НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОСНОВАНИЙ
И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОССТРОЯ СССР

УКАЗАНИЯ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ МАЛОНАГРУЖЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

2-е издание

Москва — 1964

gost.e-ecolog.ru

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОСНОВАНИЙ
И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОССТРОЯ СССР

УКАЗАНИЯ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ МАЛОНАГРУЖЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

2-е издание

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Москва — 1964

УДК 624.131.434

Институтом оснований и подземных сооружений Госстроя СССР на основе результатов научных исследований и практического опыта составлены «Указания по проектированию и строительству малонагруженных фундаментов на пучинистых грунтах».

В указаниях рекомендуются для практического применения инженерно-мелиоративные, строительно-конструктивные и термохимические мероприятия по борьбе с вредным влиянием морозного пучения грунтов на фундаменты зданий и сооружений, а также излагаются требования к производству строительных работ и мероприятия по недопущению повышения степени пучинистости грунтов в период эксплуатации зданий и сооружений.

Кроме того, в указаниях даны величины относительной силы выпучивания применительно к новой классификации пучинистости грунтов.

Во 2-е издание внесены уточнения в пп. 2, 4, 29, 33, 37, 41, 48 и 53, а также включено приложение 3.

Предложения, пожелания и замечания, которые возникнут у проектировщиков и строителей в процессе применения указаний, просьба присылать в Институт оснований и подземных сооружений Госстроя СССР по адресу: Москва, Ж-389, 2-я Институтская ул., д. 6.

Указания составлены д-ром техн. наук М. Ф. Киселевым.

I. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1. Настоящие указания распространяются на проектирование и устройство ненагруженных и малонагруженных фундаментов зданий, промышленных сооружений и различного специального оборудования на пучинистых (морозоопасных) грунтах, предусматриваемых по п. 3.

Примечания: 1. Под ненагруженными фундаментами подразумеваются фундаменты под специальное оборудование, вес которого меньше веса фундамента.

2. Под малонагруженными фундаментами подразумеваются все виды фундаментов зданий и сооружений, проектная нагрузка на которые не превышает нормативных сил морозного выпучивания, принимаемых согласно табл. 1.

2. Указания рекомендуется применять в качестве пособия при проектировании, строительстве и эксплуатации ненагруженных и малонагруженных фундаментов зданий и сооружений при том условии, если имеются материалы инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, выполненных в соответствии с общими требованиями по исследованию грунтов для строительных целей и отвечающих требованиям п. 6 настоящих указаний.

Примечание. Указания не распространяются на площадки, где сезонное промерзание грунта сливается с вечномерзлым грунтом.

3. Пучинистыми (морозоопасными) грунтами называются такие виды грунтов, которые при промерзании обладают свойством увеличиваться в объеме с поднятием при промерзании и опусканием при оттаивании дневной поверхности грунта, в результате чего причиняются повреждения основаниям и фундаментам зданий и сооружений.

К пучинистым грунтам относятся пески мелкие и пылеватые, супеси, суглинки и глины, а также крупнооб-

ломочные грунты с содержанием, в виде заполнителя, частиц размером менее 0,1 *мм* в количестве более 30% по весу, промерзающие в условиях избыточного увлажнения.

4. В зависимости от гранулометрического состава, природной влажности, глубины промерзания грунтов, уровня стояния подземных вод грунты по степени морозного пучения подразделяются на: сильнопучинистые, среднепучинистые, слабопучинистые, условно непучинистые и непучинистые.

К сильнопучинистым относятся пылеватые супеси, суглинки и пылеватые глины пластичной консистенции при стоянии подземных вод в зоне промерзания или уровень которых превышает (т. е. ниже) нормативную глубину промерзания в супесях не более чем на 0,5 *м*, в суглинках и глинах не более чем на 1 *м*.

К среднепучинистым грунтам относятся пески пылеватые, супеси, суглинки и глины с природной влажностью на период промерзания, превышающей влажность на границе раскатывания $W_р < W < W_р + 0{,}5W_п$ при стоянии уровня подземных вод, превышающем нормативную глубину промерзания в пылеватых песках не более чем на 0,6 *м*, в супесях не более чем на 1 *м*, в суглинках не более чем на 1,5 *м* и в глинах не более чем на 2 *м*.

К слабопучинистым грунтам относятся пески мелкие и пылеватые, супеси, суглинки и глины тугопластичной консистенции, а также крупнообломочные грунты с пылевато-глинистым заполнителем при стоянии уровня подземных вод, превышающем нормативную глубину промерзания в пылеватых и мелкозернистых песках не более чем на 1 *м*, в супесях не более чем на 1,5 *м*, в суглинках с $W_п \leqslant 12$ не более чем на 2 *м*, в суглинках с $W_п > 12$ не более чем на 2,5 *м* и глинах с $W_п \leqslant 28$ не более чем на 3 *м*.

К условно непучинистым грунтам относятся крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые и все виды глинистых грунтов — твердой консистенции с природной влажностью, в период промерзания меньшей, чем влажность на границе раскатывания, и залегания уровня подземных вод ниже нормативной глубины промерзания в крупнообломочных, пылеватых и мелкозернистых песках более чем на 1 *м*, в супесях более чем на 1,5 *м*, в суглинках с $W_п \leqslant 12$ бо-

лее чем на 2 *м*, в суглинках с $W_п > 12$ более чем на 2,5 *м* и в глинах с $W_п \leqslant 28$ более чем на 3 *м*.

Примечания: 1. Нормативная глубина промерзания определяется согласно указаниям СНиП II-Б.1-62.

2. Природная влажность грунта и уровень подземной воды принимаются на осенний период.

К непучинистым (неморозоопасным) грунтам относятся скальные, крупнообломочные с содержанием частиц грунта диаметром <0,1 *мм*, менее 30% по весу, пески гравелистые, крупные и средней крупности.

5. Приведенное в п. 4 подразделение пучинистых грунтов на группы по условиям влажности имеет ограниченное значение, и этим подразделением можно руководствоваться только для ориентировочной оценки возможности морозного пучения грунтов за короткий период времени, в течение которого есть гарантия того, что условия увлажнения грунта и его влажность перед замерзанием и в процессе замерзания существенно не изменяются.

6. Основанием для установления степени пучинистости грунтов должны служить материалы гидрогеологических и грунтовых исследований, т. е. состав грунта, его влажность и уровень подземных вод, которые могут охарактеризовать весь участок застройки на глубину не менее 6-метровой толщи грунта, считая от планировочной отметки.

7. Основания и фундаменты зданий и сооружений на пучинистых грунтах, подверженных деформациям при промерзании и оттаивании, должны проектироваться с учетом:

а) рельефа местности, времени и количества выпадающих атмосферных осадков, гидрогеологического режима, условий увлажнения грунтов и глубины сезонного промерзания;

б) назначения, срока службы, значимости сооружений и условий их эксплуатации;

в) технической и экономической целесообразности конструкций фундаментов, трудоемкости и сроков возведения и экономии строительных материалов;

г) возможности изменения гидрогеологического режима грунтов, условий их увлажнения в период строительства и за весь срок эксплуатации здания или сооружения.

8. Объем и характер гидрогеологических и грунтовых исследований определяются, в зависимости от инженерно-геологических условий и стадии проектирования, общей программой изысканий, составляемой проектно-изыскательской организацией и согласовываемой с заказчиком с учетом требований п. 6. Методика изысканий и исследований грунтов устанавливается действующими техническими условиями на исследование грунтов оснований сооружений.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

9. При выборе строительной площадки и компоновке генерального плана следует учитывать степень пучинистости грунтов по их составу и условиям увлажнения. В этих целях надлежит отдавать предпочтение таким площадкам, которые сложены непучинистыми грунтами (скальными, щебенистыми, галечниковыми, дресвяными, гравийными, песками гравелистыми, песками крупными и песками средней крупности), а также и глинистыми грунтами, залегающими на возвышенных участках местности с обеспечением поверхностного стока и с уровнем стояния подземных вод ниже планировочной отметки на 4—5 *м*.

10. При проектировании фундаментов под ответственные сооружения, для которых недопустимы деформации морозного выпучивания, надлежит принимать заанкеренные по расчету на силы выпучивания и на разрыв в наиболее опасном сечении столбчатые и свайные фундаменты или предусматривать замену пучинистых грунтов непучинистыми на глубину сезонного промерзания, а также устройство подушки из гравия, песка, горелых пород и других дренирующих материалов под всем зданием или сооружением слоем на расчетную глубину промерзания без удаления пучинистых грунтов.

11. Прочность, устойчивость и эксплуатационная пригодность зданий и сооружений на пучинистых грунтах должны обеспечиваться применением инженерно-мелиоративных, строительно-конструктивных и термохимических мероприятий.

