

Глава 1. Аналитический обзор литературы по теме «Фундаментостроение в особых грунтовых условиях и сейсмических зонах»

Целью данного обзора является выяснение используемых принципов и методов строительства в особых грунтовых условиях и их обоснование.

Особые грунтовые условия – это просадочные, пучинистые, вечномёрзлые, засоленные, набухающие, слабые, насыпные, сильносжимаемые и т. п. грунты, которые занимают 85 % территории России. Поэтому особенно важно знать наиболее надежные и экономичные способы строительства в этих условиях.

Начнем с анализа новейшей научной литературы, а затем сопоставим ее с учебной и нормативной.

По вопросу строительства фундаментов в особых грунтовых условиях были рассмотрены статьи в журналах «Основания, фундаменты и механика грунтов» за 1997-2002 г., «Промышленное и гражданское строительство» за 1998-2002 г., «Строительство» за 2000-2002г., научная и учебная литература за 1980-2002 г., (см. список литературы).

Результаты литературного обзора показали, что эти проблемы совершенно недостаточно разработаны и весьма слабо освещаются, в том числе и в нормативной литературе. Предлагаемые методы главным образом направлены либо на укрепление грунта, либо на использование свайных фундаментов. В связи с этим в КрасГАСА предложена новая технология строительства в особых условиях, основанная на применении пространственных фундаментных платформ и замкнутых зданий из унифицированных пространственных строительных элементов.

1.1. Обзор журнальной, учебной и нормативной литературы

В журналах «Основания, фундаменты и механика грунтов» есть статьи по:

- устранению и предотвращению аварий, происходящих от замачивания, морозного пучения [6], [8], [12];
- укреплению грунтов – многоярусные подвалы, трамбовка основания [1], [7], [8], [12];
- использованию для особых условий различных свайных фундаментов и улучшению технологии их возведения [14];
- экономическим оценкам технологии уплотнения грунта, однако не исходя из экономичности здания в целом [1];
- использованию фундаментов обычного типа, причем в сложных грунтовых условиях предлагается либо усиление грунта, либо использование свай, т. е. предлагаются традиционные решения [1], [7], [8], [12], [14].

В этих работах, к сожалению, нет ответа на вопрос: только ли путем укрепления грунта можно решить эту проблему? Обязательно ли надо укреплять грунт? Почему нельзя оставить его в естественном состоянии, а фундамент сделать такой формы и таких размеров, чтобы грунт смог воспринять усилия от него? Данный подход не противоречит использованию свай. Но являются ли сваи единственным техническим устройством, которое может реализовать эту идею? Возможно, эту проблему можно решить, рассматривая совместно работу основания и новых форм фундамента и верхнего строения. В журналах же все конструкции, как правило, рассматриваются отдельно. Нужно исходить из экономичности и надежности всего сооружения в целом, но такого подхода в этих статьях нет.

В журналах «Промышленное и гражданское строительство» за 1996-2003 годы теме строительства в особых грунтовых условиях посвящены всего по несколько статей за каждый год. В одних из них рассказывается об

устройстве подсыпки под здание, в других – об улучшении конструкции свай, т. е. используются традиционные подходы.

В номерах журнала за 1996-1997 годы много внимания уделено строительству в сейсмических районах (очевидно, это связано с землетрясением в Нефтегорске в 1995 году). В этих статьях говорится о недостатках норм проектирования и расчета, предлагаются новые варианты (расчет методом бегущей волны, конструктивные мероприятия). Анализируются причины разрушения «сейсмостойких» зданий во время недавних землетрясений и предлагаются меры для их устранения: усиление связей между панелями – в панельных зданиях, усиление узлов – в каркасных зданиях, усиление связей в стенах, дисках перекрытий – в зданиях из мелкоштучных материалов. Для районов 8-9-бальной сейсмичности предлагается строить здания со сборными или монолитными железобетонными стенами на плитном фундаменте. В статье [29] о строительстве в сейсмоопасных районах, предлагается принцип многосвязного здания.

