание 2 дополнить словами: «, полученных в полевых или лабораторных условиях.»;

пункт дополнить абзацами:

«Касательные силы морозного пучения определяются по результатам полевых или лабораторных испытаний.

Касательные силы морозного пучения, действующие на сваю или фундамент, по результатам лабораторных испытаний определяются следующим образом:

1) В конце зимнего периода строятся графики изменения температуры грунта по глубине до границы фазовых переходов (глубины промерзания грунта  $d_f$ ). Значения температуры грунта определяют на площадке

строительства. Допускается определять температуру грунта по глубине расчетным путем, в том числе численными методами.

2) График температуры разбивается на три участка: первый участок – от глубины промерзания грунта до глубины, на которой зафиксирована температура минус 1 °С; второй участок – от глубины, на которой зафиксирована температура минус 1 °С, до глубины, на которой зафиксирована температура минус 2 °С; третий участок – от глубины, на которой зафиксирована температура минус 2 °С, до поверхности грунта (см. рисунок 1).

3) Касательная сила морозного пучения  $F_f$ , кН, будет равна сумме произведений удельной касательной силы морозного пучения, полученной в лабораторных условиях для разных температур (минус 1 °С, минус 2 °С, минус 6 °С), и площади боковой поверхности фундамента, где температура грунта соответствует указанным выше значениям:

$$F_f = \tau_{fh1}A_1 + \tau_{fh2}A_2 + \tau_{fh3}A_3, \quad (7.29a)$$

где  $\tau_{fh1}$ ,  $\tau_{fh2}$ ,  $\tau_{fh3}$  – удельные касательные силы пучения, кПа, определяемые для следующих температур соответственно минус 1 °С, минус 2 °С и минус 6 °С;

$A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  – площади боковой поверхности фундамента для трех участков согласно данному перечислению.

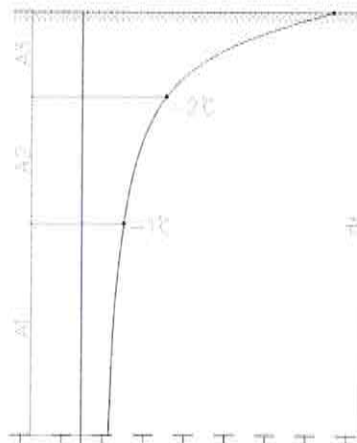


Рисунок 1 – Схематический график распределения температуры грунта для расчета касательной силы морозного пучения».



Пункт 7.4.6. Последний абзац. Исключить слова: «Пучинистость грунта следует определять по ГОСТ 28622.».

Пункт 8.1. Исключить слова: «как правило».

Пункт 8.9. Первый абзац. Исключить слова: «как правило».

Пункт 9.1. Примечание изложить в новой редакции:

«П р и м е ч а н и е – Пылеватые грунты северного морского побережья с преобладанием солей натрий-калиевого состава относятся к засоленным.».

Пункт 9.4. Исключить слова: «как правило».

Пункт 10.1 после слов «при оттаивании» дополнить словами: «, а также с учетом требований СП 28.13330.».

Пункт 10.2. Исключить слова: «как правило».

Пункт 10.3. Первый абзац. Исключить слова: «как правило»;  
заменить слова: «III уровня» на «пониженного уровня».

Пункт 11.2. Исключить слова: «как правило».

Пункт 11.5. После слов «следует определять согласно 7.2.2» дополнить словами: «и приложению Л»; после слов «или подошвой столбчатого фундамента  $R$ » дополнить словами: «, а также сопротивления мерзлого грунта под нижним концом  $R_c$  и по боковой поверхности смерзания  $R_{afc}$ , рассчитанные по данным статического зондирования,»;

таблица 11.1. Примечание. Заменить обозначение:  $\gamma_{ed}$  на  $\gamma_{eq}$ .

Пункт 12.4. Первый абзац. Исключить слово: «преимущественно».

Пункт 12.5 после слов «режима многолетнемерзлых грунтов» дополнить словами: «численными методами»; исключить слова: «численными методами и (или)».

В НАБОР

Пункт 12.6 дополнить словами: «При использовании СОУ следует осуществлять контроль температуры грунтов основания в зоне действия СОУ.».

Пункт 12.7. Первый, второй абзацы. Исключить слова: «как правило»; третий абзац. Исключить слово: «преимущественно».

Пункт 12.8. Исключить слова: «как правило».

Пункт 12.12. Последний абзац. Исключить слова: «как правило».

Пункт 13.3. Второй абзац изложить в новой редакции:

«магистральные трубопроводы имеют повышенный уровень ответственности».

Пункт 13.4. Исключить слово: «преимущественно»;

после слова «способами» дополнить словами: «, в соответствии с приложением С».

Пункт 14.6. Первый абзац. Исключить слова: «в основном».

Пункт 14.7. Формула (14.1). Экспликация. Исключить ссылки и слова: «(ГОСТ 12248)», «в соответствии с ГОСТ 20276, ГОСТ 12248 и ГОСТ Р 53582».

Пункт 14.8. Первый абзац. Заменить слова: «III уровня» на «пониженного уровня»;

второй абзац. Заменить слова: «I, II и III уровней ответственности (ГОСТ Р 54257)» на «повышенного, нормального и пониженного уровней ответственности (ГОСТ 27751)».

Пункт 14.11. Исключить слова: «как правило»; заменить слово: «рекомендуется» на «необходимо».

Пункт 15.5. Исключить слова: «Термометрические скважины оборудуются в соответствии с ГОСТ 25358. Требования к оборудованию

В НАБОР

гидрогеологических скважин приведены в [3]. Устройство нивелирных марок и геодезические измерения проводятся в соответствии с ГОСТ 24846.».

Приложение Б. Пункт Б.1. Перечисление е). Заменить слово: «объемная» на «удельная».

Пункт Б.6. Таблицу Б.3 изложить в новой редакции:

Т а б л и ц а Б.3 – Расчетные значения коэффициента  $k_w$

Грунты	Число пластичности $I_p$ , доли единицы	Коэффициент $k_w$ при температуре грунта $T$ , °C									
		-0,3	-0,5	-1	-2	-3	-4	-6	-8	-10	-15
Пески	–	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Супеси	$I_p \leq 0,02$										
	$0,02 < I_p \leq 0,07$	0,60	0,50	0,40	0,35	0,32	0,30	0,27	0,26	0,25	0,23
Суглинки	$0,07 < I_p \leq 0,13$	0,70	0,65	0,58	0,50	0,46	0,44	0,42	0,41	0,40	0,38
	$0,13 < I_p \leq 0,17$	0,80	0,75	0,65	0,55	0,51	0,49	0,47	0,46	0,45	0,43
Глины	$I_p > 0,17$	0,98	0,92	0,80	0,68	0,63	0,60	0,57	0,56	0,55	0,53