ИНЖЕНЕРНО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

12. Инженерно-мелиоративные мероприятия направлены на осушение грунтов в зоне нормативной глубины промерзания грунтов, а также на 2—3 *м* ниже глубины промерзания, снижение влажности грунтов вообще и на осенне-зимний период в особенности.

Примечание. При проектировании и осуществлении мелиоративных работ необходимо учитывать характер растительного покрова и требования к его сохранению.

13. При проектировании надлежит предусмотреть надежный отвод подземных, атмосферных и производственных вод с площадки путем своевременной вертикальной планировки застраиваемой территории, устройства ливневой канализационной сети, водоотводных канав и лотков, дренажа и других гидромелиоративных сооружений.

При составлении проектов и выполнении в натуре работ по вертикальной планировке сложенных пучинистыми грунтами площадок следует по возможности не изменять естественных водотоков.

14. При планировочных работах следует стремиться к минимальному нарушению природного дерново-почвенного покрова, а на срезках, где позволяют условия, поверхность грунта покрывать почвенным слоем толщиной 10—12 *см* с последующим посевом многолетних дернообразующих трав.

15. Насыпной грунт при планировке местности должен быть уплотнен, как при укладке земляного полотна для автодорог, до объемного веса скелета 1,6 $т/м^3$ и пористости не более 40% (из глинистого грунта без дренирующих прослоек). Поверхность насыпного грунта, так же как и поверхность на срезке, должна покрываться почвенным слоем и задерняться.

16. Уклон при твердых покрытиях (отмостки, площадки, подъезды) должен быть не менее 3%, а для задерненной поверхности не менее 5%.

17. Для снижения неравномерного увлажнения пучинистых грунтов вокруг фундаментов рекомендуется: в минимальном объеме нарушать грунты природного сложения при рытье котлованов под фундаменты и траншей подземных инженерных коммуникаций, тщательно уплотнять грунты при обратной засыпке пазух

фундаментов и траншей (см. п. 60), обязательно устраивать водонепроницаемые отмостки шириной не менее 1 *м* вокруг зданий с глиняными гидроизолирующими слоями в основании или покрывать почвенным слоем толщиной 10—12 *см* и задернять многолетними травами.

18. На строительных площадках, сложенных глинистыми грунтами и имеющих уклон местности более 2%, следует избегать устройства резервуаров для воды, прудов и других источников увлажнения, а также расположения вводов в здание трубопроводов канализации и водоснабжения с нагорной стороны здания или сооружения.

19. Строительные площадки, расположенные на склонах, должны быть ограждены от стекающих со склонов поверхностных вод постоянной нагорной канавкой с уклоном не менее 0,005.

20. Нельзя допускать скоплений воды от стока с крыш или в результате повреждения водопровода или канализации. При обнаружении на поверхности грунта стоячей воды или при увлажнении грунта от повреждения трубопроводов необходимо принять срочные меры по ликвидации причин скопления воды или увлажнения грунта.

21. При засыпке коммуникационных траншей с нагорной стороны от здания или сооружения необходимо устраивать перемычки из мятой глины или суглинка с тщательным уплотнением для предотвращения попадания (по траншеям) воды к зданиям и сооружениям и увлажнения грунтов вблизи фундаментов.

22. Устройство прудов и водоемов, которые могут изменить гидрогеологические условия стройплощадки и повысить водонасыщение грунтов на застраиваемой территории, не допускается. Необходимо учитывать проектируемое изменение уровня воды в реках, озерах и прудах в соответствии с перспективным генеральным планом.

23. Следует избегать расположения зданий и сооружений ближе 20 *м* к действующим колонкам для заправки паровозов, обмывки автомашин, снабжения населения и других целей, а также не проектировать колонок ближе 20 *м* к существующим зданиям и сооружениям. Площадки вокруг колонок должны быть спланированы с обеспечением отвода воды.

СТРОИТЕЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

24. Конструкции зданий и сооружений, возводимых на пучинистых грунтах, могут быть запроектированы из любых строительных материалов, которые удовлетворяют требованиям обеспечения прочности и устойчивости.

25. В плане здания и сооружения должны иметь простейшую геометрическую форму, дающую возможность разделять их на отдельные части осадочными швами (совмещая их с температурными швами).

26. При проектировании зданий и сооружений на сильно- и среднепучинистых грунтах следует предусматривать для 1—2-этажных каменных зданий по периметру наружных и внутренних капитальных стен конструктивные железобетонные пояса шириной не менее 0,8 толщины стены и высотой 0,15 *м* по верху фундаментов и над проемами последнего этажа арматурные пояса.

Примечание. Железобетонные пояса должны иметь марку бетона 200, гладкую арматуру с минимальным сечением по $3 \varnothing 10$ *мм;* соединение стержней по длине на сварке или в крайнем случае нормативный перепуск.

27. Глубина заложения фундаментов каменных зданий и ответственных промышленных сооружений на пучинистых грунтах должна приниматься не менее расчетной глубины промерзания грунтов. При том условии, если в процессе строительства и во время эксплуатации зданий и сооружений не повысится влажность грунтов, то на условно непучинистых грунтах (твердой консистенции) глубина заложения фундаментов должна быть: при нормативной глубине промерзания до 1 *м* — не менее 0,5 *м*; при глубине промерзания до 1,5 *м* — не менее 0,75 *м;* при глубине промерзания от 1,5 до 2,5 *м* — не менее 1 *м* и при глубине промерзания от 2,5 до 3,5 *м* — не менее 1,5 *м* от планировочной отметки.

28. Глубина заложения фундаментов зданий с неотапливаемыми подвалами (или промышленных и специальных сооружений) при заглублении пола ниже планировочной отметки более 2 *м* принимается $^1/_2$ от нормативной глубины промерзания грунтов, а при заглублении пола ниже планировочной отметки на 2 *м* и менее принимается $^2/_3$ от нормативной глубины промерзания грунтов.

Особо следует обратить внимание на осушение грунтов снаружи здания, так как водонасыщенные грунты при промерзании могут нанести повреждения вследствие бокового давления на стены подвала.

29. Не допускается промораживание грунта ниже подошвы фундаментов ответственных малонагруженных зданий и сооружений и фундаментов под специальное оборудование и машины на сильнопучинистых, среднепучинистых и слабопучинистых грунтах как во время строительства, так и в период эксплуатации (см. приложение 3).

На условно непучинистых грунтах может быть допущено промерзание грунтов ниже подошвы фундаментов только при том условии, если грунты к моменту промерзания или во время промерзания не будут иметь природную влажность, превышающую влажность на границе раскатывания.

30. Запрещается укладка фундаментов на промороженный пучинистый грунт в основании без специальных исследований замерзшего слоя грунта.

Допускается укладка фундаментов на мерзлый пучинистый грунт только в том случае, если он имеет объемный вес скелета мерзлого грунта более 1,6 *г/см*^{3} и природную влажность не более влажности на границе раскатывания (т. е. на грунт плотный, условно непучинистый).

31. В целях уменьшения и предупреждения деформации фундаментов вследствие смерзания пучащихся грунтов с боковой поверхностью фундаментов следует:

а) принимать простейшие формы фундаментов с малой площадью сечения;

б) отдавать предпочтение столбчатым и свайным фундаментам с фундаментными балками;

в) уменьшать площадь смерзания грунта с поверхностью фундаментов;

г) заанкеривать фундаменты в слое грунта ниже сезонного промерзания.

32. Устойчивость фундаметов при действии на них сил морозного выпучивания проверяется расчетом по формуле

$$m(N^н + g^н + Q^н) \geqslant \tau^н u n, \qquad (1)$$

где $N^н$ — нормативная нагрузка от веса сооружения в *т*;

$g^н$ — нормативная нагрузка от веса фундамента с учетом веса грунта, лежащего на его уступах, в *т*;

$Q^н$ — нормативная сила, удерживающая фундамент от выпучивания вследствие трения его о талый грунт, в *т*, определяемая по указаниям п. 38. При анкерных фундаментах вместо $Q^н$ принимается P_a, определяемая по п. 37;

$\tau^н$ — нормативная относительная сила выпучивания в *т/м*, принимаемая по указаниям п. 35;

u — средняя величина периметра фундамента в *м* (на глубине от 0,5 *м*, считая от поверхности земли до подошвы фундамента, но не глубже 1,5 *м*) определяется по п. 34;

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

n — коэффициент перегрузки, принимаемый равным 1 для сооружений малочувствительных и 1,1 для сооружений чувствительных к неравномерным перемещениям.