В журнале [32] есть статья из НИИОСПа им. Герсеванова, посвященная расчету плитного фундамента, по-видимому монолитного, на основе программы PLASTD. Этот расчет может вестись и с учетом жесткости верхнего строения – в этом случае расчет демонстрирует существенное выравнивание деформаций и усилий, позволяя обосновано запроектировать надежный и наиболее экономичный фундамент. Например, для панельного «карточного домика» расчет выдает основательную плиту с достаточной собственной жесткостью, а для монолитной «жесткой коробки» – плиту с минимальной толщиной и армированием. Необходимость усиления естественного основания возникает только в случае залегания под подошвой плиты очень слабых грунтов (слаболитифицированные илы и пр.). В случае проходки этих грунтов сваями их требуемый шаг в плитно-свайном варианте существенно меньше, чем в обычных высоких и жестких свайных ростверках. К сожалению, подробности (нагрузки, параметры плиты) не приводятся. Также в статье отмечается, что проектирование фундаментных плит в НИИОСПе

проводилось более 70 лет (Н.М. Герсеванов, О.Я. Шехтер, М.И. Горбунов-Посадов, Т.А. Маликова и др.) и что стоимость «в деле» фундаментной плиты в 2-3 раза меньше, чем свайного фундамента. Заметим, что применение плитных фундаментов (в том числе сборных фундаментных платформ), выходящих за пределы площади здания, при этом не рассматривается и не обосновывается.

В журналах «Строительство» за 2000-2002 годы также немного места занимают статьи, посвященные строительству в особых условиях. Предлагаются традиционные меры – укрепление грунта [34], [35]. Есть интересная статья о фундаментах-оболочках [33], которые позволяют существенно снизить расход железобетона и улучшить свойства оснований. Но они достаточно сложной формы. Совместная работа их с верхним строением не рассматривается.

Что понимается под сложными грунтовыми условиями **в учебниках**? Это структурно-неустойчивые грунты: набухающие, просадочные, насыпные, засоленные, вечномёрзлые, лессовые, слабые пылевато-глинистые, водонасыщенные, заторфованные, подрабатываемые территории.

Меры, предлагаемые для строительства на слабых грунтах:

Заторфованные грунты:

- уширенное основание плитных фундаментов или сплошные плитные фундаменты для уменьшения осадок [44].

Просадочные грунты:

- уплотнение грунтов (различные способы) [44];
- применение свайных фундаментов [44].

Набухающие грунты:

- применение буронабивных свай с уширенной пятой.

Засоленные грунты:

- водозащитные мероприятия [44];
- рассоление грунта замачиванием и растворением соли [44];
- уплотнение грунта [44];
- снятие засоленного слоя (частично или полностью) [44];
- применение свайных фундаментов [44]

Вечномерзлые грунты:

- устройство подсыпки [44];
- применение свайных фундаментов [44].

Водонасыщенные сильносжимаемые грунты:

- предварительное уплотнение оснований с использованием дренажных устройств;
- устройство насыпи;
- на илистых грунтах – использование свай, прорезающих грунт.

Насыпные грунты:

- уплотнение оснований для уменьшения сжимаемости;
- использование свайных фундаментов;
- использование насыпных грунтов в качестве оснований при строительстве временных зданий и сооружений.

В отдельных учебниках [41] во всех этих случаях предлагается только свайное решение.

В учебниках есть разделы по устройству фундаментов в неблагоприятных условиях, но они занимают небольшой объем – примерно 20-30 страниц из 300-400, в то время как в реальной жизни они встречаются в 80 % случаев. Основное содержание учебников посвящено строительству в идеальных условиях: скальные, крупнообломочные, слабосжимаемые грунты. Требуется, чтобы фундаменты обязательно были заглублены в грунт ниже глубины промерзания, но выше уровня грунтовых вод. Это также идеальный случай. Если таких условий нет, надо либо укреплять грунт (различными способами),

либо использовать свайные фундаменты. Эти же меры распространяются на слабые грунты. Все меры традиционные и в основном одинаковые даже для разных случаев, никакие другие меры не обсуждаются. Также не рассматривается вопрос о совместной работе здания, фундамента и основания.