Пункт Б.7. Первый абзац. Заменить слова: «плотность скелета грунта» на «плотность сухого грунта»;

таблицу Б.8 изложить в новой редакции:

Таблица Б.8 – Расчетные значения коэффициента теплопроводности грунта в талом  $\lambda_{th}$ , мерзлом  $\lambda_f$  ( $T \leq -15^\circ C$ ) состоянии

Плотность сухого грунта $\rho_{sk}, \text{Pдг./л.с.м}^3$	Суммарная влажность грунта, $W_{\text{сум}}, \text{д.е.}$	Коэффициент теплопроводности грунтов $\lambda, \text{Вт/(м}^\circ\text{C)}$													
		Пески разной плотности				Супеси пылеватые				Суглинки и глины					
		Степень засоленности				Степень засоленности				Степень засоленности					
		Незасоленные		Слабозасоленные		Среднезасоленные		Сильнозасоленные		Незасоленные		Слабозасоленные		Среднезасоленные	
$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$
0.1	9.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.81	1.34
0.1	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	0.70
0.1	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23	0.41
0.1	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	0.23
0.2	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.81	1.33
0.2	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23	0.52
0.3	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.93	1.39
0.3	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.41	0.70
0.4	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.93	1.39
0.7	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.0	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4	0.25	1.91	2.48	2.37	2.21	2.08	1.84	1.81	1.78	1.73	1.58	1.50	1.46	1.36	-
1.4	0.20	1.57	2.09	2.00	1.90	1.82	1.63	1.58	1.53	1.48	1.31	1.23	1.20	1.10	-

В НАБОР

Окончание таблицы Б.8

Плотность сухого грунта $\rho_{d,th}, \rho_{d,f}, \text{г/см}^3$	Суммарная влажность грунта, $W_{tot}, \text{д.е.}$	Коэффициент теплопроводности грунтов $\lambda, \text{Вт/(м}\cdot\text{°C)}$																												
		Пески разной плотности						Супеси пылеватые						Суглинки и глины																
		Незасоленные			Среднезасоленные			Сильнозасоленные			Незасоленные			Среднезасоленные			Сильнозасоленные			Незасоленные			Среднезасоленные			Сильнозасоленные				
$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$			
1,4	0,15	1,39	1,83	1,75	1,65	1,58	1,30	1,35	1,30	1,25	1,20	0,87	0,99	0,94	0,92	0,87	0,99	0,94	0,92	0,87	0,99	0,94	0,92	0,87	0,99	0,94	0,92	0,87		
1,4	0,10	1,10	1,35	1,30	1,25	1,21	1,06	1,09	1,06	1,03	0,99	0,70	0,77	0,75	0,73	0,70	0,77	0,75	0,73	0,71	0,70	0,75	0,73	0,71	0,70	0,75	0,73	0,71		
1,4	0,05	0,75	0,84	0,82	0,80	0,77	0,71	0,64	0,73	0,69	0,67	0,46	0,48	0,43*	0,41*	0,46	0,48	0,43*	0,41*	0,40*	0,46	0,48	0,43*	0,41*	0,40*	0,46	0,48	0,43*	0,41*	
1,6	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	1,94	1,80	1,74	1,68	1,94	1,80	1,74	1,65	-	-	-	-	
1,6	0,25	2,50	2,92	2,86	2,78	2,70	1,96	2,00	1,80	1,92	1,88	1,51	1,51	1,75	1,62	1,51	1,75	1,68	1,62	1,49	1,68	1,75	1,62	1,49	-	-	-	-	-	
1,6	0,20	2,15	2,50	2,43	2,36	2,30	1,75	1,78	1,62	1,71	1,67	1,33	1,33	1,56	1,41	1,33	1,56	1,46	1,41	1,30	1,56	1,46	1,41	1,30	-	-	-	-	-	
1,6	0,15	1,80	2,10	2,03	1,96	1,90	1,56	1,60	1,45	1,52	1,49	1,10	1,10	1,23	1,17	1,10	1,23	1,17	1,15	1,08	1,23	1,17	1,15	1,08	-	-	-	-	-	-
1,6	0,10	1,45	1,68	1,62	1,56	1,50	1,26	1,29	1,16	1,22	1,19	0,87	0,87	0,97	0,92	0,87	0,97	0,92	0,90	0,86	0,87	0,92	0,90	0,86	-	-	-	-	-	-
1,6	0,05	1,05	1,16	1,10	1,08	1,05	0,85	0,87	0,81	0,84	0,82	0,58	0,58	0,60	0,56*	0,58	0,60	0,56*	0,55*	0,53*	0,58	0,56*	0,55*	0,53*	-	-	-	-	-	-
1,8	0,20	2,67	3,05	2,92	2,80	2,69	2,00	2,05	1,86	1,94	1,88	1,57	1,57	1,86	1,70	1,57	1,86	1,70	1,61	1,48	1,86	1,70	1,61	1,48	-	-	-	-	-	-
1,8	0,15	2,26	2,75	2,63	2,52	2,44	1,79	1,83	1,68	1,74	1,70	1,39	1,39	1,60	1,47	1,39	1,60	1,47	1,40	1,36	1,60	1,47	1,40	1,36	-	-	-	-	-	-
1,8	0,10	1,97	2,30	2,23	2,17	2,10	1,55	1,59	1,45	1,51	1,47	1,06	1,06	1,26	1,14	1,06	1,26	1,14	1,09	1,02	1,26	1,14	1,09	1,02	-	-	-	-	-	-
1,8	0,05	1,45	1,56	1,52	1,48	1,45	0,98	0,99	0,98	0,98	0,97	0,70	0,70	0,75	0,69*	0,70	0,75	0,69*	0,68*	0,65*	0,75	0,69*	0,68*	0,65*	-	-	-	-	-	-
2,0	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	1,46	1,35	1,30	1,28	1,46	1,35	1,30	1,25	-	-	-	-	-

В НАБОР

Приложение В. Пункт В.2. Третий абзац. Заменить слово: «фундаментов» на «с фундаментом»;

таблица В.3. Наименование дополнить словами: «с фундаментом»;

таблица В.5. Наименование после слов «на мерзлые» дополнить словом: «засоленные»;

таблица В.6. Наименование после слова «мерзлых» дополнить словом: «засоленных»;

таблица В.8. Для наименования «Пески мелкие и пылеватые» исключить значение засоленности грунта: 0,03 и все соответствующие ему значения расчетного давления;

для наименований «Супеси» и «Суглинки легкие» исключить значения засоленности грунта: 0,05 и 0,10 и все соответствующие им значения расчетного давления;

для наименования «Суглинки тяжелые и глины» исключить значения засоленности грунта: 0,05 и 0,1 и все соответствующие им значения расчетного давления;

таблица В.9. Для наименования «Пески» исключить значение засоленности грунта: 0,03 и все соответствующие ему значения расчетного сопротивления;

для наименований «Супеси» и «Суглинки тяжелые и глины» исключить значения засоленности грунта: 0,05 и 0,10 и все соответствующие им значения расчетного сопротивления;

таблица В.13. Графу «Грунты» после слова «Песчаные» дополнить словами: «(гравелистые пески с содержанием пылеватой фракции более 8 %)»; после слов «Контакт песчаных грунтов со скалой»)» дополнить словами: «(скальные образцы с размерами выступов 0,5-2,0 мм)».