33. Нормативная сила, удерживающая фундамент от выпучивания вследствие трения фундамента о талый грунт, определяется по формуле (2), заимствованной из СН 91—60:

$$Q^н = S_т^н F_т, \tag{2}$$

где $S_т^н$ — нормативная удельная сила трения грунта по боковой поверхности фундаментов в $т/м^2$, принимаемая при отсутствии опытных данных равной для глинистых грунтов 2 $т/м^2$, а для песчаных и крупнообломочных грунтов 3 $т/м^2$;

$F_т$ — площадь боковой поверхности фундамента в $м^2$, находящаяся ниже слоя, подвергающегося зимнему промерзанию.

34. Средняя величина периметра фундамента в метрах определяется по формуле

$$u = \frac{u_1 h_1 + u_2 h_2 + \ldots + u_n h_n}{h_1 + h_2 + \ldots + h_n}, \tag{3}$$

где u_1, u_2, ..., u_n — периметры ступеней в *м*;

h_1, h_2, ..., h_n — соответствующие высоты ступеней в *м*.

35. Нормативная относительная сила выпучивания $\tau^н$ в *т/м* устанавливается по данным специальных исследований или по опыту местного строительства, а при отсутствии таковых принимается по таблице в зависимости от степени пучинистости грунта и нормативной глубины промерзания.

Нормативная относительная сила выпучивания $\tau^н$

Степень пучинистости грунтов	Нормативная относительная сила выпучивания $\tau^н$ в *т/м* периметра фундамента при величине нормативной глубины промерзания в *м*				
	до 0,6	1	1,5	2	3
Сильнопучинистые	4	6	9	12	18
Среднепучинистые	2	4	6	9	12
Слабопучинистые	1	2	4	6	9

Примечание. Для промежуточных значений нормативной глубины промерзания величина $\tau^н$ определяется по интерполяции.

36. Расчетное усилие, разрывающее заанкеренный фундамент силами морозного выпучивания в наиболее опасном сечении, определяется по формуле

$$P = \tau^н u n - (N^н + g_1^н + P_а), \qquad (4)$$

где $\tau^н$; u; n; $N^н$ — обозначения те же, что и в формуле (1);

$g_1^н$ — нормативная нагрузка от веса части фундамента, расположенной выше расчетного сечения, с учетом трения фундамента о талый грунт, в *т*;

$P_а$ — удерживающая сила анкеров в *т*, определяемая по п. 37.

37. Удерживающая сила анкера, направленная против сил морозного выпучивания, определяется расчетом по формуле

$$P_а = \frac{0{,}1\tau^н F}{H - h} + 2\gamma_{об} HF, \qquad (5)$$

где $\tau^н$ — то же, что и в формуле (1);

F — площадь анкера в $м^2$ (разность между площадью подошвы башмака и площадью поперечного сечения стойки);

H — заглубление анкера в $м$ (расстояние от дневной поверхности до верхней плоскости анкера, превышающее нормативную глубину промерзания не менее 1 $м$);

h — нормативная глубина промерзания грунта в $м$;

$\gamma_{об}$ — объемный вес грунта в $т/м^3$.

38. Фундаменты под стены легких зданий (малоэтажных и крупнопанельных) и ответственных сооружений должны быть монолитными с анкерами по расчету независимо от степени пучинистости грунтов. Сборные блоки и фундаментные башмаки желательно замоноличивать.

39. При строительстве малоэтажных зданий на пучинистых грунтах рекомендуется проектировать крыльца на сплошной железобетонной плите по гравийно-песчаной подушке толщиной 30—50 *см* (верх плиты ниже пола в тамбуре на 10 *см*). Для капитальных каменных зданий следует предусматривать устройство крылец на сборных железобетонных консолях с зазором между поверхностью грунта и низом консоли не менее 20 *см;* при столбчатых или свайных фундаментах следует предусматривать промежуточные опоры с тем, чтобы расположение столбов или сваи под наружные стены совпадало с местом установки консолей для крылец.

40. Рекомедуется отдавать предпочтение таким конструкциям фундаментов, которые позволяют механизировать процесс производства фундаментных работ и сократить объем земляных работ по рытью котлованов, а также транспортировку, обратную засыпку и утрамбовку грунта.

Следует применять анкерные свайные фундаменты, при устройстве которых не требуется большого объема земляных работ.

41. При наличии местных дешевых стройматериалов или непучинистых грунтов вблизи стройплощадки целесообразно устройство под зданиями или сооружениями сплошных подсыпок или засыпок пазух с наружной стороны фундаментов из непучинистых материалов или грунтов (щебень, гравий, галька, пески крупные и сред-

ние, а также шлаки, горелые породы и другие горнопромышленные отходы) при условии отвода воды из засыпок (см. приложение 3).

Осушение дренирующих засыпок в пазухах и подушек под фундаментами при наличии водопоглощающих грунтов ниже пучинистого слоя должно осуществляться путем сброса воды через дренирующие скважины или воронки (см. приложение 1).

42. При строительстве зданий и сооружений из сборных конструкций пазухи необходимо засыпать, с тщательным уплотнением грунта, немедленно после укладки цокольного перекрытия; в остальных случаях пазухи должны засыпаться с утрамбовкой грунта по мере возведения кладки или монтажа фундаментов.

43. Проектирование заглубления фундаментов в пучинистых грунтах на расчетную глубину промерзания грунтов с учетом теплового влияния зданий и сооружений принимается по СНиП II-Б.1-62 в тех случаях, когда они не будут перезимовывать в период строительства и в период после его окончания до ввода здания в постоянную эксплуатацию с нормальным отоплением или когда они не будут находиться в длительной консервации.

44. При строительстве малоэтажных зданий следует предусматривать декоративные цокольные обшивки фундаментов с засыпкой пространства между фундаментом и заборной стенкой малотеплопроводными и невлагоемкими материалами (опилками, шлаком, гравием, сухим песком и различными отходами промышленности).

45. В каменных зданиях перемычки над проемами пролетом более 1 *м* должны быть железобетонными независимо от степени пучинистости грунтов.

46. В одноэтажных промышленных зданиях сборные железобетонные плиты покрытий, укладываемые по прогонам или фермам, должны быть связаны между собой.

ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

47. В целях снижения сил выпучивания на период строительства рекомендуется применять послойное через 10 *см* засоление грунта засыпки вокруг фундаментов поваренной солью из расчета 25—30 *кг* на 1 $м^3$ суглинистого грунта: после рассыпки соли на слой грунта в 10 *см* высотой и 40—50 *см* по ширине производится пере-

мешивание грунта с солью и тщательное трамбование, затем укладка следующего слоя грунта, засаливание по расчету и трамбование; по высоте грунт засыпки пазухи засоляется от подошвы фундамента, не доходя 0,5 *м* до планировочной отметки.

48. Для уменьшения величины сил смерзания между грунтом и материалом фундамента рекомендуется обмазывать боковые поверхности фундамента несмерзающимися материалами, например битумной мастикой (приготовляемой из: золы-уноса ТЭЦ — четыре части, битума марки III — три части и солярового масла — одна часть по объему, см. приложение 3).

Обмазка фундамента должна производиться от подошвы до планировочной отметки в два слоя: первый — тонкий с тщательной притиркой, второй — толщиной 8—10 *мм*.

49. Столбчатые и свайные фундаменты надлежит обертывать бризолом или рубероидом в два слоя на $^2/_3$ от нормативной глубины промерзания грунтов, считая от планировочной отметки, при том условии, если нагрузка на фундамент меньше сил морозного выпучивания.

50. На время строительства вокруг фундаментов зданий и сооружений следует устраивать временные теплоизоляционные покрытия из опилок, снега, шлака и других материалов в соответствии с указаниями по предохранению грунтов и грунтовых оснований от промерзания.

51. В целях уменьшения глубины промерзания грунта рекомендуется устраивать теплоизоляционные шлаковые подушки с наружных сторон зданий (толщина слоя до 0,4 *м*, ширина 1—1,5 *м* от фундамента) с асфальтовым покрытием.

52. При строительстве в зимнее время в отдельных случаях надлежит предусматривать электропрогрев грунтов путем периодического пропускания (в зимние месяцы) электрического тока по спирально уложенной под фундаментами 3-*мм* стальной проволоке; контроль за обогревом грунта под фундаментами должен осуществляться при этом по данным замеров его температуры ртутными термометрами или по данным наблюдений за промерзанием грунта около фундаментов по мерзлотомеру Ратомского (согласно «Инструкции по определению глубины промерзания грунтов», И 180—53).

53. Промышленные здания и сооружения, для которых по технологическим соображениям нельзя допустить деформаций вследствие промерзания грунтов вокруг фундаментов и ниже их подошвы (фундаменты под установки для получения жидкого кислорода, под холодильные машины, под автоматические и другие установки в холодных неотапливаемых цехах и фундаменты под специальные установки и оборудование), должны быть надежно ограждены от деформаций морозного пучения грунтов.