Есть ли другие принципы и подходы? В двух источниках [44], [45] по 2 страницы посвящены монолитным плитным фундаментам. Этот фундамент применяется для уменьшения развития неравномерных осадок, исключить которые не всегда удастся. Сплошные монолитные фундаменты могут быть гладкими, ребристыми, коробчатой конструкции; приведены метод расчета и пример армирования. Но в целом этот вопрос недостаточно разработан: нет экономического обоснования, характеристик жесткостей, не обозначены все условия и возможности применения. Возможность применения сборных плитных фундаментов не обсуждается.

Обязательно ли в особых условиях следовать тем же правилам (нормам), которые действуют в хороших грунтовых условиях?

Высказывается идея устройства плавающих фундаментов [39]. Она заключается в том, что при создании фундамента выбирается столько грунта, сколько затем будет весить все сооружение, т. е. вес сооружения и вынутого грунта равны, и грунт после постройки здания находится как бы в естественном состоянии. Данная идея может быть обобщена и это обобщение описано ниже.

Плитные фундаменты, применявшиеся в 60-80-е г. рассматриваются в книге «Н. В. Никитин. Жизнь и творчество» [36]. Там рассмотрены конструкции монолитных железобетонных плит – коробчатых, ребристых, плоских (безбалочных). Толщина таких плит в среднем не меньше 1,4 метра (см. п. 8.6). В этой же книге рассмотрен и расчет фундаментных плит различными методами.

Обобщение и развитие идеи плавающего фундамента для строительства на слабых и просадочных грунтах. Реализация идеи плавающего фундамента может решаться реально с определенной степенью точности. Можно не добиваться абсолютно точного равенства веса вынутого грунта и сооружаемого здания, то есть, например, сделать так, что разница будет очень незначительна. Слабый грунт также имеет небольшую, но существующую несущую способность. Поэтому можно допускать возможность незначительного увеличения давления на грунт по сравнению с естественным состоянием. Достичь этого можно, например, не выбирая грунт, а сделать фундамент, который окажет давление в пределах допустимой разницы.

Одним из возможных конструктивных вариантов такого фундамента являются поверхностный (без заглубления в грунт) сплошной фундамент и пространственная фундаментная платформа. Сплошной железобетонный фундамент обладает значительным весом, поэтому его можно применять только для строительства небольших легких зданий и сооружений.

Пространственная фундаментная платформа представляет собой верхний и нижний железобетонные пояса и связывающую их пространственную решетку, т. е. она обладает повышенной жесткостью и многосвязностью при сравнительно небольшом весе (давление порядка $0,04\text{кг/см}^2$). Пространственная конструкция платформы воспринимает нагрузку на основание лучшим образом, предотвращает возможные негативные последствия неравномерных осадок основания. При использовании пространственных фундаментных платформ сохраняются достоинства индустриальности изготовления, выгодных условий транспортировки, монтажа и строительства в любое время года без производства значительных земляных работ.

В СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений» [47] приводятся некоторые рекомендации по проектированию и расчету фундаментов в особых грунтовых условиях. Основное внимание уделено проектированию свайных фундаментов и фундаментов стаканного типа:

•«Основания, сложенные просадочными грунтами, должны проектироваться с учетом их особенности, заключающейся в том, что при повышении влажности выше определенного уровня они дают дополнительные деформации, просадки от внешней нагрузки и собственного веса».

Рекомендации по проектированию фундаментов:

«а) устранение просадочных свойств грунтов в пределах всей просадочной толщи;

б) прорезка просадочной толщи глубокими фундаментами, в том числе свайными и массивными из закрепленного грунта».

•«Основания, сложенные набухающими грунтами, должны проектироваться с учетом способности таких грунтов при повышении влажности увеличиваться в объеме – набухать (обратный процесс – усадка)».

Рекомендации по проектированию фундаментов:

«а) применение компенсирующих песчаных подушек;

б) полная или частичная замена слоя набухающего грунта ненабухающим;

в) полная или частичная прорезка фундаментами слоя набухающего грунта».