Приложение Г. Пункт Г.1. Формула (Г.1). Экспликация. Исключить слова: «в соответствии с ГОСТ 26262».

В НАБОР

Пункт Г.2. Формула (Г.2). Экспликация. Исключить слова: «в соответствии с ГОСТ 24847».

Пункт Г.4. Формула (Г.10). Экспликация. Заменить слова: «при температуре грунта равна» на «при температуре грунта, равной».

Пункт Г.6. Таблица Г.2. Наименование изложить в новой редакции: «Коэффициенты  $k'_h$  и  $k_h$ ».

Пункт Г.7. Исключить слова: «в соответствии с ГОСТ 25358».

Приложение Д. Пункт Д.3 и таблицу Д.2 изложить в новой редакции:

«Д.3 Среднегодовая температура многолетнемерзлого грунта на его верхней поверхности  $T'_0$ , °С, устанавливаемая при эксплуатации зданий или сооружений, назначается из условия обеспечения требуемых расчетных температур грунта охлаждающими устройствами. Для зданий и сооружений значение  $T'_0$  определяется по формуле

$$T'_0 = T_0 + \Delta T, \quad (\text{Д.1a})$$

где  $T_0$  – температура многолетнемерзлого грунта, °С;

$\Delta T$  – понижение температуры, которое должно быть обеспечено охлаждающими устройствами, °С, принимается по таблице Д.2.

Т а б л и ц а Д.2 – Понижение температуры  $\Delta T$

Среднегодовая температура грунта с учетом температуры начала замерзания $(T_0 - T_{bf})$ , °С	Понижение температуры $\Delta T$ , °С
$(T_0 - T_{bf}) > -0,5$	-2,5
$-0,5 \geq (T_0 - T_{bf}) > -1,0$	-1,5
$-1,0 \geq (T_0 - T_{bf}) > -1,5$	-0,5
$-1,5 \geq (T_0 - T_{bf}) > -6,0$	0

П р и м е ч а н и е – При  $T_0 - T_{bf}$  ниже минус 6 °С допускается повышение природных температур многолетнемерзлых грунтов до значения  $T'_0$ , которое обеспечивает требуемую несущую способность основания.

Приложение Е. Пункт Е.3. Формулу (Е.2) изложить в новой редакции:

В НАБОР

$$T_{c,a} = \frac{\lambda_f}{\lambda_{in}\beta_f} (T_0 - T_{bf}) + 1,1 + T_{bf} \quad (E.2).$$

Приложение Л. Наименование. Заменить слова: «механических свойств» на «состояния, свойств».

Пункт Л.1 изложить в новой редакции:

«Л.1 На территории распространения многолетнемерзлых грунтов статическим зондированием испытывают мерзлые и талые дисперсные грунты, состав и состояние которых позволяет выполнять непрерывное внедрение зонда. Для испытаний должен использоваться специальный электрический зонд II типа по ГОСТ 19912, дополнительно оснащенный датчиком температуры, расположенным в конусе наконечника зонда.

Испытания следует выполнять установками тяжелого типа по ГОСТ 19912, обеспечивающими усилие вдавливания и извлечения зонда не менее 100 кН.

Примечание – В соответствии с требованиями технического задания, с учетом цели и задач изысканий, могут использоваться специальные электрические зонды, имеющие другие дополнительные датчики и устройства, позволяющие измерять дополнительные характеристики грунта или контролировать процесс зондирования.

Метод статического зондирования в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов применяют в комплексе с другими методами инженерно-геокриологических изысканий для:

- выделения инженерно-геологических элементов;
- оценки пространственной изменчивости состава, состояния и свойств грунтов;
- определения глубины залегания кровли мерзлых грунтов;
- определения температуры грунтов;
- определения состояния (талое, мерзлое) грунтов;

В НАБОР



- определения границ зон оттаивания (замораживания) при оттаивании (замораживании) грунтов;
- определения характеристик механических свойств грунтов;
- оценки возможности забивки свай;
- определения сопротивлений грунта под нижним концом и по боковой поверхности свай;
- определения степени уплотнения (разуплотнения) и упрочнения (снижения прочности) грунтов во времени и пространстве при их оттаивании (замораживании);
- контроля качества геотехнических работ.».

Пункт Л.2. Последний абзац. Заменить слова: «температуры конуса наконечника зонда» на «температуры конуса зонда»;

дополнить абзацем:

«Регистрация сопротивлений грунта и температуры выполняется: при вдавливании зонда с постоянной скоростью – непрерывно или с интервалами по глубине не более 0,1 м, при испытании в режиме «стабилизации» на заданной глубине – непрерывно или с интервалами во времени согласно указаниям приложения А ГОСТ 19912.».

Пункт Л.4. Заменить слова: «статическое зондирование грунтов производят» на «статическое зондирование грунтов выполняют»;

дополнить абзацем:

«Расположение точек в плане и глубину статического зондирования необходимо назначать согласно указаниям СП 47.13330 и части IV [3]. При отсутствии соответствующих указаний, учитывающих особенности проектируемого сооружения, допускается руководствоваться аналогичными указаниями для инженерно-геологических скважин.».

Приложение Л дополнить пунктом – Л.5а:

«Л.5а Природную температуру грунта определяют по показаниям температурного датчика зонда, фиксируемым в процессе его «стабилизации». Допустимо считать, что конус зонда в мерзлом грунте принял природную

температуру грунта, если изменение температуры конуса зонда за последние 5 мин составляет не более 0,05 °С. В талом грунте допустимо определять его природную температуру на основе аппроксимации результатов измерений температуры конуса зонда функцией (экспотенциального, степенного или логарифмического вида), наиболее точно описывающей результаты измерений.

Время выдержки зонда при «стабилизации» должно быть не менее: 5 мин – для мерзлых грунтов, 20 мин – для талых грунтов. Указанные методики обеспечивают определение температуры грунта с точностью не ниже: 0,1 °С – для мерзлых грунтов, 0,3 °С – для талых грунтов.

С целью контроля и внесения необходимых поправок (при необходимости) в результаты или методику измерений часть точек зондирования должна располагаться в непосредственной близости (на расстоянии 1–2 м) от термометрических скважин.

#### П р и м е ч а н и я

1 Перед погружением и после извлечения зонда на каждой точке зондирования следует выполнять проверку смещения нуля температурного датчика зонда. Результаты проверки следует учитывать при обработке результатов измерений и балансировке измерительной системы.