В этих целях рекомендуется применять периодически (с ноября по март) обогрев грунта вокруг фундаментов путем пропускания горячей воды по трубопроводу от центральной отопительной системы или от сточных отработанных промышленных горячих вод. Для этого можно использовать также водяной пар.

Покрытый битумной эмалью стальной трубопровод сечением не менее 37 *мм* должен укладываться с уклоном для слива воды непосредственно в грунт на глубину 20—60 *см* ниже планировочной отметки и на 30 *см* в сторону от фундамента с наружной стороны. Там, где позволяют условия производства, над трубопроводом по поверхности земли рекомендуется уложить растительный грунт слоем 10—15 *см* с уклоном в сторону от фундамента. По поверхности растительного слоя полезно, в целях теплоизоляции, сделать посев дернообразующих многолетних травосмесей.

III. ОСОБЕННОСТИ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

54. Применение способа гидромеханизации для проходки котлованов под легкие здания и сооружения на строительных площадках с пучинистыми грунтами, как правило, не допускается.

55. Рефулирование пучинистых грунтов в период строительства на застраиваемых площадках может быть допущено только в том случае, если намывные грунты будут отложены не ближе 3 *м* от фундаментов наружных стен.

56. При устройстве фундаментов в пучинистых грунтах необходимо стремиться к уменьшению ширины котлованов и немедленно заполнять пазухи тем же грунтом

с тщательным уплотнением. При засыпке пазух необходимо обеспечить поверхностный сток воды вокруг здания, не дожидаясь окончательной планировки и укладки почвенного слоя для задернения или асфальтовой отмостки.

57. Отрытие котлованов и траншей на строительных площадках, сложенных пучинистыми грунтами, механизированным способом должно производиться при строгом соблюдении требований действующих технических условий на производство и приемку земляных работ.

58. Время оставления котлованов и траншей открытыми должно быть предельно сокращено. Появляющиеся в котлованах и траншеях грунтовые или атмосферные воды должны немедленно отводиться или откачиваться.

Водонасыщенный слой грунта должен быть заменен непучинистым грунтом или уплотнен с втрамбованием не менее $^1/_3$ щебня или гравия.

59. При разработке в зимнее время котлованов под фундаменты и траншей для подземных коммуникаций вблизи фундаментов на пучинистых грунтах применение искусственного оттаивания сухим водяным паром не допускается.

60. Засыпка пазух должна производиться послойно (по возможности тем же талым грунтом) с тщательным трамбованием. Засыпать пазухи котлованов бульдозером без уплотнения не допускается.

61. Линии временного водоснабжения допускается прокладывать только по поверхности. В период строительства необходимо обеспечить строгий контроль за состоянием сетей временного водоснабжения. При обнаружении утечки воды из труб временного водоснабжения в грунт необходимо принять экстренные меры по ликвидации увлажнения грунта вблизи фундаментов.

IV. МЕРОПРИЯТИЯ ПО НЕДОПУЩЕНИЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПУЧИНИСТОСТИ ГРУНТОВ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

62. Мероприятия против повышения степени пучинистости грунтов и увеличения деформаций от морозного выпучивания зданий и сооружений в период эксплуата-

ции сводятся в основном к трем следующим требованиям:

а) не допускать повышения влажности грунтов в основании фундаментов и в зоне сезонного промерзания ближе 5 *м* в сторону от фундаментов;

б) не разрешать делать срезки грунта вокруг фундаментов при перепланировке населенного пункта или застраиваемой площадки;

в) не создавать условий для более глубокого промерзания грунтов около фундаментов по отношению к расчетной глубине промерзания грунтов, принятой при проектировании.

63. В целях борьбы с повышением природной влажности грунтов в процессе эксплуатации зданий и сооружений рекомендуется:

а) производственные и бытовые воды спускать в водоемы или в приемники ливневой канализации;

б) ежегодно все работы по прочистке поверхностного водоотвода — нагорных канав, кюветов, лотков, водоприемников, отверстий искусственных сооружений, а также ливневой канализации — выполнять до начала осенней дождливой погоды;

в) исправление повреждений на откосах, нарушений планировки и отмосток производить немедленно, ни в коем случае не затягивая работ до начала промерзания грунта;

г) при обнаружении эрозионной деятельности ливневых вод на застроенной территории принять экстренные меры по ликвидации размыва и выполнить работы по укреплению участков по водотоку с большим перепадом ливневых вод.

64. Понижение планировочных отметок на участках с пучинистыми грунтами не допускается на расстоянии ближе 3 *м* к фундаментам зданий и сооружений. Исключение может быть только в том случае, если расстояние от планировочной отметки до подошвы фундамента будет не менее расчетной глубины промерзания грунтов. При этом не должны быть нарушены условия поверхностного водоотвода атмосферных вод.

65. При капитальном ремонте вокруг фундаментов зданий и сооружений нельзя допускать смену отмосток с теплоизоляционными подушками на отмостки без теплоизоляционного слоя.

66. Подготовку почвенного слоя, посев дернообразующих трав и посадку кустарниковых растений следует производить, как правило, в весеннее время, без нарушения принятой по проекту планировки площадок. На участках, где нарушены дерновый покров и планировка поверхности грунта (вследствие прохода трактора или автомашин), необходимо восстановить планировку, взрыхлить растительный слой и вновь посеять семена дернообразующих трав.

67. В качестве задернителей рекомендуется применять травосмесь, состоящую из семян пырея, полевицы, овсяницы, мятлика, тимофеевки и других травянистых растений. Желательно использовать семена трав местной флоры применительно к природно-климатическим условиям местности. В засушливые летние месяцы задерненные и засаженные декоративными кустарниками участки надлежит периодически поливать.

68. При обнаружении, в процессе эксплуатации, деформаций фундаментов или других конструктивных элементов здания или сооружения необходимо немедленно обратиться к специалистам с целью установления достоверных причин повреждения конструкций и разработки эффективных мер по предотвращению условий дальнейших повреждений.

69. В сложных случаях деформируемости ответственных сооружений к исследованию причин деформации сооружений и составлению рекомендаций по исправлению конструкций и ликвидации причин дальнейшего повреждения рекомендуется привлекать проектно-изыскательские организации и научно-исследовательские институты.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРИМЕРЫ
РАСЧЕТОВ МАЛОНАГРУЖЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ПРОМЕРЗАНИИ СИЛЬНО ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Для примерных расчетов устойчивости фундаментов приняты следующие грунтовые условия площадки строительства:

1. Растительный слой 0,25 *м;*

2. Суглинок желто-коричневый от 0,25 до 4,8 *м;* объемный вес грунта колеблется от 1,8 до 2,1; природная влажность колеблется от 22 до 27%; влажность на границе текучести 30%; на границе раскатывания 18%; число пластичности 12; уровень грунтовых вод на глубине 2—2,5 *м* от дневной поверхности. Суглинок пластичной консистенции по природной влажности и условиям увлажнения согласно п. 4 указаний относится к сильно пучинистому.

Глубина заложения фундаментов в соответствии с техническими условиями должна приниматься не менее расчетной глубины промерзания грунтов.

Примеры расчетов на устойчивость при воздействии сил морозного пучения даются для трех конструктивных видов железобетонных фундаментов: монолитного железобетонного фундамента с анкерной плитой, железобетонного свайного фундамента и сборного фундамента из крупных блоков.

Пример 1. Требуется рассчитать железобетонный фундамент с анкерной плитой на устойчивость при воздействии сил морозного выпучивания. Схема для расчета фундамента приведена на рис. 1.

Исходные данные для расчета следующие:

$$H = 3\ м \qquad F = 2\ м^2$$
$$h = 2\ м \qquad u = 2\ м$$
$$N^н = 3\ т \qquad \tau^н = 12\ т/м$$
$$g^н = 3{,}75\ т \qquad m = 0{,}9$$
$$h_1 = 0{,}5\ м \qquad n = 1{,}1$$
$$\gamma_{об} = 2\ т/м^3$$

(h_1 — толщина анкерной плиты в *м*).

Устойчивость фундамента на морозное выпучивание проверяем по формуле (1).

