

Академия наук СССР  
Сибирские отделение  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФИЛИАЛ имени В. Л. КОМАРОВА

НА ПРАВАХ РУКОПИСИ

Н. Я. ФЕДОРОВА

УСТОЙЧИВОСТЬ МАЛОЭТАЖНЫХ  
ЗДАНИЙ НА ФУНДАМЕНТАХ  
МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ  
В УСЛОВИЯХ ЧИТИНСКОЙ  
ОБЛАСТИ

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

ВЛАДИВОСТОК  
1958

ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИИ  
СОСТОИТСЯ

на УЧЕНОМ СОВЕТЕ  
ДВФСО АН СССР

(г. Владивосток, Ленинская 50)

.....12 декабря..... 1958 г.

Просим прислать Ваши замечания

Ученый секретарь



Работа выполнена на кафедре оснований и фундаментов  
Хабаровского института инженеров железнодорожного  
транспорта

~~руководитель~~ доктор технических наук, профессор А. В. Паталеев

136938

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
А. Н. Киргизской ССР

## 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Читинская область является одной из областей Советского Союза, где народное хозяйство тесно связано со своеобразными географическими особенностями. К таким особенностям области относится меняющийся характер вечной мерзлоты: от сплошной — до островов вечной мерзлоты среди талых грунтов.

С 1940 г. в Читинской области, особенно в южных районах, ведется интенсивная застройка новых территорий как промышленными объектами, так и жилыми поселками.

Первые исследования в области использования вечномерзлой толщи в качестве оснований под сооружения были произведены Н. С. Богдановым (1912 г.). Позднее вопросу строительства на вечномерзлых грунтах было посвящено большое количество работ советских ученых: М. И. Сумгин (1927, 1932, 1937 гг.), М. И. Евдокимов-Рокотовский (1931 г.), В. В. Еленевский и Г. А. Низовкин (1936 г.), Н. И. Быков и Б. Н. Каптерев (1940 г.), А. В. Ливеровский и К. Д. Морозов (1941 г.), Н. И. Салтыков (1950, 1952 гг.) и др.

Из известных методов строительства в условиях вечной мерзлоты (сохранение грунтов под сооружениями в вечномерзлом состоянии, строительство с учетом оттаивания вечномерзлых грунтов в процессе эксплуатации сооружений, предварительное оттаивание вечной мерзлоты) в настоящее время теоретически разработанным и освоенным в производственных условиях является только один: метод сохранения грунтов в вечномерзлом состоянии. Этот метод строительства успешно применяется только в районах распространения «устойчивой» вечной мерзлоты. «Устойчивой» принято называть такую вечную мерзлоту, запас холода (характеризуется, в основном, температурой и мощностью слоя веч-



ной мерзлоты) в которой позволяет, путем применения различных конструктивных мероприятий, сохранять в основах зданий вечномерзлые грунты в течение всего периода эксплуатации зданий. Для южной же зоны распространения вечной мерзлоты, где запас холода в вечномерзлой толще незначителен (часто температура вечномерзлой толщи не превышает  $-1^{\circ} \div 0^{\circ} \text{C}$ ), как показала практика, этот метод строительства неприемлем: при незначительном притоке тепла от зданий такая вечная мерзлота деградирует. Примеры деформаций зданий, построенных в южных районах Читинской области с учетом сохранения в основании вечной мерзлоты, указывают на то, что такие здания быстро разрушаются. Следовательно, строить здания, ориентируясь на сохранение грунтов в вечномерзлом состоянии, в районах с неустойчивой вечной мерзлотой нельзя.