2 Температурный датчик и измерительное устройство должны периодически поверяться и калиброваться согласно паспорту на зонд, но не реже чем через три месяца или 100 точек зондирования.».

Пункт Л.7. Формула (Л.1). Экспликация. Перечисление а). Заменить значение коэффициента:  $\gamma_m=1,2$  на  $\gamma_m=1,25$ ;

перечисление б). Формула. Заменить значение: 0,2 на 0,1.

Приложение М. Пункт М.2. После слова «Периодичность» исключить слово: «проведения».

Приложение П. Пункт П.2. Таблица П.2. Заменить наименования: «Камчатская область» на «Камчатский край»; «Таймырский автономный округ» на «Красноярский край»; «Читинская область» на «Забайкальский край».

Приложение Р изложить в новой редакции:

В НАБОР

## Приложение Р (справочное)

### Проектирование и применение охлаждающих устройств

1 Сезоннодействующие охлаждающие устройства (СОУ) или термосифоны, в которых за счет циркуляции газа (фреона, пропана, аммиака и др.) или жидкости (керосина, антифриза, этиленгликоля и др.) охлаждается окружающий грунт, следует применять для сохранения мерзлого состояния грунтов оснований при строительстве и эксплуатации, для предпостроечного замораживания грунтов основания, для повышения несущей способности опор линейных сооружений в пластично-мерзлых грунтах, создания ледогрунтовых завес, восстановления нарушенного при эксплуатации сооружения теплового режима грунтов основания фундаментов, упрощения конструктивных решений и технологии нулевого цикла, а также для сокращения сроков строительства и других целей. Охлаждающие устройства могут быть вертикальные, горизонтальные или наклонные с одним или несколькими конденсаторами.

2 Сезоннодействующее парожидкостное охлаждающее устройство представляет собой закрытую сверху и снизу металлическую трубу, в нижней части которой (0,05—0,1 высоты трубы) находится под давлением легкокипящая жидкость. К верхней части трубы для увеличения эффективности установки может быть присоединен выносной конденсатор. Работа парожидкостного охлаждающего устройства основана на конвекции легкокипящей жидкости под влиянием естественной разности температур охлаждаемого массива грунта и атмосферного воздуха. В зимнее время жидкость в нижней части установки, находящейся в грунте, испаряется за счет тепла, поступающего из грунта. Пары жидкости поднимаются вверх и конденсируются на холодных стенках трубы или в конденсаторе, находящихся выше поверхности грунта, отдавая тепло в атмосферу. Конденсат стекает по стенкам трубы в ее нижнюю часть. В летнее время, когда температура воздуха

выше, чем температура многолетнемерзлого грунта, пары жидкости в верхней части охлаждающего устройства не конденсируются и действие ее прекращается.

3 Устройство СОУ выполняется в соответствии с проектом, разработанным специализированной организацией. Проект должен содержать теплотехнический расчет, план расположения СОУ, значение глубины заложения устройств, тип теплоносителя и другие параметры. В проекте должны быть указаны требования по эксплуатации устройств и мониторингу за их работоспособностью, температурой охлаждаемого грунтового массива, требования к контролю качества при изготовлении устройств и установке в основание сооружения.

4 Выбор конструкции охлаждающих установок и всей замораживающей системы в целом определяется конструктивными особенностями зданий и сооружений, технологическими особенностями их строительства и эксплуатации, а также температурным режимом грунтов.

5 Устройство системы СОУ следует выполнять до начала зимнего периода. Предпочтительнее использовать охлаждающие устройства, поставляемые с завода в полной эксплуатационной готовности. Для защиты устройства от коррозии следует выполнять антикоррозионное покрытие.

6 При замораживании грунтов одновременно с возведением надземной части сооружения замораживающие колонки должны быть расположены:

- а) при наличии столбчатых фундаментов – с двух или четырех сторон фундамента;
- б) при наличии ленточных фундаментов – симметрично их продольной оси с шагом, равным диаметру льдогрунтового цилиндра;
- в) при наличии свайного фундамента – устанавливая испаритель возле сваи или в теле сваи (конструкция – «термосвая»).

В НАБОР

### Расчет глубинного охлаждения, замораживания грунта

Методика расчета радиуса охлаждения, замораживания грунта  $r_f$ , м, вокруг замораживающей колонки осуществляется по номограммам. Для определения радиуса охлаждения, замораживания следует использовать формулу

$$r_f = \eta_a \cdot r_p, \quad (P.1)$$

где  $r_p$  – внешний радиус замораживающей колонки, м;

$\eta_a$  – безразмерный параметр, определяемый по номограмме на рисунке P.1 в зависимости от значений безразмерных параметров  $b$ ,  $M$ ,  $H_a$ , которые определяются по формулам:

$$b = (\lambda_f / r_p) R_{in}; \quad (P.2)$$

охлаждение

$$M = \frac{T_0 - T_f}{T_f - T_{in}}, \quad (P.3)$$

$$H_a = \frac{\lambda_f (T_0 - T_{in}) t_f}{r_p^2 L_0 \rho_d w_w}; \quad (P.4)$$

замораживание

$$M = \frac{\lambda_{th} (T_0 - T_{bf})}{\lambda_f (T_{bf} - T_{in})}, \quad (P.5)$$

$$H_a = \frac{\lambda_f (T_{bf} - T_{in}) t_f}{r_p^2 L_0 \rho_{d,th} w_{tot}}, \quad (P.6)$$

где  $R_{in}$  – внутреннее термическое сопротивление колонки теплообмену,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определяемое для парожидкостных термосифонов по формуле (P.7), для воздушных и рассольных установок – по формуле (P.8), для жидкостных термосифонов – по формуле (P.9);

$\lambda_f, \lambda_{th}$  – теплопроводность грунта в мерзлом и талом состояниях,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ ;

$T_{bf}$  – температура начала замерзания грунта,  $\text{°C}$ ;

$T_f$  – максимальная температура грунта в твердомерзлом состоянии, °С;

$T_0$  – начальная температура грунта у подошвы слоя с годовыми теплооборотами, °С;

$T_{in}$  – средняя по длине колонки температура рабочего тела, °С, принимаемая для парожидкостных термосифонов равной средней за период его работы отрицательной температуре наружного воздуха ( $T_{air,t}$ ) плюс 1 °С, для жидкостных термосифонов – плюс 4 °С, для воздушных установок – плюс 3 °С, для рассольных установок – равной  $T_p + 1$  °С ( $T_p$  – температура рассола в подающей магистрали);

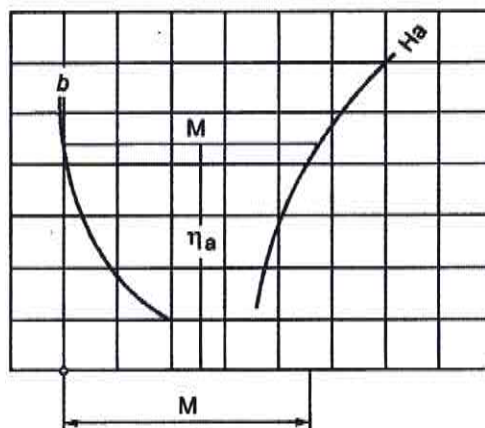
$t_f$  – продолжительность охлаждения, замораживания, ч;

$L_0$  – удельная теплота фазовых превращений вода – лед в расчете на единицу массы, 93 Вт·ч/кг;

$\rho_{d,f}, \rho_{d,th}$  – плотность мерзлого и талого грунта в сухом состоянии, кг/м<sup>3</sup>;

$w_{tot}$  – суммарная влажность грунта;

$w_w$  – содержание незамерзшей воды при температуре  $T_0$ .