Находим значение удерживающей силы анкера по формуле (5).

$$P_a = \frac{0{,}1 \cdot 2 \cdot 12}{3-2} + 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 = 2{,}4 + 24 = 26{,}4\ m.$$

Подставляя в формулу (1) нормативные значения различных величин, получим

$$0{,}9(3 + 3{,}75 + 26{,}4) \geqslant 12 \cdot 2 \cdot 1{,}1.$$

$$29{,}8\ m > 26{,}4\ m.$$

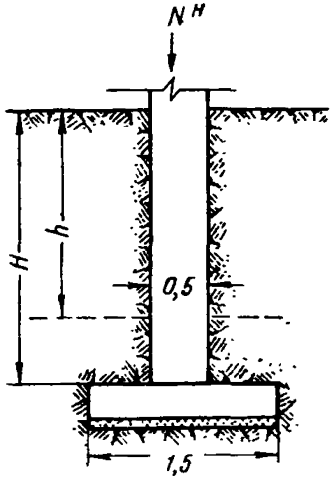

Рис. 1. Схема столбчатого анкерного фундамента

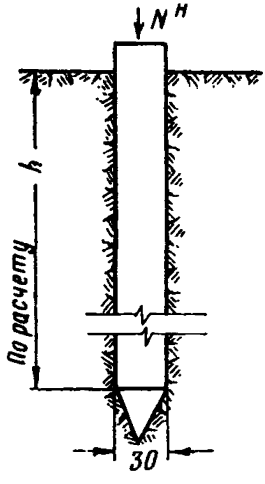

Рис. 2. Схема для расчета свайного фундамента

Как видим, условие устойчивости фундамента при пучении грунтов соблюдается, и фундамент будет устойчив.

Пример 2. Требуется рассчитать железобетонный свайный фундамент (свая с квадратным сечением 30×30) на устойчивость при воздействии на него сил морозного выпучивания.

Схема фундамента, принятая для расчета в примере 2, приведена на рис. 2.

Исходные данные для расчета следующие:

$H = 6$ м	$\tau^н = 9\ m/м$
$h = 1{,}5$ м	$N^н = 2\ m$
$g^н = 1{,}08\ m$	$m = 0{,}9$
$Q^н = 10{,}8\ m$	$n = 1{,}1$

Проверяем устойчивость свайного фундамента на морозное выпучивание по формуле (1)

$$0{,}9(2 + 1{,}08 + 10{,}8) \geqslant 9 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}1.$$

$$12{,}5\ m > 12\ m.$$

Как видим, проверка показала, что при воздействии сил морозного выпучивания условие устойчивости фундамента соблюдается.

Пример 3. Требуется рассчитать сборный железобетонный малонагруженный фундамент на устойчивость под действием сил морозного выпучивания (блоки между собой и с опорной плитой замоноличиваются).

Схема ленточного фундамента приведена на рис. 3.

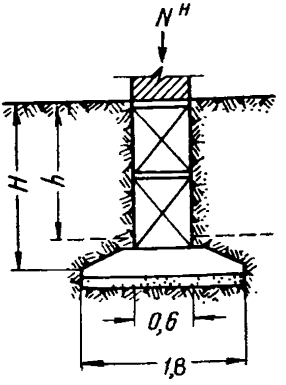

Рис. 3. Схема для расчета ленточного фундамента

Исходные данные для расчета следующие:

$H = 2{,}4\ м$ $\quad$ $\tau^н = 9\ т/м$

$h = 1{,}7\ м$ $\quad$ $F = 1{,}2\ м^2$

$\gamma_{об} = 1{,}9\ т/м^3$ $\quad$ $m = 0{,}9$

$N^н = 5\ т$ $\quad$ $n = 1$

$g^н = 3{,}7\ т$

Устойчивость сборного фундамента на морозное выпучивание проверяем по формуле (1).

Значение удерживающей силы анкера $P_а$ находим по формуле (5)

$$P_а = \frac{0{,}1 \cdot 9 \cdot 1{,}2}{2{,}4 - 1{,}7} + 2 \cdot 1{,}9\,(2{,}4 - 0{,}5)\,1{,}2 = $$
$$= 1{,}54 + 8{,}66 = 10{,}2\ т.$$

Подставляя значения величин в формулу (1), получим

$$0{,}9\,(5 + 3{,}7 + 10{,}2) \geqslant 9 \cdot 2 \cdot 1.$$
$$17{,}01\ т < 18\ т.$$

В примере 3 условие устойчивости ленточного сборного малонагруженного фундамента не соблюдается. Следовательно, ленточные сборные фундаменты с малой нагрузкой не будут устойчивыми при морозном пучении грунтов, а принять заглубление большим — значит удорожать стоимость работ.

Конечно для зданий (отапливаемых в период эксплуатации) с нормальным отоплением промерзания грунта с внутренней стороны не будет и тогда сила морозного выпучивания в примере 3 уменьшится в 2 раза и здание будет устойчивым.

Таким образом, если здание будет отапливаемым и не будет перезимовывать без отопления после строительства, то устойчивость фундамента от сил морозного выпучивания не нарушится.

Если же железобетонный ленточный фундамент с малой нагрузкой по примеру 3 будет принят под неотапливаемое здание или сооружение, то будет выгоднее перейти на отдельно стоящие анкерные или свайные фундаменты при данных грунтовых и гидрогеологических условиях.

Пример 4. Проектирование фундаментов каменного здания длиной 60 *м*, шириной 12 *м* и высотой стен 2,5 *м* на пучинистых грунтах, подстилаемых дренирующим грунтом.

Гидрогеологические условия стройплощадки следующие:

1) от 0 до 0,2 *м* — почвенно-растительный слой;

2) от 0,2 до 1,8 *м* — суглинок коричневый, плотный, влажный (консистенция $B=0{,}56$);

3) от 1,8 до 5 *м* песок желтый, мелкозернистый, плотный.

Уровень подземных вод по состоянию на октябрь месяц 1962 г. — появившийся на 3,75 и установившийся на глубине 3,8 *м* ниже дневной поверхности.

Нормативная глубина промерзания грунтов согласно СНиП II-Б.1-62 равна 2 *м*.

Расчетная температура воздуха в зимний период в здании с полами по грунту около 5°, следовательно, расчетная глубина промерзания грунта будет равна $2 \cdot 1 = 2$ *м*.

При данных гидрогеологических условиях, когда уровень грунтовых вод превышает расчетную глубину промерзания менее 2 *м*, по СНиП II-Б.1-62 допускается заложение фундаментов менее расчетной глубины промерзания грунтов при условии недопущения промерзания грунтов ниже подошвы фундаментов.

Технологический процесс в здании связан со значительным сливом воды на пол, что неизбежно повлечет к повышению влажности глинистых грунтов в основании фундаментов и к деформации грунтов при промерзании. Исходя из этих соображений, глубину заложения фундаментов надлежит принять не менее 2 *м*, но одно мероприятие по заглублению фундаментов на расчетную глубину промерзания грунтов не может избавить легкое здание от деформаций, вызываемых касательными силами смерзания грунта со стенками фундаментов.

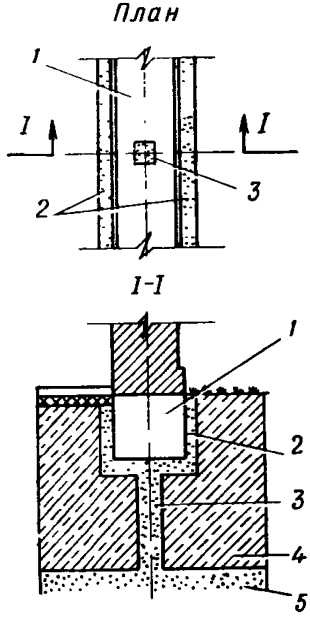

Рис. 4. Фундамент с дренирующими обсыпками и колодцами

1 — фундамент; *2* — дренирующая засыпка пазух; *3* — дренирующий колодец; *4* — суглинок; *5* — водопоглощающий песчаный грунт

Наиболее рациональным решением при проектировании фундаментов будет заложение ленточных фундаментов на глубину 0,5—0,6 *м* от планировочной отметки, что принять возможно только в том случае, если будут предусмотрены следующие инженерно-мелиоративные и строительно-конструктивные мероприятия:

1) принять глубину заложения фундаментов на 0,6 *м* ниже планировочной отметки по песчаной подушке в 0,2 *м;*

2) в траншее ниже песчаной подушки пройти колодцы через 10 *м* один от другого сечением 0,3×0,3 *м* на глубину до песчаного слоя и заполнить эти колодцы средне- и крупнозернистым песком для поглощения попадающих поверхностных вод в песчаную подушку ниже подошвы фундаментов;

3) засыпать пазухи песком с толщиной засыпки между стенкой фундамента и грунтом не менее 0,2 *м;*

4) вокруг здания на ширину 2—3 *м* с поверхности уложить 10—15-*см* почвенный слой и посеять многолетние дернообразующие травы.

При невозможности задернения поверхности грунта вокруг здания следует сделать асфальтовую отмостку шириной до 1 *м*.