Н. И. Салтыковым (1952 г.) для районов с неустойчивой вечной мерзлотой теоретически разработан метод проектирования сооружений с учетом оттаивания мерзлого основания в процессе эксплуатации. Однако, если проектирование крупных объектов промышленного и гражданского строительства по этому методу и может быть выполнено, то осуществить проектирование каменных малоэтажных жилых домов в настоящее время практически еще нельзя. При проектировании малоэтажных зданий, как правило, отсутствуют необходимые исходные данные (температура вечномерзлой толщи, тепловые и мерзлотные характеристики грунтов и др.). Кроме того, естественно ожидать, что в нарушении устойчивости таких зданий значительную роль будут играть и силы пучения, которые при расчете по методу Н. И. Салтыкова не учитываются. Несмотря на наличие такого положения, осуществлять строительство малоэтажных жилых домов в районах южной зоны вечной мерзлоты можно все же только с учетом оттаивания вечномерзлых грунтов в процессе эксплуатации зданий, так как производство предварительного протаивания вечномерзлых грунтов при строительстве таких зданий экономически не может быть оправдано. Не дают оптимального решения этого вопроса и Н и ТУ 118-54, слабо освещающие вопросы строительства в условиях неустойчивой вечной мерзлоты.

Практика строительства малоэтажных жилых домов, в один-два этажа, в южных районах Читинской области в настоящее время упорно идет по пути применения для таких зданий фундаментов мелкого заложения (подошва фунда-

ментов закладывается в пределах слоя сезонного промерзания). Такое решение, кроме наличия неустойчивости вечной мерзлоты, диктуется еще и глубоким сезонным промерзанием грунтов (3-4 и более метров). Поэтому в Читинской области за последние годы построены целые новые поселки малоэтажных жилых домов на фундаментах мелкого заложения. Однако большое количество малоэтажных жилых домов, построенных на фундаментах мелкого заложения в различных районах Читинской области в период с 1949 по 1957 гг. вначале без всяких дополнительных мероприятий, а позднее с включением в конструкции зданий железобетонных поясов и уровней верхних обрезов фундаментов и оконных перемычек первого этажа, также получали значительные деформации.

В связи с требованиями практики строительства задачами диссертации являются:

1. Изучение причин, вызывающих деформации малоэтажных жилых домов, построенных на фундаментах мелкого заложения в условиях неустойчивой вечной мерзлоты и глубокого сезонного промерзания грунтов в Читинской области.

2. Разработка мероприятий, позволяющих исключить действие факторов, вызывающих деформации конструкций построенных жилых домов на фундаментах мелкого заложения.

3. Исследование эффективности рекомендованных мероприятий в естественных условиях площадок строительства.

4. Разработка основных принципов проектирования малоэтажных жилых домов на фундаментах мелкого заложения в условиях южных районов Читинской области с учетом предложенных мероприятий.

Работы по исследованию устойчивости малоэтажных жилых домов, построенных на фундаментах мелкого заложения в Читинской области, были осуществлены кафедрой «Основания и фундаменты» Хабаровского института инженеров железнодорожного транспорта в содружестве с управлением Забайкальской железной дороги.

## 2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

В течение 1955—1958 гг. в южных районах Читинской области (в районах станций Забайкальской ж. д.) были обследованы малоэтажные здания. Обследованные здания бы-



ли разделены на две основные группы: малоэтажные здания, построенные на фундаментах «глубокого заложения» с опиранием подошвы на вечномерзлые грунты или в нижнем слое сезонного промерзания, и малоэтажные здания, построенные на фундаментах «мелкого заложения» с расположением подошвы фундаментов в пределах верхних двух третей слоя сезонного промерзания.

В первый же период обследований было с очевидностью установлено, что, в связи с большим разнообразием мерзлотных, геологических и гидрогеологических условий южных районов Читинской области, где каждый отдельный район и даже каждая отдельная строительная площадка имеют свои особенности, невозможно проанализировать все имеющиеся случаи деформаций малоэтажных зданий. Поэтому, чтобы как можно полнее изучить причины, вызывающие нарушение устойчивости малоэтажных зданий, проводились детальные исследования в некоторых районах. В качестве таких районов исследований были выбраны станция Чита-1, станция Отпор и поселок Чернышево.

За выбранными объектами были установлены постоянные наблюдения. Такие наблюдения производились посредством периодических визуальных осмотров и нивелировок. Визуальные осмотры с фиксированием характерных деформаций (фотографии, зарисовки) дали возможность установить развитие деформации в процессе эксплуатации зданий. Периодические нивелировки уровней цоколей показали величину и направление вертикальных смещений фундаментов зданий в периоды между нивелировками.