В НАБОР

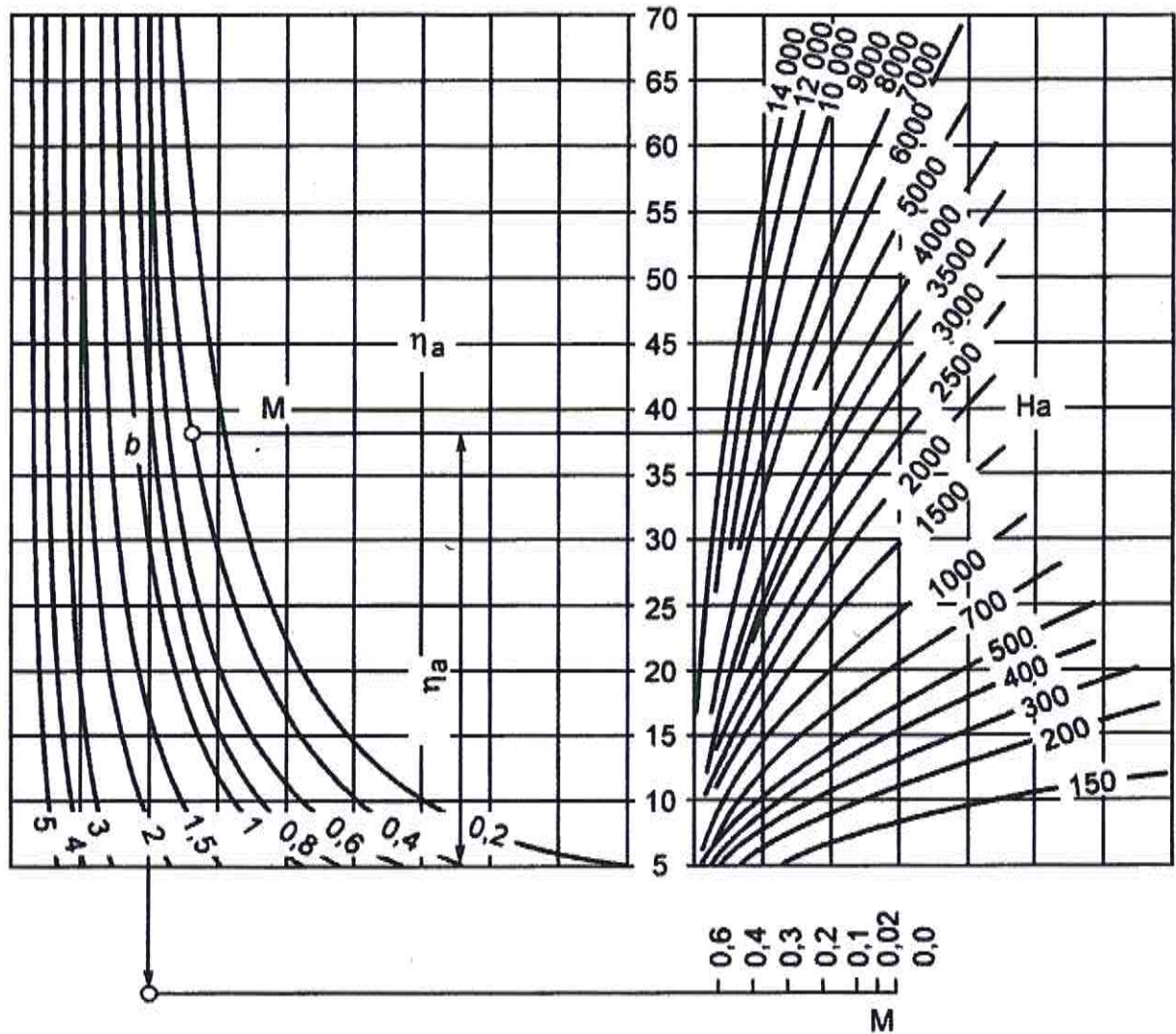


Рисунок Р.1 - Номограмма для расчета радиуса охлаждения и оттаивания

$$R_{in} = \frac{S_e}{\alpha_{out} S_c}; \quad (P.7)$$

$$R_{in} = \frac{1}{\alpha_{in}}; \quad (P.8)$$

$$R_{in} = \frac{S_e}{\alpha_{out} S_c} + \frac{1}{\alpha_{in}}; \quad (P.9)$$

где  $\alpha_{out}$  – коэффициент теплообмена между наружным воздухом и поверхностью конденсатора парожидкостного термосифона, Вт/(м<sup>2</sup> · °С), определяемый по данным таблицы Р.1;

$\alpha_{in}$  – коэффициент теплообмена между рабочим телом и внутренней поверхностью колонки, принимаемый для жидкого рабочего тела равным 116 Вт/(м<sup>2</sup> · °С), для газообразного – 25 Вт/(м<sup>2</sup> · °С);



$S_e, S_c$  – площади поверхности испарителя и конденсатора термосифона,  $\text{м}^2$ .

**Т а б л и ц а Р.1 – Значения  $\alpha_{out}$  для стальных гладких (числитель) и оребренных (знаменатель) труб конденсатора термосифона**

Радиус трубы конденсатора, мм	Коэффициент теплообмена $\alpha_{out}$ , Вт/( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ ), при скорости ветра, м/с				
	0	2	4	6	8
17,0	6,9/8,7	21,0/24,4	33,0/37,1	45,0/48,7	55,0/59,2
22,0	6,5/9,2	20,0/24,4	31,0/38,3	42,0/49,9	51,0/60,3
28,5	6,0/11,0	17,0/30,2	29,0/47,6	38,0/61,5	48,0/74,2
36,5	5,3/11,2	16,0/30,2	27,0/47,6	36,0/61,5	44,0/74,2
44,5	4,9/10,3	15,0/26,7	26,0/41,8	34,0/54,5	41,0/65,0
54,0	4,4/8,2	15,0/23,2	24,0/36,0	31,0/47,6	38,0/56,8
63,5	4,1/11,8	14,0/33,6	23,0/53,4	30,0/68,4	37,0/83,5
73,0	3,6/10,6	14,0/29,0	22,0/45,2	29,0/59,2	36,0/71,9
84,0	3,4/10,0	13,0/25,5	21,0/39,4	28,0/52,2	35,0/62,6

Для воздушных и рассольных установок дополнительно определяется необходимая интенсивность подачи (расход) воздуха или рассола к колонке.