•Рекомендации по проектированию фундаментов в засоленных грунтах:

«а) частичная или полная срезка засоленных грунтов с устройством подушки из пылевато-глинистых грунтов;

б) прорезка толщи засоленных грунтов глубокими фундаментами;

в) закрепление или уплотнение грунтов;

г) предварительное рассоление грунтов».

Можно сделать вывод о том, что нормативные документы рекомендуют либо прорезать толщу «плохого» грунта сваями, либо укреплять, засыпать или вообще удалять неблагоприятный грунт. В СНиП нет сведений о сплошных или плитных фундаментах, рекомендаций по их применению, но упоминание о них есть в «Пособии по проектированию оснований зданий и сооружений».

СНиП «Основания зданий и сооружений» рекомендует мероприятия по уменьшению деформаций оснований. К ним относятся мероприятия по предохранению грунтов оснований от ухудшения их свойств, например, водозащитные мероприятия (устройство дренажей, противодиффузионных завес и экранов, контроль за возможными утечками воды и др.), защита от химически активных веществ, ограничение источников внешних воздействий, сохранение природной структуры и влажности грунтов в процессе строительства.

Таким образом, для уменьшения деформаций грунт стремятся защитить от внешних воздействий (влага, нагрузки и т. д.) и сохранить его в естественном состоянии.

Также СНиП регламентирует правила расчета глубины заложения фундамента, причем эти условия различны для отапливаемых и неотапливаемых сооружений. Согласно нормам, глубину заложения фундамента необходимо проектировать ниже уровня промерзания. «В районах с отрицательной среднегодовой температурой расчетная глубина промерзания грунта для неотапливаемых сооружений должна определяться теплотехническим расчетом в соответствии с требованиями СНиП по проектированию оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах». Исходя из этого, необходимо предусматривать способы теплоизоляции грунта. В СНиПе нет указаний относительно фундаментов, которые вообще не заглубляются в грунт (поверхностные фундаменты). Плитные фундаменты с консолями упомянуты как вариант для строительства на подрабатываемых территориях.

СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» [48] предлагает использовать обычные фундаменты, но при расчетах учитывать дополнительные сейсмические воздействия. Основной упор при расчете на сейсмические нагрузки СНиП делает на конструкции верхнего строения. Также этот СНиП не рассматривает наземное (без заглубления в грунт) устройство фундамента с применением скользящего слоя между основанием и

фундаментом, хотя устройство такого фундамента может быть одной из радикальных мер по снижению горизонтальных сейсмических воздействий.

Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83) [49]. В пособии рассматриваются, в основном, только вопросы, связанные с проектированием оснований. В тексте описаны и рекомендуемые конструкции фундаментов и даже их расчет и иногда конструкции верхнего строения, хотя основное содержание посвящено все же основаниям.

Строительству в особых грунтовых условиях посвящена треть страниц. Рассматриваются просадочные, набухающие, водонасыщенные биогенные грунты и илы, элювиальные, засоленные, насыпные грунты, подрабатываемые территории и сейсмические районы.

На просадочных грунтах предлагается:

1. Устранение просадочных свойств грунтов в пределах всей просадочной толщи.
2. Прорезка просадочной толщи глубокими фундаментами, в том числе свайными и массивами из закрепленного грунта.
3. Комплекс мероприятий, включающий частичное устранение просадочных свойств грунтов, водозащитные и конструктивные мероприятия.

Устранение просадочных свойств грунтов достигается:

- В пределах верхней зоны просадки или ее части – уплотнением тяжелыми трамбовками, устройством грунтовых подушек, вытрамбовыванием котлованов, в том числе с устройством уширения из жесткого материала, химическим или термическим закреплением.
- В пределах всей просадочной толщи – глубинным уплотнением грунтовыми сваями, предварительным замачиванием грунтов основания, в том числе с глубинными взрывами, химическим или термическим закреплением.

Есть еще способ устранения просадок грунтов путем снижения давления по подошве фундаментов до величины начального просадочного давления

R_{sl} – это может быть достигнуто за счет увеличения площади подошвы фундамента.