На рис. 4 схематично показано:

1 — фундамент; *2* — песчаная засыпка пазух; *3* — дренирующий колодец; *4* — суглинистый грунт; *5* — водопоглощающий песчаный грунт.

Засыпка песчаным грунтом пазух принята в целях снижения касательных сил смерзания и выпучивания малонагруженных фундаментов.

Песчаная подушка с дренирующими колодцами принята по тем соображениям, что во время строительства и эксплуатации зданий неизбежно создаются условия, которые вызывают повышение природной влажности суглинистого грунта.

Инженерно-мелиоративные мероприятия в зависимости от гидрогеологических условий, конструкций зданий и их назначения должны приниматься на основе всестороннего анализа всех обстоятельств.

Так, например, нельзя допускать устройство фундаментов с дренажными водопоглощающими колодцами в тех случаях, если водоносные горизонты в песчаных грунтах являются источниками снабжения питьевой водой населения. Следует также учитывать загрязненность воды, которую намечается дренировать в водопоглощающие грунты. Одно дело — воды атмосферных осадков и воды от таяния снега и другое дело — промышленные воды, загрязненные вредными химическими или органическими веществами.

Во всех случаях на спуск в дренирующие грунты атмосферных или промышленных вод надлежит получить разрешение от санитарной инспекции.

В зависимости от вида здания или сооружения противопучинные мероприятия должны приниматься сообразно с условиями работы несущих конструкций. Например, при гидрогеологических условиях, описанных выше, нет необходимости при проектировании 5-этажных зданий принимать глубину заложения фундаментов на 0,6 *м* с устройством дренажных водопоглощающих воронок. Здесь касательные силы смерзания будут меньше веса здания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В технических указаниях обобщены имеющиеся результаты научных исследований по вопросам деформации морозного пучения грунтов и практический опыт применения различных мероприятий против действия сил морозного выпучивания фундаментов.

Указания на проектирование малонагруженных фундаментов на пучинистых грунтах создаются впервые, а поэтому данный документ не претендует на полный и глубокий охват всех вопросов, связанных с деформациями фундаментов при промерзании и оттаивании грунтов.

В данных указаниях пучинистые грунты в зависимости от состава, условий увлажнения и природной влажности подразделены по степени пучинистости на пять групп. Было бы удобнее подразделять глинистые грунты по степени пучинистости в зависимости от величины вспучивания дневной поверхности грунта при промерзании или выпучивания нагруженного фундамента, но для таких подразделений пока недостаточно данных наблюдений за величиной морозного пучения грунтов и, кроме того, вспучивание зависит еще от ряда других факторов, которые не позволяют принять классификацию по степени пучинистости исходя только из величины вспучивания; например, условия промерзания грунта бывают различные — в один год промерзает грунт на 50 *см* за всю зиму, в другой год грунт промерзает на 2 *м*, затем при одной и той же глубине промерзания и при всех прочих равных условиях морозное пучение бывает различное по условиям промерзания. Например, в одну зиму грунт промерзнет на 2 *м* за один месяц, а в другую зиму грунт промерзнет на ту же глубину 2 *м* за четыре-пять месяцев. Опытом установлено, что величина пучения будет меньше там, где скорость промерзания грунта наибольшая, и, наоборот, при меньшей скорости промерзания грунт вспучивается значительно больше.

Величина вспучивания ненагруженной поверхности грунта еще не характеризует полностью величину выпучивания фундамента вследствие того, что на деформацию фундамента от морозного пучения решающее влияние оказывают давление на фундамент и конструкция самого фундамента.

Кроме того, большое влияние на промерзание и пучение грунта оказывают географические условия и рельеф местности. Нельзя сравнивать условия промерзания и пучения грунта в Белоруссии с условиями Сибири. Если в Сибири при промерзании поверхностный слой грунта обезвоживается вследствие большого испарения влаги, то в Прибалтийских республиках и Ленинградской области поверхностный слой, наоборот, дополнительно увлажняется вследствие наличия высокой влажности воздуха. Следовательно, пучинистые грунты классифицировать по показателю величины вспучивания для всей территории СССР не представляется пока возможным.

Относительно сухие грунты при промерзании мало изменяются в объеме и не вызывают недопустимых для зданий и сооружений деформаций морозного пучения. Такие глинистые грунты часто называют непучинистыми, что будет не вполне соответствовать действительным условиям увлажнения и пучения во времени. При этом следует иметь в виду, что условия увлажнения грунтов могут изменяться не только за период эксплуатации, но и за период строительства даже в течение одного года и тогда сухие «непучинистые» грунты окажутся, по независящим от нас причинам, водонасыщенными и при промерзании будут средне- или сильнопучинистыми. Вот почему все глинистые грунты с природной влажностью

меньшей, чем влажность на границе раскатывания, нами и предлагается в указаниях называть условно непучинистыми.

Приведенное подразделение пучинистых грунтов на группы по их увлажнению ограничивается коротким строительным периодом времени, в течение которого есть гарантия в том, что условия увлажнения грунта и его фактическая влажность перед замерзанием и в процессе замерзания существенно не изменяются.

Основной частью технических указаний будут расчеты устойчивости фундаментов под действием сил морозного выпучивания грунтов.

Формула (1) принята из технических условий на проектирование оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах (СН 91—60), но величина τ дана в табл. 1 указаний несколько отличающейся от нормативной относительной силы выпучивания, принятой в СН 91—60. В табл. 1 нормативная относительная сила выпучивания дана различная для трех категорий пучинистых грунтов, в то время как в СН 91—60 для всех видов грунтов $\tau^н$ принимается одинаковой. Для сильнопучинистых грунтов табл. 1 приняты значения $\tau^н$ из СН 91—60 для 1- и 2-метровой толщи промерзания. Для промежуточных значений глубин промерзания и двух смежных приняты значения $\tau^н$ по прямолинейной интерполяции. Для среднепучинистых и слабопучинистых грунтов отсутствуют экспериментальные данные в достаточном количестве для убедительного обоснования, а поэтому нами предлагается принять для средне- и слабопучинистых грунтов данные, установленные экспериментально для сильнопучинистых грунтов с уменьшением их на $^1/_2$ или на $^1/_3$ в зависимости от степени пучинистости и глубины промерзания грунта.

При проектировании анкерных фундаментов необходимо определять расчетное усилие, которое разрывает заанкеренный фундамент. Для этой цели дана формула (4), в состав которой входит удерживающая сила анкера P_a

Расчетная формула по проверке заанкеренных фундаментов на разрыв заимствована из СН 91—60 и в пояснениях не нуждается Формула (5) состоит из двух слагаемых

$$P_a = \frac{0{,}1\tau^н F}{H - h} + 2\gamma_{об} HF. \qquad (5)$$

Первое слагаемое учитывает давление на анкер фундамента сверху, вызываемое при промерзании и пучении грунта. Известно, что промерзающий слой при пучении расширяется и давит не только вверх, но и вниз. Это давление и учитывается первым слагаемым.

Конкретных экспериментальных данных давления на анкер промерзающего и пучащегося грунта пока не имеется, но фактор этой силы нельзя не учитывать при расчете удерживающей силы анкера, возникающей при давлении пучащегося грунта. Величина давления пучащегося слоя на верхнюю плоскость анкера, очевидно, будет зависеть прежде всего от величины нормативной относительной силы выпучивания $\tau^н$, ибо расширяющийся слой грунта давит не только вверх, но в какой-то степени сила пучения действует на нижележащий еще не замерзший слой, а следовательно, через еще не замерзший нижележащий слой давление пучащегося слоя грунта передается и на анкер. Затем, это реактивное давление

безусловно зависит от размеров площади анкера F, определяемой по разности между площадью опорной плиты и площадью фундамента для ленточного фундамента и по разности площади опорного башмака и площади стойки для столбчатого фундамента.

Давление промерзающего слоя на анкер зависит от толщины нижележащего незамерзшего слоя грунта, находящегося между мерзлым грунтом и верхней плоскостью анкера. Чем меньше будет толщина слоя талого грунта между мерзлым грунтом и анкером, тем больше будет передаваться давление на анкер, и, наоборот, при большей толщине талого слоя давление на анкер будет меньше. Первое слагаемое формулы (5), учитывающее давление от пучения промерзающего грунта на анкер, получается количественно невелико. Из-за слабой изученности этого вопроса и из-за отсутствия экспериментальных данных по определению распределения давления по глубине талого грунта и, в частности, на анкер мы подошли к этому вопросу с большой осторожностью, приняв за 0,1 часть относительных сил выпучивания. Вот поэтому и количественные значения первого слагаемого члена, получаемые по формуле (5), пока не являются в полной мере определяющими данными для разработки конструкций анкерного фундамента.