Расчет осуществляется по формуле

$$G_{a.p} = \frac{1,2 \cdot \pi \cdot r_f^2 \cdot l_p \cdot L_v}{C_{w,b} \cdot \Delta T \cdot t_f}, \quad (\text{Р.10})$$

где  $G_{a.p}$  – необходимый расход воздуха или рассола,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$l_p$  – длина подземной части колонки, м;

$L_v$  – количество тепла, отводимого при охлаждении и замораживании 1  $\text{м}^3$  грунта, Вт · ч/ $\text{м}^3$  ;

$C_{w,b}$  – объемная теплоемкость рабочего тела, принимаемая для воздуха равной 0,39 Вт · ч/( $\text{м}^3 \cdot \text{°C}$ ), для рассола – 957 Вт · ч/( $\text{м}^3 \cdot \text{°C}$ );

$\Delta T$  – разность температуры на входе и выходе из колонки, принимаемая равной для воздуха 6  $\text{°C}$ , для рассола 2  $\text{°C}$ .

В НАБОР

$$L_v = L_0 \cdot \rho_{d,f} \cdot w_w, \quad (\text{P.11})$$

$$L_v = L_0 \cdot \rho_{d,th} \cdot w_{tot}, \quad (\text{P.12})$$

Необходимая производительность холодильной станции  $\Pi$ , кВт, вычисляется по формуле

$$\Pi = 0,0012L_v \cdot V/t_f, \quad (\text{P.13})$$

где  $V$  – объем охлаждаемого, замораживаемого грунта.

В случае многослойного основания все грунтовые характеристики осредняются в интервале глубин от дневной поверхности до уровня погружения замораживающей колонки. Осреднение осуществляется по формуле

$$A = \frac{1}{\sum_{i=1}^n h_i} \sum_{i=1}^n A_i h_i, \quad (\text{P.14})$$

где  $A$  – осредненное значение грунтовой характеристики;

$A_i$  – значение грунтовой характеристики в  $i$ -м слое;

$h_i$  – мощность  $i$ -го слоя;

$n$  – число слоев в интервале осреднения.

Свод правил дополнить приложениями – С, Т:

**«Приложение С  
(справочное)**

**Способы устройства магистральных трубопроводов  
на многолетнемерзлых грунтах**

С.1 При изысканиях трасс и проектировании магистральных трубопроводов по инженерно-геокриологическим и геоморфологическим признакам местность делят на четыре группы (таблица С.1). По этим признакам прогнозируется влияние будущего трубопровода на окружающую природную среду, в том числе и на многолетнемерзлые грунты (далее – ММГ), выбирается способ устройства трубопровода (таблица С.2) и назначается его эксплуатационный режим.

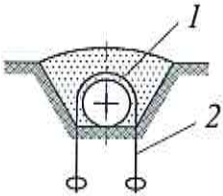
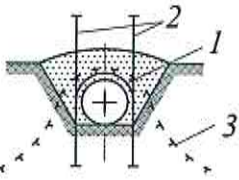
**Т а б л и ц а С.1 – Классификация местности применительно к трубопроводному строительству**

**В НАБОР**

Тип участка по сложности строительства	Характеристика местности	Величина относительного сжатия ММГ при оттаивании	Группа местности
Нормальный	Хорошо дренированные участки террас и гряды, сложенные малольдистыми супесями и песками, мерзлота несливающаяся	0,00-0,01	IV
	Различного вида болота, кровля мерзлых пород глубже 8 – 10 м	0,00-0,01	III
Сложный	Тундра и лесотундра, местность плохо дренирована, сложена льдистыми суглинками и супесями, мерзлота сливающаяся	0,01-0,10	II
Особо сложный	Бугристые и плоские торфяники и солифлюкционные склоны, грунты сильнольдистые, мерзлота сливающаяся	Более 0,1	I
<p>Примечание – Устройство трубопроводов на местности I и II групп выполняют только в зимний период, III и IV групп – круглогодично.</p>			

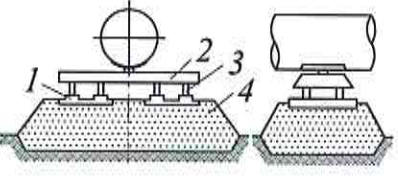
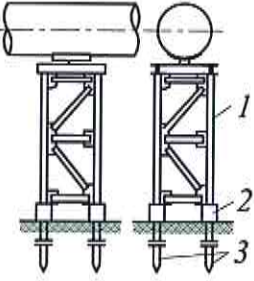
Т а б л и ц а С.2 – Способы устройства магистральных трубопроводов

В НАБОР

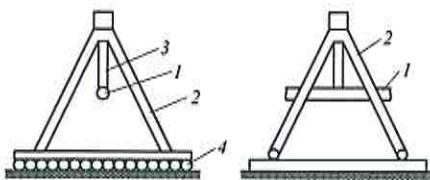
Способ устройства	Преимущества и недостатки	Область применения
<p>I. Подземный способ</p>  <p>1 – хомут для крепления трубопровода к анкерам (от всплытия); 2 – анкер</p>	<p>Преимущества: меньшая вероятность повреждений; относительная стабильность внешней среды; технологичность строительства.</p> <p>Недостатки: оттаивание (или промерзание) окружающего грунта с последующими осадками (пучением) трубопровода; необходимость разработки мерзлых грунтов; затруднительность наблюдения и ремонта</p>	<p>IV и III группы местности. Для холодных участков возможна и II группа местности. При теплоизоляции применима для теплых участков на II группе местности</p>
<p>II. Подземный способ с термоохладителями</p>  <p>1 – хомут анкерного устройства для закрепления газопровода от всплытия; 2 – термоохладители; 3 – верхняя граница ММГ</p>	<p>Преимущества: те же, что и для способа I, а также возможность значительно уменьшить осадки трубопровода.</p> <p>Недостатки: возможность оттаивания на отдельных участках; необходимость разработки мерзлых грунтов; затруднительность наблюдения и ремонта; надзор за термоохладителями</p>	<p>II группа местности для теплых участков</p>