Отметим, что применение сплошных фундаментных плит и пространственных платформ под все здание [50-55] и более реализует этот способ устранения просадки, так как существенно уменьшает давление по подошве, а кроме того, является водозащитной мерой.

Для просадочных грунтов II типа по просадочности для снижения вероятности замачивания грунтов в основании, исключения замачивания грунтов на всю величину просадочной толщи и полного проявления возможной величины просадки грунта предлагаются водозащитные мероприятия:

- компоновка генплана;
- планировка застраиваемой территории;
- устройство под зданиями и сооружениями маловодопроницаемых экранов;
- качественная засыпка пазух, котлованов и траншей;
- устройство вокруг зданий отмосток;
- прокладка внешних и внутренних коммуникаций, несущих воду (утечка воды из коммуникаций недопустима) с обеспечением свободного их осмотра и ремонта;
- отвод аварийных вод за пределы зданий, в ливнесточную сеть и т. д.
- конструктивные мероприятия, в том числе увеличение площади опирания и жесткости здания, чему вполне соответствуют конструктивные решения предложенных пространственных платформ и применение замкнутых зданий.

Набухающие грунты

При расчетных деформациях основания, сложенного набухающими грунтами, больше предельных или недостаточной несущей способности основания, должны предусматриваться следующие мероприятия:

- водозащитные мероприятия;

- предварительное замачивание основания в пределах всей или части толщи набухающих грунтов;
- применение компенсирующих песчаных подушек;
- полная или частичная замена слоя набухающего грунта ненабухающим;
- полная или частичная прорезка фундаментами слоя набухающего грунта;
- конструктивные мероприятия (увеличение жесткости и прочности путем разбивки здания на отдельные отсеки осадочными швами, введения железобетонных непрерывных поясов толщиной не менее 15 см, устраиваемых по высоте в нескольких уровнях).

Водонасыщенные биогенные грунты и илы

При расчетных деформациях основания, сложенного биогенными грунтами и илами, больше предельных или недостаточной несущей способности основания, должны предусматриваться следующие мероприятия:

- полная или частичная прорезка слоев биогенных грунтов и илов глубокими фундаментами;
- полная или частичная замена биогенного грунта или ила песком, гравием, щебнем и т. д.;
- уплотнение грунтов временной или постоянной пригрузкой основания сооружения или всей площади строительства насыпным (намывным) грунтом или другим материалом (с устройством фильтрующего слоя или дрена при необходимости ускорения процесса консолидации основания);
- закрепление илов буромесительным способом.

В зависимости от типа основания, степени заторфованности, глубины залегания и толщины биогенных грунтов и илов, а также конструктивных особенностей проектируемого здания и предъявляемых к нему эксплуатационных требований рекомендуются следующие варианты специальных мероприятий:

- Уплотнение основания временной или постоянной нагрузкой, в том числе с устройством дренажа;
- Прорезка полная или частичная слоя биогенных грунтов фундаментами, в том числе свайными;
- Выторфовка линз или слоев биогенного грунта с заменой его минеральным грунтом;
- Устройство фундаментов (столбчатых, ленточных и т.п.) на песчаной, гравийной и щебеночной подушке или на предварительно уплотненной подсыпке из местного материала;
- Устройство зданий (сооружений) на плитных фундаментах, перекрестных монолитных или сборно-монолитных лентах и т.п. с конструктивными мероприятиями по повышению пространственной жесткости здания. Отметим, что предложенная фундаментная платформа и здания замкнутого типа [50-55] являются эффективным развитием данной рекомендации.

В отдельных случаях основание, содержащее биогенные грунты, может быть использовано с применением конструктивных мероприятий (соблюдение определенной скорости передачи нагрузки, введение поясов жесткости, разбивка здания на отдельные секции и т.д.).

Элювиальные грунты

При расчетных деформациях основания, сложенного элювиальными грунтами, больше предельных или недостаточной несущей способности основания, должны предусматриваться следующие мероприятия:

- устройство уплотненных грунтовых распределительных подушек из песка, гравия, щебня или крупнообломочных грунтов с обломками исходных горных пород, в частности, при неровной поверхности скальных грунтов;
- удаление из верхней зоны основания включений скальных грунтов, полную или частичную замену рыхлого заполнителя «карманов» и «гнезд» выветривания в скальных грунтах щебнем, гравием или песком с уплотнением.