Объектами постоянных наблюдений являются: на станции Чита-1 — шесть каменных двухэтажных восьмиквартирных жилых домов (№№ 1, 2, 3, 4, 5, 6), построенных на бутовых непрерывных фундаментах мелкого заложения в районе Соцгородка (площадки №№ 1, 2); на станции Отпор — шесть каменных двухэтажных восьмиквартирных жилых домов (№№ 47, 48, 49, 50, 51, 52), расположенных на площадке «А», и шесть каменных одноэтажных четырехквартирных жилых домов (№№ 10, 11, 12, 13, 14, 15), построенных на площадке «Б». Все дома на площадках «А» и «Б» построены на бутовых непрерывных фундаментах мелкого заложения. В поселке Чернышево проводились, в основном, только визуальные наблюдения; здесь объектами наблюдений являются здание клуба, три каменных двухэтажных восьмиквартирных жилых дома, три каменных

одноэтажных двухквартирных жилых дома. Все здания построены на непрерывных бутовых фундаментах мелкого заложения. Помимо указанных объектов, где осуществлялись постоянные наблюдения, в районе ст. Чита-1 проводились обследования малоэтажных зданий, построенных на фундаментах глубокого заложения, а в районах ст. Отпор и пос. Чернышево — другие жилые дома, построенные на фундаментах мелкого заложения.

В течение всего периода наблюдений в районах исследований проводилось изучение геологии площадок с определением строительных характеристик грунтов оснований.

Геологические условия объектов исследований можно кратко охарактеризовать следующим образом:

Площадки №№ 1 и 2 (Соцгородок, станция Чита-1) располагаются на пологом склоне возвышенности. Верхние слои грунтов сложены суглинками, мощность которых колеблется от 0,60 м (на площадке № 1) до 2,0 м (на площадке № 2); супеси с прослойками гравелистого песка залегают до глубины 3,0—3,5 м, ниже этого уровня вновь проходит слой суглинков. На площадке № 1 на этой глубине залегает верхняя граница вечной мерзлоты. На площадке № 2 вечная мерзлота имеет слоистый характер: до глубины 5,35 м пройдено два небольших слоя вечной мерзлоты, мощностью соответственно 0,4 и 0,3 м. На этой площадке верхняя граница вечной мерзлоты колеблется значительно: вдали от зданий она находится на глубине 3,5—3,6 м, в то время как у южного фасада дома № 1 не встречена на глубине 4,6 м. В летний период в слое супеси над мерзлыми суглинками образуется верховодка, уровень которой колеблется в зависимости от обилия выпадающих осадков. В сухие периоды года и в зимнее время верховодка исчезает. Глубина сезонного промерзания на открытой площадке составляет 3,2—3,4 м.

Площадки «А» и «Б» (станция Отпор) располагаются на косогоре, с уклоном на запад, равным 0,070. Под верхними суглинками мощностью 1,0—1,5 м залегают плотные жирные глины, которые на площадке «А» на глубине около 2,5—2,8 м подстилаются разборной скалой. Грунтовые воды и вечная мерзлота на площадках отсутствуют.

В пос. Чернышево деятельный слой площадок строительства до глубины 1,2—1,3 м сложен растительными грунтами или мелкопесчаными грунтами с примесью растительного грунта и пылеватых частиц. Ниже верхнего слоя залега-



ют крупнозернистые пески, переходящие в галечники. Вечная мерзлота устойчивого типа залегает на глубине 2,5—2,7 м от дневной поверхности грунта. Над верхней границей вечной мерзлоты на площадках имеются надмерзлотные воды, постоянный уровень которых устанавливается на глубине в среднем 1,60 м. При промерзании грунта в зимнее время образуются наледи. Рельеф площадок ровный, с малыми естественными уклонами.

Определение строительных характеристик показало, что грунты площадок являются хорошими естественными основаниями для фундаментов зданий.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные в период 1955—1958 гг. периодические осмотры и систематические нивелировочные наблюдения, а также геологические обследования грунтов площадок позволили установить причины, вызвавшие деформации конструкций малоэтажных зданий, построенных на фундаментах глубокого и мелкого заложения в районах исследований.