Второе слагаемое формулы (5) принято исходя из учета фактического веса столба грунта, стоящего на уступах (анкера) фундамента. Следовательно, вес грунта, лежащего на анкере, определяется произведением площади анкера на толщину лежащего на анкере слоя грунта и на объемный вес грунта.

Во второе слагаемое формулы (5) введен эмпирический коэффициент 2, установленный по данным опытов по сдвигу анкерных фундаментов на величину 0,5 *мм*. По опытам А. С. Кананяна в полевых условиях установлено, что усилие для сдвига анкерного фундамента вверх на 0,5 *мм* требуется больше от 2 до 3,5 раза, чем вес лежащего грунта на анкере, а поэтому принятие коэффициента 2 будет обоснованным. Нами принят самый наименьший коэффициент 2 в целях обеспечения устойчивости анкерного фундамента под действием сил морозного выпучивания. Дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования дадут возможность усовершенствовать расчетную формулу по определению устойчивости анкерного фундамента и уточнить значения величин, входящих в расчетную формулу.

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МАЛОНАГРУЖЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

(в дополнение и уточнение текста указаний)

1. Замена пучинистых грунтов непучинистыми при засыпке пазух возле фундаментов

Проектировщики и строители обращаются с вполне конкретными вопросами при замене пучинистого грунта непучинистым, как, например, нужно ли заменять пучинистый грунт непучинистым грунтом внутри контура здания?

По этому вопросу можно рекомендовать следующее: внутри отапливаемого здания, где во время эксплуатации грунт не будет промерзать, нет никакой необходимости заменять пучинистый грунт непучинистым, но для неотапливаемых зданий, как, например, трансформаторные станции или неотапливаемые промышленные здания, где имеются кислотоупорные полы и специальное оборудование, не допускающее деформаций, необходимо грунт пучинистый удалить на расчетную глубину промерзания и взамен его уложить непучинистый грунт.

Затем часто обращаются с таким вопросом: на сколько метров вокруг здания нужно заменить грунт на глубину промерзания?

Достаточно ли засыпать непучинистым грунтом только одни пазухи шириной до 1 *м*?

Конечно засыпка пазух непучинистым грунтом является эффективным мероприятием в том случае, когда отводится из засыпки пазух поверхностная вода. Без отвода скапливающихся в пазухах дождевых или производственных вод наблюдаются деформации фундаментов от морозного пучения грунтов.

Толщина засыпки пазух обычно в практике обусловлена шириной пазухи между стеной фундамента и стеной или откосом грунта. Само собой разумеется, что ширина пазухи зависит от вида грунта, от способа производства земляных работ и от глубины заложения фундаментов. Как правило, почти всегда ширина пазух увеличивается с глубиной заложения фундамента.

При глубине заложения фундамента до 1 *м* толщина засыпного слоя из непучинистого грунта, например песка, гравия и гальки, достаточна в 0,2 *м*. С заглублением фундаментов от 1 до 1,5 *м* минимально допустимая толщина засыпного слоя должна быть не менее 0,3 *м*, так как при более глубоком заложении фундамента толщина слоя в 0,2 *м* может не обеспечить дренирования скапливающихся в засыпке пазух поверхностных вод вследствие заиливания непучинистого материала засыпки.

Далее проектировщики интересуются таким вопросом: возможна ли засыпка пазух непучинистыми грунтами без отвода из них грунтовых вод, компенсируя это увеличением толщины засыпки, и какая минимальная толщина при этом необходима?

Этот вопрос экспериментально в природных и лабораторных условиях исследован еще недостаточно. По опытам Н. И. Быкова, фундаменты с непучинистой засыпкой пазух выпучивались так же, как и фундаменты с засыпкой пучинистым грунтом, конечно, при условии отсутствия отвода грунтовой воды из засыпки. По опытам А. П. Боженовой, песчаные водонасыщенные грунты вспучиваются мало и при слоистом сложении песчаных с глинистыми песчаные прослойки обезвоживаются, а глинистые, наоборот, увеличивают свою влажность при промерзании. Затем, по опытам И. Д. Белокрылова, песчаный грунт, засыпанный в котлован размером 2×2 *м*, при промерзании на 2,8 *м* выпучивался на 2—3 *см* при отсутствии отвода грунтовой воды из засыпки, а в то же время на той же площадке глинистые грунты природного сложения вспучивались до 39 *см*, т. е. более чем в десять раз (см. сборник трудов НИИ-100, № 19. Госстройиздат, 1952, ст. М. Ф. Киселева).

При какой же толщине засыпки из непучинистого грунта при условиях его водонасыщения во время промерзания грунтов не будет деформации фундаментов? Очевидно, эта толщина не будет одинаковой для всех гидрогеологических и климатических условий.

В настоящее время конкретно дать обоснованные рекомендации по размерам заменяемого пучинистого грунта непучинистым весьма затруднительно, так как по этому вопросу необходимо провести теоретические и экспериментальные исследования. Но на основании имеющихся результатов полевых и лабораторных опытов и логических рассуждений все же ориентировочно можно рекомендовать ширину засыпки для замены пучинистого грунта непучинистым **не менее нормативной глубины промерзания грунтов.**

Так, например, для условий Московской области замена пучинистого грунта непучинистым с наружной стороны фундаментов должна быть шириной 1,4, т. е. на нормативную глубину промерзания грунтов. При таких размерах замены пучинистого грунта непучинистым и при невозможности осушения непучинистых грунтов, по нашему мнению, не должно быть повреждений фундаментов при промерзании грунтов.

Данная нами рекомендация по замене пучинистых грунтов непучинистыми вокруг фундаментов нуждается в экспериментальной проверке в природных условиях. Для этой проверки требуется постройка зданий с малонагруженными фундаментами на сильнопучинистых грунтах с наблюдениями за величиной морозного пучения грунтов и выпучивания фундаментов.

2. Глубина заложения фундаментов

Неоднократно проектировщики ставят перед нами вопрос: что подразумевается под «прочими зданиями» по табл. 5 СНиП II-Б.1-62?

К группе «прочих зданий» следует относить все здания с неотапливаемым техническим подвалом. Здесь следует понимать под неотапливаемостью такие температурные условия, при которых грунт в подполье может промерзнуть на глубину не менее 50 *см*.

Здания с температурой воздуха в подполье в холодные месяцы зимы до минус 2—3°С нельзя относить к зданиям с неотапливаемым подпольем, так как грунт в подполье не может промерзать.

К группе прочих зданий следует относить также все виды неотапливаемых зданий, как, например, электроподстанции, склады без отопления, холодные промышленные цехи, фундаменты под специальное оборудование, находящееся на открытом воздухе, и т. д.

Тепловое влияние зданий с полами на балках на величину глубины промерзания грунтов зависит от величины расстояния между полом и поверхностью грунта: при расстоянии в 2 *м* тепловое влияние будет меньше, чем тепловое влияние при конструкции зданий с расстоянием между полом и грунтом в 0,5 *м*.

Можно рекомендовать для зданий с полами на лагах при расстоянии между полом и грунтом меньше 0,5 *м* принимать значение коэффициента влияния теплового режима здания на промерзание грунта у наружных стен так же, как и на лагах по грунту, — **0,8**.

Теоретические и экспериментальные исследования по данному вопросу будут продолжены в 1964 г. и, следовательно, по результатам научных исследований будет возможность дать более обширные и научно обоснованные рекомендации по глубине заложения фундаментов на пучинистых грунтах.

Проектировщики требуют ответа на такой вопрос: как принимать глубину заложения фундаментов на пучинистых грунтах при наличии большого уклона на местности, когда с одной стороны здание врезается в грунт, а с другой ставится на подсыпку грунта?

По условиям промерзания грунтов глубина заложения фундаментов для данного случая строительства зданий в СНиП II-Б.1-62 не предусмотрена, но наша рекомендация проектировщикам сводится к тому, что фундамент должен быть заложен на пучинистых грунтах не менее расчетной глубины промерзания грунтов, считая от планировочной отметки, независимо, будет ли срезка или подсыпка грунта. В том случае, если отметка отмостки снаружи здания будет много ниже, чем отметка поверхности грунта внутри здания, глубина заложения фундаментов на пучинистых грунтах должна приниматься не менее расчетной глубины промерзания грунтов, считая от планировочной отметки с наружной стороны здания.

В практике строительства встречаются частые случаи повреждения зданий, которые возводятся на склонах при наличии срезки и подсыпки грунта. Деформации большей частью приурочены к тем частям зданий, которые опираются на фундаменты, стоящие на грунтах с подсыпкой, так как грунты в основании менее плотные, чем грунты в выемках с нагорной стороны. Кроме того, присыпанные грунты больше увлажняются в осенние месяцы и при замерзании деформируют фундаменты. При наличии косогоров на застраиваемой территории необходимо соблюдать требования по организации отвода поверхностных вод атмосферных осадков.