В случае недостаточности этих мероприятий следует предусматривать применение свайных фундаментов, способа выравнивания осадок основания или конструктивных мероприятий. Отметим, что предложенная фундаментная платформа [50-55] удовлетворяет данным рекомендациям.

Засоленные грунты

При расчетных деформациях основания, сложенного засоленными грунтами, больше предельных или недостаточной несущей способности основания, должны предусматриваться водозащитные мероприятия и, в случае необходимости, следующие мероприятия:

- конструктивные мероприятия;
- частичная или полная срезка засоленных грунтов с устройством подушки из глинистых грунтов;
- прорезка толщи засоленных грунтов глубокими фундаментами;
- закрепление или уплотнение грунтов;
- предварительное рассоление грунтов;
- прекращение или замедление движения фильтрационного потока (глинистые, силикатные, битумные, цементные водонепроницаемые завесы);
- снижение растворяющей способности грунтовых вод (искусственное насыщение фильтрационного потока солями);
- комплекс мероприятий, включающий водозащитные и конструктивные мероприятия, а также устройство грунтовой подушки.

При толщине слоя засоленных грунтов свыше 4-6 метров рекомендуется устраивать фундаменты из забивных или буронабивных свай. Особое внимание следует уделять антикоррозионным мероприятиям для защиты тела свай от агрессивного воздействия вод и грунтов.

Отметим, что применение поверхностных (незаглубленных) фундаментных платформ [50-55] с водозащитными мероприятиями соответствует данным рекомендациям строительства.

Насыпные грунты

При проектировании оснований зданий и сооружений может предусматриваться:

- использование насыпных грунтов и отходов производств в качестве естественно-сформировавшихся оснований;
- устройство из них искусственных оснований, подушек, насыпей и т. п.;
- применение строительных мероприятий по снижению сжимаемости насыпных грунтов и отходов производств;
- прорезка их глубокими, в том числе свайными фундаментами.

Отметим, что сплошная пространственная фундаментная платформа [50-55], оказывающая небольшое давление на основание и малочувствительная к неравномерным осадкам может применяться на данном грунте.

При расчетных деформациях основания, сложенного насыпными грунтами, больше предельных или недостаточной несущей способности основания, должны предусматриваться следующие мероприятия:

- поверхностное уплотнение оснований тяжелыми трамбовками, вибрационными машинами, катками;
- глубинное уплотнение грунтовыми сваями, гидровиброуплотнение;
- устройство грунтовых подушек (песчаных, щебеночных, гравийных и т. п.);
- прорезка насыпных грунтов глубокими фундаментами;
- конструктивные мероприятия.

Сейсмические районы

Здесь описан только расчет фундамента: конструкции фундамента и здания не рассмотрены.

Некоторые выводы по рассмотренной литературе. Наибольшее количество работ, посвященных строительству в особых грунтовых условиях, содержит журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов». В остальных

журналах эта тема практически не появляется (по 1-2 статьи за год). Чаще всего для строительства в этих условиях предлагается применять свайные фундаменты и укрепление грунта, но иногда встречаются интересные нетрадиционные предложения – фундаменты-оболочки, многосвязное здание (для сейсмических районов). Совместная работа основания, фундамента и верхнего строения и их совместный расчет рассматриваются только в одной статье в журнале «ПГС» [32], там же рассматривается расчет плитного фундамента.

Строительство в сейсмических районах рассматривается, в основном, в журналах «ПГС» за 1996-1997 годы и «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». Предлагаются новые методы расчета на сейсмику и конструктивные мероприятия. Однако проблема остается сложной и мало разработанной.

Учебная литература в вопросе предложений для строительства в сложных грунтовых условиях не сильно отличается от журналов – тот же весьма небольшой объем, те же традиционные меры (свайные фундаменты, укрепление грунта, замена грунта). Есть ограниченная информация о сплошных плитных и плавающих фундаментах [36, 39, 44, 45], но этих материалов явно не достаточно. Ограничиваются лишь указанием о целесообразности совместного расчета фундаментов и верхних строений. Детальных разработок нет.