#### Малоэтажные здания на фундаментах глубокого заложения (ст. Чита-1)

1. Малоэтажные отапливаемые здания, построенные на фундаментах глубокого заложения в условиях неустойчивой вечной мерзлоты, испытывают неравномерные осадки, вследствие деградации вечномерзлой толщи. В случае наличия в верхних слоях пучинистых грунтов, здания испытывают еще и действие неравномерного пучения при промерзании грунтов. Конструкции таких зданий подвергаются деформациям, которые вызывают иногда полное разрушение зданий.

2. Неотапливаемые малоэтажные здания, построенные на фундаментах глубокого заложения в условиях неустойчивой вечной мерзлоты и пучинистых грунтов, испытывают действие неравномерного пучения, смерзающегося с фундаментом грунта.

#### Малоэтажные жилые дома на фундаментах мелкого заложения

а) площадки №№ 1 и 2 (ст. Чита-1, Соцгородок)

1. На устойчивость малоэтажных зданий, построенных

на фундаментах мелкого заложения в условиях деградирующей вечной мерзлоты, оказывают влияние два основных фактора: осадка, вследствие деградации вечномерзлой толщи, и пучение фундаментов зданий при промерзании грунтов деятельного слоя.

2. При наличии вечномерзлой толщи на глубинах до 4 м, результирующей годичного цикла смещений фундаментов является осадка, величину которой для грунтовых условий района Соцгородка станции Чита-1 предлагается исчислять по формуле:

$$S = 4,8 T^{E_0,392}$$

где:

S — осадка в сантиметрах,

4,8 — коэффициент, учитывающий мерзлотно-грунтовые условия площади,

T — время, в течение которого происходит осадка (выражено в месяцах).

3. В период сезонного промерзания грунтов фундаменты зданий испытывают два противоположных по направлению перемещения: осадку, вследствие деградации вечномерзлой толщи, и пучение. Результирующее смещение фундаментов происходит в направлении перемещения; имеющего большую величину скорости.

4. Пучение фундаментов при промерзании грунтов деятельного слоя происходит неравномерно по периметру домов, так как величина и скорость его зависят от влажности грунта в отдельных точках у фундамента.

5. В результате действия неравномерного пучения, фундаменты домов в условиях деградирующей вечной мерзлоты (при наличии на площадках строительства вечномерзлой толщи на глубине до 4 м) испытывают неравномерные осадки, а при более глубоком залегании верхней границы, а также при слоистом характере вечной мерзлоты — неравномерное пучение; в том и другом случаях, вследствие этого, нарушается целостность конструкций домов (фундаментов и стен).

6. Наибольшие скорости пучения, неравномерные по величине, фундаменты испытывают в начальный период промерзания грунтов, т. е. при действии на поверхности фундаментов касательных сил пучения грунта.

7. После промерзания грунта на одну треть сезонного слоя пучение фундаментов имеет малые и более равномер-



ные скорости и, вследствие этого, не создает опасности для целостности конструкций домов.

б) площадки «А» и «Б» (ст. Отпор)

1. Причиной, вызывающей нарушение устойчивости малоэтажных зданий, построенных на фундаментах мелкого заложения в условиях глубокого сезонного промерзания грунтов, при отсутствии грунтовых вод на площадках строительства, является неравномерное вертикальное смещение фундаментов, вследствие пучения грунтов при промерзании.

2. Неравномерные осадки фундаментов, происходящие в период весеннего оттаивания грунтов и являющиеся следствием неравномерного пучения, увеличивают повреждения конструкций зданий, возникших в период пучения грунтов.

3. Абсолютная величина пучения и ее скорость растут с уменьшением нагрузки, от веса вышележащих конструкций, на фундаменты домов. При уменьшении нагрузки в 2 раза на один погонный метр непрерывного бутового фундамента абсолютная величина пучения возрастает в среднем в 3,5 раза.