3. Схема расчета фундаментов на устойчивость при действии нормальных сил морозного выпучивания

Для проверки устойчивости фундаментов на действие нормальных сил морозного выпучивания рекомендуется следующая расчетная схема:

$$N_n \leqslant P, \qquad (1)$$

где N_n — величина нормальных сил морозного выпучивания в *т*;
P — давление от веса сооружения и мерзлого грунта, направленное против действия нормальных сил морозного пучения, в *т*.

Значение P для случая с ленточным фундаментом определяется по формуле

$$P = p + g + 0{,}5(F_ф + F_{гр})h_1\gamma_{об}, \qquad (2)$$

где P — нагрузка на фундамент от веса сооружений в *т*;
g — вес фундамента в *т*;
$F_ф$ — площадь фундамента в $м^2$;
$F_{гр}$ — площадь подошвы мерзлого грунта в $м^2$;
h_1 — глубина промерзания грунта ниже подошвы фундамента в *м*, принимается равной h_1—0,1 *м* (0,1 *м*—переходный слой от твердомерзлого к талому);
$\gamma_{об}$ — объемный вес мерзлого грунта в $т/м^3$.

Силу морозного выпучивания отдельно стоящего фундамента из сборных железобетонных блоков рекомендуется определять по следующей формуле:

$$N_n = F\sigma, \qquad (3)$$

где σ — относительная нормальная сила выпучивания при промерзании супеси и суглинка ниже подошвы фундамента, принимается по экспериментальным данным в $кг/см^2$ или $т/м^2$;
F — расчетная площадь подошвы фундамента или площадь подошвы твердомерзлого слоя грунта под фундаментом определяется по следующим формулам:

а) для фундамента с круглой подошвой

$$F_1 = \pi(r + h)^2; \qquad (4)$$

б) для фундамента с квадратной подошвой

$$F_2 = (a + 2h)^2; \qquad (5)$$

в) для фундамента с прямоугольной подошвой

$$F_3 = (a + 2h)(b + 2h), \qquad (6)$$

где r — радиус круглого фундамента в *м*;
a — сторона квадратного и ширина прямоугольного фундамента в *м*;
b — длина прямоугольного фундамента в *м*;
h — толщина твердомерзлого слоя грунта ниже подошвы фундамента в *м*.

Пример расчета нормальных сил морозного выпучивания:

Фундамент квадратный 2,4×2,4, отдельно стоящий, с глубиной заложения 1,2 *м*. Глубина промерзания грунта, считая от планировочной отметки, — 1,5 *м*; ниже подошвы фундамента суглинистый сильнопучинистый грунт промерз на 0,3 *м*; слой твердосмерзшегося грунта ниже подошвы фундамента

$$h = 0{,}3 - 0{,}1 = 0{,}2 \text{ м}.$$

Площадь подошвы твердомерзшегося слоя грунта под фундаментом

$$F = (2{,}4 + 2 \times 0{,}2)^2 = 7{,}84 \ м^2.$$

Величина нормальной силы морозного выпучивания при промерзании грунта ниже подошвы фундамента будет равна

$$N_n = F\sigma = 7{,}84 \times 17{,}5 = 137{,}2 \ т.$$

Величина давления от веса сооружения, действующая против нормальных сил морозного выпучивания, P для фундамента средней стойки крупнопанельного дома серии К-7-2-4 будет равна:

P — нагрузка на фундамент от веса здания по проекту—56 *т*;
g — вес фундамента — 6,28 *т*;
g_1 — вес твердомерзлого грунта — 2,72 *т*.

$$P = 56 + 6{,}28 + 2{,}72 = 65 \ т.$$

Пример расчета показывает, что нормальные силы морозного пучения грунтов более чем в два раза превышают давление от веса сооружения.

Следовательно, промерзания пучинистых грунтов ниже подошвы фундаментов крупнопанельных жилых домов допускать не следует, так как при промерзании грунта ниже подошвы фундамента на 30 *см* выпучивание фундаментов неизбежно сопровождается повреждением конструктивных элементов.

При промерзании грунта на 30 *см* ниже подошвы фундамента размером 1,5×1,5 *м* нормальная сила выпучивания была бы меньше величины давления на фундамент (63 *т*<65 *т*), но деформации конструкций все же имели бы место, так как при типовом фундаменте Ф-24 грунт промерз бы не на 30 *см*, а на 70 *см* и тогда опять-таки величина нормальных сил морозного выпучивания достигла бы 127 *т*.

Следовательно, в том случае, когда крупнопанельный дом неизбежно будет перезимовывать без отопления и грунты под фундаментами среднего ряда промерзнут, тогда можно рекомендовать заглубление фундаментов среднего ряда стоек не менее расчетной глубины промерзания с коэффициентом теплового влияния здания, равным единице. Эта рекомендация конструктивно может быть осуществлена двумя способами: а) заглубить башмаки фундаментов ниже отметки пола подвала на столько, на сколько заглублены фундаменты под наружные стены; б) устроить подсыпку грунта по среднему ряду колонн или оставить целик в подполье шириной 2 *м* и высотой на уровне планировочной отметки грунта с наружной стороны здания. Данная рекомендация требует еще уточнения на основании данных наблюдений за состоянием зданий при промораживании грунтов под подошвой фундаментов.

Кроме того, следует рекомендовать проектировщикам, чтобы они внесли в проект предупреждение о том, что «на пучинистых грунтах нельзя допускать промерзания грунтов под подошвой фундаментов как в период строительства до ввода здания в эксплуатацию, так и в период прекращения отопления во время консервации и капитального ремонта».

4. Мероприятия по уменьшению сил морозного выпучивания фундаментов

Проектировщики спрашивают: стоит ли применять битумные мастики против сил смерзания грунта со стенками фундаментов, поскольку мастики не являются стойкими под действием протекающих в почве физико-химических процессов?

Действительно, со временем слой мастики на фундаментах под действием физико-химических и биологических процессов разрушается и перестает соответствовать своему назначению, но тем не менее битумные обмазки мы рекомендуем применять при устройстве свайных и столбчатых фундаментов на пучинистых грунтах, чтобы противостоять силам морозного выпучивания в период строительства, когда столбы и сваи не получили еще проектной нагрузки. Кроме того, столбы и сваи целесообразно покрывать битумными мастиками, особенно деревянные столбы и сваи, с целью антисептики и гидроизоляции.

Проектировщики ставят вопрос о том, какой инертный порошок можно применять при изготовлении битумной мастики?

Экспериментально проверено и применяется для изготовления мастики зола-унос ТЭЦ, но не во всех районах нашей страны имеется этот материал. Там, где нет золы-уноса ТЭЦ, вместо нее можно использовать любой мелкий инертный порошок (сухая молотая глина, цемент и др.).

Количество инертного порошка в составе мастики необходимо установить экспериментально, так как эти материалы еще не проверялись в практике приготовления битумных мастик для обмазки фундаментов.

Вышеизложенные рекомендации являются дополнениями и уточнениями к «Указаниям по проектированию и строительству малонагруженных фундаментов на пучинистых грунтах».

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Общие указания 3
II. Основные положения по проектированию 6
Общие вопросы . . . . . —
Инженерно-мелиоративные мероприятия 7
Строительно-конструктивные мероприятия 9
Термохимические мероприятия 14
III. Особенности требований к производству работ . . . 16
IV. Мероприятия по недопущению увеличения пучинистости грунтов в период эксплуатации зданий и сооружений . 17
Приложения. 1. Примеры расчетов малонагруженных фундаментов зданий и сооружений на устойчивость при промерзании сильно пучинистых грунтов 20
2. Пояснительная записка 24
3. Временные рекомендации по проектированию малонагруженных фундаментов на пучинистых грунтах . . . 28

НИИ оснований Госстроя СССР
УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ МАЛОНАГРУЖЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

* * *

Стройиздат,
Москва, Третьяковский пр., д. 1

Редактор издательства Г. Д. Климова
Технический редактор Г. Д. Наумова
Корректор Г. Г. Морозовская

Сдано в набор 12/II 1964 г. Подписано к печати 16/III 1964 г.
Бумага $80\times103^{1}/_{32}$ д. л. 0,56 бум. л. 1,84 усл печ. л. (уч-изд. 1,5 л.)
Тираж 7000 экз. Изд. № XII-8368. Зак. 112. Цена 8 к.

Московская типография № 23 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати
Куйбышевский пр, 6/2

gost.e-ecolog.ru