Нормативная литература предлагает все те же традиционные меры – прорезка «плохого» грунта сваями, удаление этого грунта или его укрепление и защита от вредных воздействий. Сведений о сплошных или плитных фундаментах нет. Не рассматривается принцип схемы расчета «основание – фундамент – верхнее строение», а также взаимодействие этих частей как единой системы. Поэтому не рассматривается вопрос и о замкнутых зданиях.

Для сохранения грунта в естественном состоянии, чтобы его свойства не менялись со временем, нужно сделать, чтобы некоторые факторы воздействия на грунт (механические, химические, физические) после строительства по возможности не превосходили естественно сложившиеся параметры: давление меньше давления, при котором начинается осадка или просадка грунта,

изменение температуры – естественное. Для этого должны быть предприняты меры, которые устраняют причины негативных воздействий. Они являются условиями, при которых можно создавать фундаменты, сохраняющие естественные свойства грунта, в том числе поверхностные фундаменты.

Применение предлагаемых сплошных пространственных фундаментных платформ и многосвязных зданий замкнутого типа, включающих данные платформы [50-55], соответствует рекомендациям Пособия по СНиП 2.02.01-83 по проектированию зданий и сооружений в особых грунтовых условиях (просадочные, набухающие, водонасыщенные, биогенные грунты и илы, элювиальные, засоленные, насыпные грунты, в том числе в сейсмических районах), в частности:

- Увеличение площади подошвы фундамента, обеспечивающее снижение давления по подошве фундамента менее величины начального просадочного давления для просадочных грунтов (площадь подошвы фундаментной платформы не менее площади здания или сооружения в плане).
- Конструктивные мероприятия, повышающие пространственную жесткость фундаментной части совместно с верхним строением, создают замкнутую многосвязную коробчатую конструкцию, малочувствительную к неравномерным осадкам. В традиционных конструкциях для этих целей используется увеличение площади опирания, специальные железобетонные пояса и стыки и др.
- Обеспечивается нормальная эксплуатация здания и сооружения при возможных неравномерных просадках грунтов и их повышенная надежность и живучесть, а также удобство для проведения ремонтных работ.
- Максимально сохраняются в естественном состоянии свойства грунтов благодаря поверхностному (незаглубленному) фундаменту, большей площади опирания, теплозащите основания с помощью встроенного проветриваемого подполья.

- Обязательно выполняется традиционный комплекс водозащитных мероприятий (при компоновке генплана, планировке территории, устройстве отмосток и др.).
- Отпадает необходимость в больших земляных работах, а также в предварительных мерах по усилению грунтов различными способами.
- Создается удобство и возможность осуществлять строительство в любое время года с помощью однотипных унифицированных строительных элементов.

Таким образом, можно сделать следующие общие выводы

Господствуют традиционные подходы к проектированию зданий в особых грунтовых условиях:

1. Использование предельно допустимых свойств грунта основания (с целью повышения экономичности устройства фундамента).
2. Заглубление фундамента в грунт с целью использования лучших свойств основания, тепло- и водозащиты.
3. Имеет место ошибочность критерия оценки экономичности фундамента по частному вкладу в общие затраты на все сооружение в целом.

Традиционная технология строительства в особых грунтовых условиях сводится, главным образом, только к способам укрепления грунта или преодолению его негативных свойств и устройствам фундаментов с минимальными затратами. При этом совместная работа основания, фундамента и всего здания в целом обсуждается недостаточно, и какие-либо принципиальные изменения в верхнее строение и в фундамент для обеспечения эффективной совместной работы не вносятся (например, предлагается антисейсмическое укрепление верхнего строения специальными поясами, введение упругих демпфирующих связей с целью изоляции верхнего строения от заглубленного фундамента и др.).

В этом проявляются противоречия несистемного подхода:

- Не используется положительный эффект обратной связи между верхним строением и фундаментом.