4. На рост абсолютной величины пучения оказывает влияние количество атмосферных осадков, выпавших в виде дождя, в период, предшествующий началу сезонного промерзания грунтов.

5. Наибольшие скорости пучения и осадок фундаментов развиваются в начальные периоды, соответственно промерзания и оттаивания грунтов. В эти короткие периоды (1—1,5 мес.) происходят наиболее сильные деформации, нарушающие устойчивость конструкций зданий. При дальнейшем промерзании глинистых грунтов на площадках, где грунтовые воды отсутствуют, не наблюдается значительных величин пучения фундаментов, могущих вызывать разрушение конструкций зданий.

в) поселок Чернышево

1. В геологических и мерзлотных условиях поселка Чернышево не отмечено влияния деградации вечномерзлой толщи на устойчивость малоэтажных зданий, построенных на фундаментах мелкого заложения.

2. Деформации зданий — результат неравномерного пучения фундаментов при промерзании верхних пучинистых грунтов деятельного слоя.

3. Величина пучения растет с уменьшением нагрузки на фундаменты от веса вышележащих конструкций.

Кроме того, анализ данных исследований на всех площадках приводит к выводу, что величина неравномерности вертикальных смещений фундаментов (определяется как частное от деления разности между смещениями двух смежных марок одного дома на расстояние между марками), являясь первопричиной нарушения устойчивости зданий, служит мерой степени повреждения конструкций зданий: при величине неравномерности 0,0010—0,0015 в кладке стен появляются заметные волосяные трещины, при больших величинах неравномерностей появляются трещины, вызывающие более существенные разрушения стен. При пяти-шестикратных повторениях неравномерностей смещений фундаментов, имеющих величины 0,0020 и более, конструкции зданий приходят в аварийное состояние.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Из результатов исследований устойчивости малоэтажных жилых домов, построенных на фундаментах мелкого заложения, следует два основных вывода:

1. Основной причиной деформаций зданий как в районах, где имеется вечная мерзлота, так и там, где она отсутствует, является пучение грунтов слоя сезонного промерзания.

2. Наибольшие величины, а также наибольшая неравномерность пучения возникают в начальный период сезонного промерзания верхней трети деятельного слоя (или слоя сезонного промерзания). Дальнейшее промерзание грунтов не может вызвать деформаций зданий. Следовательно, устранив смерзание боковых поверхностей фундаментов мелкого заложения с пучащимся грунтом, можно предупредить возникновение деформаций в конструкциях малоэтажных зданий.

В качестве мероприятий, устраняющих неравномерное пучение фундаментов мелкого заложения, рекомендуется:

а) глубину заложения фундаментов принимать более трети слоя сезонного промерзания (одна треть слоя сезонного промерзания плюс 0,5 м);

б) для устранения смерзания грунтов с фундаментами применять дренируемые прослойки между пучащимся грунтом и боковыми поверхностями фундаментов.

В предлагаемой конструкции фундамента мелкого заложения, посредством создания дренируемых прослоек из пе-



ска у боковых поверхностей и под подошвой фундаментов, устраняется смерзание фундаментов с окружающим пучащимся грунтом. Толщина прослоек песка у боковых поверхностей и под подошвой фундаментов принимается равной 20 см.

Песчаные прослойки в период талого состояния грунта будут активно воздействовать на окружающий грунт, отбирая из него излишек влаги. Грунт, освобожденный от излишков влаги, будет иметь меньшую величину пучения. Сами же прослойки будут иметь минимальную влажность (не превышающую максимальную молекулярную влагоемкость), так как вся поступающая в них влага будет удаляться. Песок, промерзая при минимальной влажности, не будет смерзаться с фундаментом, а, следовательно, оградит фундамент от пучащегося грунта. Таким образом, дренируемые прослойки будут выполнять двойную функцию: изолировать фундаменты от смерзания с окружающим грунтом, одновременно уменьшая абсолютную величину пучения грунта, а сыпучая прослойка под фундаментом сгладит неравномерные осадки грунта, вызванные деградацией вечномерзлой толщи. Помимо этого прослойки предотвратят возможность разрыва кладки фундаментов морозобойными трещинами.