В НАБОР

<p>III. Наземный способ с термоохладителями</p>  <p>1 – насыпь; 2 – талый грунт основания насыпи; 3 – мерзлый грунт основания насыпи; 4 – теплоизоляция; 5 – термоохладители</p>	<p>Преимущества: меньшая вероятность повреждений; стабильность (относительная) внешней среды; отсутствие анкерных устройств; технологичность строительства; меньшие (по сравнению с подземной прокладкой) затруднения при наблюдении и ремонте.</p> <p>Недостатки: дополнительные наблюдения за термоохладителями</p>	<p>II группа местности для горячих участков в комбинации с теплоизоляцией.</p> <p>I группа местности при холодных участках с применением теплоизоляции и обвалования</p>
<p>IV. Наземный способ с использованием местного грунта</p>  <p>1 – канава-резерв; 2 – выравнивающий слой</p>	<p>Преимущества: меньшая вероятность повреждений; стабильность (относительная) внешней среды; отсутствие анкерных устройств; технологичность строительства; меньшие (по сравнению с подземной прокладкой) затруднения при наблюдении и ремонте</p> <p>Недостатки: значительный объем земляных работ</p>	<p>IV и III группы местности. Для холодных участков обвалование необязательно</p>

<p>V. Надземный способ с низкими опорами</p>  <p>1 – железобетонная плита; 2 – ригель; 3 – механизм регулирования опор; 4 – подушка из мелкозернистого уплотненного песка</p>	<p>Преимущества: исключается влияние на мерзлые грунты; отпадает необходимость разработки мерзлых грунтов; легкость наблюдения.</p> <p>Недостатки: дорогое и сложное строительство; дополнительные металловложения; значительный объем разрушений при авариях; нестабильность внешней среды и возможность загустения нефти и других вязких продуктов</p>	<p>II группа местности для горячих участков.</p> <p>I группа местности для теплых участков с величиной относительного сжатия ММГ при оттаивании более 0,1</p>
<p>VI. Надземный способ с высокими опорами</p>  <p>1 – пилон; 2 – оголовок сваи; 3 – сваи</p>	<p>Преимущества: те же, что и для способа V; не мешает миграции диких животных.</p> <p>Недостатки: те же, что и для способа V; необходимость погружения опор в мерзлые грунты</p>	<p>I группа местности для горячих участков и для теплых участков с величиной относительного сжатия ММГ при оттаивании более 0,1.</p> <p>На пересечении с водотоками, железными и автомобильными дорогами</p>

В НАБОР

<p>VII. Надземный способ с качающимися опорами</p>  <p>1 – трубопровод; 2 – опора; 3 – подвеска; 4 – подкладки из бревен</p>	<p>Преимущества: те же, что и для способа VI; максимально приспособлена к компенсации температурных деформаций труб.</p> <p>Недостатки: те же, что и для способа V</p>	<p>Для трубопроводов диаметром меньше 400 мм, расположенных в сейсмических районах</p>
<p>Примечание – При соответствующем обосновании допускается применение других способов устройства трубопроводов.</p>		

С.2 При выборе способов устройства трубопроводов необходимо учитывать просадку грунта при оттаивании и образование (при наличии высокольдистых грунтов и льдов) термокарста при подземном способе устройства горячих трубопроводов на грунтах I и II типов местности. При устройстве холодных трубопроводов в грунтовых условиях III и IV типов необходимо учитывать воздействие на трубопроводы сил морозного пучения.

С.3 При специальном обосновании подземный или наземный способы устройства трубопроводов допускаются: на сваях или с вывешиванием (в качестве страховочного мероприятия) трубопроводов на тросах, прикрепляемых к неподвижным опорным системам, расположенным за зоной возможного оттаивания грунтов вокруг трубопроводов. Трос служит для контроля осадок трубопровода и при необходимости его выравнивания.

С.4 В качестве меры предотвращения или снижения оттаивания грунта в основании подземных или наземных трубопроводов следует рассматривать регулирование температуры транспортируемого по трубопроводу продукта.



## Приложение Т (справочное)

### Основные буквенные обозначения величин

#### *Коэффициенты надежности и условий работы*

- $\gamma_g$  – по грунту;
- $\gamma_n$  – по назначению сооружения;
- $\gamma_k$  – по виду фундаментов;
- $\gamma_c$  – коэффициент условий работы;
- $\gamma_t$  – температурный коэффициент условий работы;
- $\gamma_{eq}$  – сейсмический коэффициент условий работы;
- $\gamma_{af}$  – коэффициент условий смерзания грунтов с фундаментом;
- $\gamma_p$  – коэффициент условий работы оттаивающего грунта.

#### *Физические и теплофизические характеристики грунтов*

- $\chi_n$  – нормативные значения характеристик;
- $\chi$  – расчетные значения характеристик;
- $\bar{\chi}$  – средние значения характеристик;
- $\alpha$  – доверительная вероятность (обеспеченность) расчетных значений характеристик;
- $w_{tot}$  – суммарная влажность мерзлого грунта;
- $w_l$  – влажность мерзлого грунта за счет ледяных включений;
- $w_{lc}$  – влажность мерзлого грунта за счет порового льда (льда-цемента);
- $w_m$  – влажность мерзлого грунта, расположенного между льдистыми включениями;
- $w_w$  – влажность мерзлого грунта за счет незамерзшей воды (содержание незамерзшей воды);
- $w_p$  – влажность грунта на границе пластичности (раскатывания);
- $i_{tot}$  – суммарная льдистость мерзлого грунта;
- $i_l$  – льдистость грунта за счет ледяных включений;
- $i_{lc}$  – льдистость грунта за счет порового льда;
- $S_r$  – степень заполнения объема пор мерзлого грунта льдом и незамерзшей водой (степень влажности);
- $I_p$  – число пластичности грунта;

В НАБОР

- $I_{om}$  – относительное содержание органического вещества;  
 $D_{sal}$  – степень засоленности мерзлого грунта;  
 $c_p$  – концентрация порового раствора в засоленном грунте;  
 $\rho$  – плотность грунта;  
 $\rho_f$  – плотность мерзлого грунта;  
 $\rho_{df}$  – плотность мерзлого грунта в сухом состоянии (плотность скелета мерзлого грунта);  
 $\rho_{d,th}$  – плотность талого грунта в сухом состоянии (плотность скелета грунта);  
 $\rho_s$  – плотность частиц грунта;  
 $\rho_i$  – плотность льда;  
 $\rho_w$  – плотность воды;  
 $e_f$  – коэффициент пористости мерзлого грунта;  
 $\lambda_f$  – теплопроводность грунта в мерзлом состоянии;  
 $\lambda_{th}$  – теплопроводность грунта в талом состоянии;  
 $C_f$  – объемная теплоемкость грунта в мерзлом состоянии;  
 $C_{th}$  – объемная теплоемкость грунта в талом состоянии.