Важным элементом фундаментов мелкого заложения на дренируемых прослойках являются конструкции, обеспечивающие удаление воды из прослоек. Такие конструкции разработаны применительно к местным условиям каждого из районов исследований и являются для данных условий оптимальными.

Для площадок №№ 1 и 2 (ст. Чита-1, Соцгородок), где ниже покровных суглинков залегают грунты, способные вместить в себя воду, в качестве конструкций, обеспечивающих удаление воды из прослоек, предлагаются буровые скважины, заполненные тем же песком, что и дренируемые прослойки. Скважины диаметром около 168 мм пробуриваются в дне траншей для фундаментов механическим или ручным буровым инструментом до мерзлых суглинков. В диссертации приводятся расчет необходимого количества скважин и подбор состава песка прослоек.

В таблице 1 приводится экономическое сравнение фундаментов на дренируемых прослойках с дренирующими скважинами с другими типами фундаментов в ценах, введенных с 1 июля 1955 г. Сравнение дается для одного погонного метра непрерывных фундаментов, с глубиной 1,5 м — для фун-

Таблица 1

Наименование работ	Ед. изм.	Фундаменты мелкого заложения				бутовый		бутовый с железобетонными поясами		бутовый с дренирующими прослойками	
		кол-во работ	стоим. в руб.	кол-во работ	стоим. в руб.	кол-во работ	стоим. в руб.	кол-во работ	стоим. в руб.		
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Рытье траншей	м <sup>2</sup>	4,20	126,8	1,80	36,7	1,80	36,7	1,80	36,7	36,7	
Кладка бутовых ленточных фундаментов	м <sup>3</sup>	2,80	430,5	1,20	184,5	0,80	123,0	1,04	160,0	160,0	
Устройство песчаного основания под фундаменты	м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	0,16	4,2	4,2	
Стоимость песка	м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	0,60	9,6	9,6	
Бурение скважин	п.м.	—	—	—	—	—	—	6,00	17,0	17,0	
Заполнение скважин песком	м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	0,04	1,1	1,1	
Устройство железобетонных поясов	м <sup>3</sup>	—	—	—	—	0,55	189,3	—	—	—	
Итого			557,3		221,2		349,0			228,6	



даментов мелкого заложения и 3,5 м — для фундамента глубокого заложения.

Для площадок «А» и «Б» (ст. Отпор), где верхние суглинки подстилаются водонепроницаемыми глинами, удаление воды из дренируемых прослоек предлагается осуществлять с помощью отводящих асбоцементных труб диаметром 100 мм, соединяющих дренируемые прослойки фундаментов домов с водоприемником. В качестве водоприемника для условий площадки «А» предлагается использовать поглощающий колодец, выходящий своим дном в слой разборной скалы. К такому колодцу присоединяются отводящие трубы от каждого из домов, располагающихся в одном квартале. Для площадки «Б» условия рельефа позволяют вывести отводящую трубу в открытую канаву на поверхности грунта. Протяженность такой отводящей сети составит для каждого дома 15—20 м.

В таблице 2 приводится экономическое сравнение фундамента на дренируемых прослойках (вариант с отводом воды на поверхность грунта) с другими типами фундаментов. При сравнении стоимостей фундаментов в таблице 2 приняты те же параметры, что и в таблице 1.

Для поселка Чернышево, где верхние пучинистые грунты на глубине 1,20—1,30 м подстилаются крупнозернистыми песками, песчаные прослойки у боковых поверхностей фундаментов следует соединять с крупнозернистыми песками по всему периметру фундаментов. На эти же пески следует опирать и подошву фундаментов.

Предлагаемые фундаменты мелкого заложения на дренируемых прослойках (вариант с дренирующими скважинами) были подвергнуты экспериментальной проверке. С этой целью в августе 1957 года было осуществлено строительство опытных фундаментов на площадке № 2 (ст. Чита-1, Соцгородок). Нивелировочные наблюдения за вертикальными смещениями опытных фундаментов в зиму 1957-58 г. подтвердили правильность идеи, положенной в основу конструкции фундаментов мелкого заложения на дренируемых прослойках.

Следует отметить, что во всех районах исследований отсутствует канализационная сеть. При проектировании малоэтажных зданий в поселках, где одновременно сооружается и канализационная сеть, вопрос удаления воды из дренируе-

Таблица 2

Наименование работ	Единиц. изм.	Фундаменты мелкого заложения								
		Бутовый фундамент глубокого заложения		Бутовый		Бутовый с железобетонными поясами		Бутовый с дренируемыми прослойками		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Рытье траншей	м³	4,20	126,8	1,80	36,7	1,80	36,7	2,12	41,3
2	Кладка бутовых непрерывных фундаментов	м³	2,80	430,5	1,20	184,5	0,80	123,0	1,04	160,0
3	Устройство песчаного основания	м³	—	—	—	—	—	—	0,28	7,4
4	Стоимость песка	м³	—	—	—	—	—	—	0,60	9,6
5	Укладка асбоцементных труб	п.м.	—	—	—	—	—	—	0,20	1,8
6	Устройство железобетонных поясов	м³	—	—	—	—	—	189,3	—	—
7	Обратная засыпка грунта в траншеи	м³	—	—	—	—	—	—	0,16	0,6
	Итого . . .			557,3		221,2		349,0		220,7



мых прослоек фундаментов значительно упрощается. В этом случае следует проектировать фундаменты мелкого заложения со спуском воды из прослоек в канализацию.

## 5. ВЫВОДЫ

1. Фундаменты глубокого заложения в условиях деградирующей вечной мерзлоты не могут обеспечивать устойчивость малоэтажных жилых домов.

2. Деформации малоэтажных жилых домов, построенных на фундаментах мелкого заложения в районе распространения вечной мерзлоты неустойчивого типа (ст. Чита-1, Соцгородок):

а) при глубине залегания верхней границы вечной мерзлоты 3—4 м от дневной поверхности грунта, являются следствием осадок фундаментов при деградации вечномерзлой толщи, неравномерность которых обуславливается смерзанием с фундаментами неравномерно пучащихся грунтов деятельного слоя;

б) при слоистом характере и глубине залегания верхней границы вечной мерзлоты около 4 м от дневной поверхности грунта, являются следствием неравномерного пучения грунтов деятельного слоя.

3. Деформации малоэтажных жилых домов, построенных на фундаментах мелкого заложения в районе с устойчивым характером вечной мерзлоты и глубиной залегания ее верхней границы 2,5—2,7 м (поселок Чернышево), являются следствием неравномерного пучения фундаментов при промерзании грунтов деятельного слоя и неравномерных осадок фундаментов при оттаивании грунтов.

4. Деформации малоэтажных жилых домов, построенных на фундаментах мелкого заложения в условиях глубокого сезонного промерзания грунтов при отсутствии вечной мерзлоты (ст. Отпор), являются следствием неравномерного выпучивания и неравномерных осадок фундаментов при промерзании и оттаивании грунтов слоя сезонного промерзания.

5. Фактором, способствующим более интенсивному развитию деформаций в конструкциях малоэтажных зданий, построенных на фундаментах мелкого заложения во всех обследованных районах, являются морозобойные трещины, повреждающие кладку фундаментов.

6. В условиях неустойчивой вечной мерзлоты, при глубине залегания ее верхней границы 3—4 м (ст. Чита-1, Соц-

городок), результирующими годовых циклов смещений фундаментов мелкого заложения являются осадки, величины которых предлагается определять по формуле:

$$S = 4,8 T^{0,392}$$

7. Наиболее сильное и неравномерное пучение фундаментов мелкого заложения малоэтажных жилых домов, построенных в обследуемых районах, происходит в начальный период промерзания грунтов слоя сезонного промерзания от действия касательных сил пучения, развивающихся по боковым поверхностям фундаментов.

8. Наиболее сильные и неравномерные осадки выпученных зимой фундаментов мелкого заложения малоэтажных домов в условиях глубокого сезонного промерзания (ст. Отпор) происходят в начальный период оттаивания грунтов слоя сезонного промерзания (полмесяца, месяц).