*Деформационно-прочностные характеристики и сопротивления мерзлых грунтов на силовые воздействия*

- $E$  – модуль деформации грунта;  
 $c_{eq}$  – эквивалентное сцепление мерзлого грунта;  
 $c_L$  – предельно длительное значение удельного сцепления мерзлого грунта;  
 $c_{sh}$  – сцепление оттаивающего грунта;  
 $\varphi_L$  – предельно длительное значение угла внутреннего трения мерзлого грунта;  
 $\varphi_{sh}$  – угол внутреннего трения оттаивающего грунта;  
 $m_f$  – коэффициент сжимаемости мерзлого грунта;  
 $m_{th}$  – коэффициент сжимаемости оттаивающего грунта;  
 $\xi_i$  – относительное сжатие льда;  
 $\xi_{th}$  – относительная деформация оттаивающего грунта;  
 $\eta$  – коэффициент вязкости мерзлого грунта;  
 $\sigma_L$  – предел текучести мерзлого грунта;  
 $A_{th}$  – коэффициент оттаивания мерзлого грунта;

- $R$  – расчетное давление на мерзлый грунт (сопротивление мерзлого грунта нормальному давлению);
- $R_c$  – сопротивление мерзлого грунта под нижним концом свай, рассчитанное по данным статического зондирования;
- $R_{af}$  – сопротивление мерзлого грунта сдвигу по поверхности смерзания с фундаментом;
- $R_{afc}$  – сопротивление мерзлого грунта сдвигу по поверхности смерзания со свай, рассчитанное по данным статического зондирования;
- $R_{sh}$  – сопротивление мерзлого грунта сдвигу по грунту или грунтовому раствору;
- $R_{shi}$  – сопротивление сдвигу льда по поверхности смерзания с грунтом или грунтовым раствором;
- $\tau_{fh}$  – удельная касательная сила пучения промерзающего грунта;
- $p_{fh}$  – удельное нормальное давление морозного пучения грунта;
- $f_n$  – удельное отрицательное трение оттаивающего грунта на поверхности фундамента;
- $\alpha_e$  – коэффициент деформации системы «свая–грунт» на горизонтальные усилия.

### *Нагрузки и напряжения*

- $F$  – расчетная нагрузка на основание;
- $F_u$  – несущая способность (сила предельного сопротивления) основания фундаментов;
- $F_h$  – расчетная горизонтальная нагрузка на фундамент;
- $F_{h,u}$  – предельная горизонтальная нагрузка на фундамент;
- $F_{fh}$  – расчетная сила пучения;
- $F_r$  – сила, удерживающая фундамент от выпучивания;
- $F_{neg}$  – сила отрицательного (негативного) трения;
- $F_f$  – расчетные усилия в элементах конструкции сооружения (фундаментов);
- $F_{f,d}$  – предельные усилия в элементах конструкции;
- $F_{u,p}$  и  $F_{u,t}$  – несущая способность проектируемой и опытной свай;
- $M$  – момент внешних сил;
- $M_{af}$  – момент внешних сил, воспринимаемый силами смерзания грунта по боковой поверхности фундамента;

- $M_b$  и  $M_l$  – моменты внешних сил по сторонам фундамента;  
 $p$  – среднее давление под подошвой фундамента;  
 $p_0$  – среднее дополнительное давление под подошвой фундамента;  
 $q$  – равномерно распределенная вертикальная нагрузка;  
 $\sigma_g$  – природное (бытовое) давление в грунте;  
 $\sigma_{z,p}$  – дополнительное вертикальное напряжение в грунте (от веса сооружения);  
 $\sigma_a$  – атмосферное давление.

### *Осадки (деформации) основания*

- $s$  – совместная осадка (деформация) основания и сооружения;  
 $s_u$  – предельно допустимая совместная осадка (деформация) основания и сооружения;  
 $s_f$  – осадка пластично-мерзлого основания;  
 $s_{th}$  – составляющая осадки оттаивающего основания за счет природного (бытового) давления;  
 $s_p$  – составляющая осадки оттаивающего основания под действием нагрузки от здания;  
 $s_{p,th}$  – осадка уплотнения предварительно оттаянного слоя грунта;  
 $s_{ad}$  – дополнительная осадка, обусловленная оттаиванием мерзлого грунта;  
 $s_a$  и  $s_b$  – осадки краев фундамента;  
 $s_l$  – осадка мерзлого основания, обусловленная пластично-вязким течением грунта или льда;  
 $v$  – скорость осадки пластично-мерзлого основания.

### *Параметры теплотехнических расчетов оснований*

- $T$  – температура;  
 $T_0$  – расчетная среднегодовая температура многолетнемерзлого грунта;  
 $T_{0,n}$  – нормативная среднегодовая температура многолетнемерзлого грунта;  
 $T'_0$  – среднегодовая температура многолетнемерзлого грунта на его верхней поверхности;  
 $T_{m,z,e}$  – расчетные температуры грунтов в основании сооружения;  
 $T_{bf}$  – температура начала замерзания грунта;  
 $T_{out}$  – температура наружного воздуха;  
 $T_{ca}$  – температура воздуха в подполье здания;

В НАБОР

- $T_{in}$  – температура в помещении;  
 $T_f$  и  $T_{th}$  – средние температуры воздуха за период с отрицательными и положительными температурами;  
 $t$  – время;  
 $t_u$  – расчетный срок эксплуатации сооружения;  
 $k_h$  – коэффициент теплового влияния сооружения;  
 $\alpha_{m,z,e}$  – коэффициент сезонного изменения температуры грунтов основания;  
 $M$  – модуль вентилирования подполья здания;  
 $R_0$  – сопротивление теплопередаче перекрытия над подпольем;  
 $R_p$  – сопротивление теплопередаче теплоизоляции трубопроводов;  
 $L_v$  – теплота таяния (замерзания) грунта;  
 $L_0$  – удельная теплота фазовых переходов вода–лед.

### *Геометрические характеристики*

- $B$  – ширина сооружения;  
 $L$  – длина сооружения;  
 $a$  и  $b$  – стороны подошвы фундамента;  
 $l$  – длина свай;  
 $e$  – эксцентриситет;  
 $A$  – площадь подошвы фундамента;  
 $A_{af}$  – площадь поверхности смерзания грунта с фундаментом;  
 $u_p$  – периметр фундамента;  
 $l_d$  – глубина заделки свай;  
 $d$  – глубина заложения фундамента;  
 $d_{th}$  – расчетная глубина сезонного оттаивания грунта;  
 $d_{th,n}$  – нормативная глубина сезонного оттаивания грунта;  
 $d_f$  – расчетная глубина сезонного промерзания грунта;  
 $d_{f,n}$  – нормативная глубина сезонного промерзания грунта;  
 $h$  – толщина слоя грунта;  
 $H$  – глубина оттаивания грунта в основании сооружения за расчетный срок его эксплуатации;  
 $H_{max}$  – максимальная глубина оттаивания грунта под сооружением;  
 $H_{b,th}$  – глубина предварительного оттаивания грунта;  
 $z$  – глубина до расчетного уровня.