9. Абсолютная величина пучения фундаментов мелкого заложения, при прочих равных условиях, растет с уменьшением нагрузки на фундаменты от веса вышележащих конструкций. Для условий глубокого сезонного промерзания грунтов (ст. Отпор), при уменьшении нагрузки в 2 раза на один погонный метр непрерывного бутового фундамента, абсолютная величина пучения фундаментов возрастает в среднем в 3,5 раза.

10. Величины пучения, которые испытывают фундаменты мелкого заложения в районах глубокого сезонного промерзания грунтов при отсутствии грунтовых вод (ст. Отпор) в тот или иной год, зависят от количества осадков, выпавших в виде дождя в период, предшествующий началу сезонного промерзания грунтов.

11. Мерой степени повреждений конструкций зданий служит величина неравномерности вертикальных смещений различных частей фундаментов. При величине неравномерности смещений фундаментов 0,0010—0,0015 — в кладке стен домов появляются заметные трещины. При пяти-шестикратных повторениях неравномерностей смещений фундаментов, имеющих величины 0,0020 и более, конструкции малоэтажных зданий приходят в аварийное состояние.

12. Рекомендации Н и ТУ 127-55, разрешающие для глинистых грунтов, при отсутствии грунтовых вод и естественной влажности грунтов до 50% числа пластичности, применение фундаментов мелкого заложения без устройства специальных противопучинных мероприятий, практикой



строительства в условиях глубокого сезонного промерзания грунтов (ст. Отпор) не подтверждаются.

13. Устойчивое строительство малоэтажных жилых домов на фундаментах мелкого заложения в обследованных районах Читинской области (ст. Чита-1, ст. Отпор, поселок Чернышево) может быть обеспечено посредством применения фундаментов с дренируемыми прослойками при условии заглубления подошвы фундаментов на глубину, превышающую верхнюю треть слоя сезонного промерзания (одна треть глубины слоя сезонного промерзания плюс 0,50 м).

14. Данные наблюдений, проведенных в зиму 1957-58 г. за вертикальными смещениями опытных фундаментов, подтвердили правильность идеи, положенной в основу конструкций фундаментов мелкого заложения с дренируемыми прослойками.

15. Экономическая выгодность применения фундаментов мелкого заложения с дренируемыми прослойками для обследованных районов Читинской области доказана сравнением их стоимостей со стоимостями всех других типов фундаментов, применяемых в настоящее время.

16. Целью дальнейших исследований, связанных с изучением устойчивости малоэтажных жилых домов на фундаментах мелкого заложения в условиях Читинской области, является:

а) довести до практического использования предложенные конструкции фундаментов с обязательной установкой регулярных нивелировочных наблюдений и периодических осмотров домов, построенных на фундаментах рекомендуемых конструкций;

б) на основе данных практики и дальнейших наблюдений за опытными фундаментами провести совершенствование конструкций фундаментов мелкого заложения.

#### Список опубликованных работ

1. Статья. Деформации зданий и возможность их предупреждения в условиях Забайкальской железной дороги. Сб. трудов Хабаровского ин-та инженеров ж. д. тр-та № 11. Благовещенск, 1957 г.

2. Статья. Фундаменты мелкого заложения на дренируемых прослойках для строительства в условиях вечной мерзлоты. Сб. трудов Хабаровского ин-та инженеров ж. д. тр-та № 11. Благовещенск, 1957 г.

3. Доклад. Деформации зданий в условиях вечной мерзлоты. Тезисы докладов XIV научно-технической конференции кафедр Хабаровского ин-та инженеров ж. д. тр-та с участием представителей железных дорог, строительства и предприятий Дальнего Востока. 1955 г.

4. Доклад. Деформации зданий и обеспечение их устойчивости в

условиях Забайкальской железной дороги. Тезисы докладов XVI научно-технической конференции кафедр Хабаровского института инженеров ж. д. тр-та с участием представителей железных дорог, строительства и предприятий Дальнего Востока. 1957 г.