- Используемые типы фундаментов недостаточно предотвращают негативные воздействия слабого основания на верхнее строение (например, в случае горизонтальных сейсмических сил на заглубленную часть фундамента) или имеют повышенную чувствительность фундаментных устройств и всего сооружения в целом к неравномерным осадкам и просадкам грунта основания.

1.2. Принципы и способы строительства в особых грунтовых условиях

Осмысливая просмотренные материалы, можно выделить из них традиционные принципы, которые, к сожалению, не приводят к эффективному решению поставленной проблемы, и нетрадиционные подходы. В качестве обобщения основных принципов и способов строительства в особых грунтовых условиях сформулированы традиционные принципы и способы строительства и предложены нетрадиционные, которые можно отнести к новым предложениям (схемы 1 и 2).

1.2.1. Традиционные принципы:

1. Принцип преобразования передающейся нагрузки от верхнего строения на основание (грунт) (например, висячие сваи – передача через трение).
2. Принцип укрепления грунтов (например, путем уплотнения грунтов).
3. Принцип удаления (замены) слабого грунта или пренебрежение его несущими свойствами (примером могут служить сваи-стойки).
4. Принцип устранения возможных причин, нарушающих естественное состояние грунта (водозащитные мероприятия: устройство дренажей, защитных экранов, водоотводящих каналов, теплозащитные мероприятия и др.)

1.2.2. Нетрадиционные принципы:

1. Принцип сохранения естественного состояния грунта (например, при использовании плавающих фундаментов, легких пространственных фундаментных платформ).

2. Принцип удаления нежелательных связей фундамента с основанием с целью снижения негативных воздействий основания на фундамент. Сюда относятся: устройство скользящего слоя между незаглубленным поверхностным фундаментом и основанием, при котором снижаются горизонтальные сейсмические воздействия; пространственные многосвязные фундаментные платформы, малочувствительные к неравномерным осадкам и просадкам основания; устройство демпфирующих связей и др.

3. Принцип системного конструирования и расчета цельной взаимосвязанной системы «основание – фундамент – верхнее строение» (замкнутые и незамкнутые системы).

В схеме 2 отражено сочетание этих принципов и примеры возможных конструктивных решений (см. далее пункт 1.3.5).

1.3. Предлагаемая новая технология строительства в особых условиях

1.3.1. Пространственная платформа. Пространственная фундаментная платформа [53] представляет собой верхний и нижний железобетонные пояса и связывающую их пространственную решетку, т. е. она обладает повышенной жесткостью и многосвязностью при сравнительно небольшом весе, который во много раз меньше веса обычных железобетонных (сплошных и ребристых) фундаментных плит. Пространственная конструкция платформы воспринимает нагрузку на основание лучшим образом, предотвращает возможные негативные последствия неравномерных осадок основания. При использовании пространственных фундаментных платформ сохраняются достоинства индустриальности изготовления, выгодных условий

транспортировки, монтажа и строительства в любое время года без производства значительных земляных работ.

Такая конструкция позволяет сохранять грунт в естественном состоянии и уменьшать его негативное воздействие на фундаментную часть за счет уменьшения неравномерности осадки основания.

В сейсмических районах между основанием и фундаментом можно использовать скользящий слой из глины для уменьшения горизонтальных сейсмических воздействий; при строительстве на вечномёрзлых грунтах пространство между плитами фундаментной платформы можно использовать как вентилируемое подполье.

1.3.2. Унифицированные пространственные элементы. Предлагается использовать унифицированные пространственные сталежелезобетонные строительные элементы композиционного типа, из которых монтируются полносборные разнообразные здания и сооружения, а также их фундаменты; при этом каждый из используемых материалов поставлен в наиболее выгодные условия работы [52].

Эти элементы эффективны как сами по изготовлению, транспортировке, монтажу, легкости и использованию материалов, так и большепролетные здания и разные сооружения из них. Здания из унифицированных пространственных элементов возможно строить в любое время года.

Все эти элементы однотипны: имеется в виду однотипность конструктивного выполнения с унификацией, т. е. при однотипности конструктивных решений возможна градация некоторых параметров, например, может варьироваться поперечное сечение металлических элементов или толщина плит.

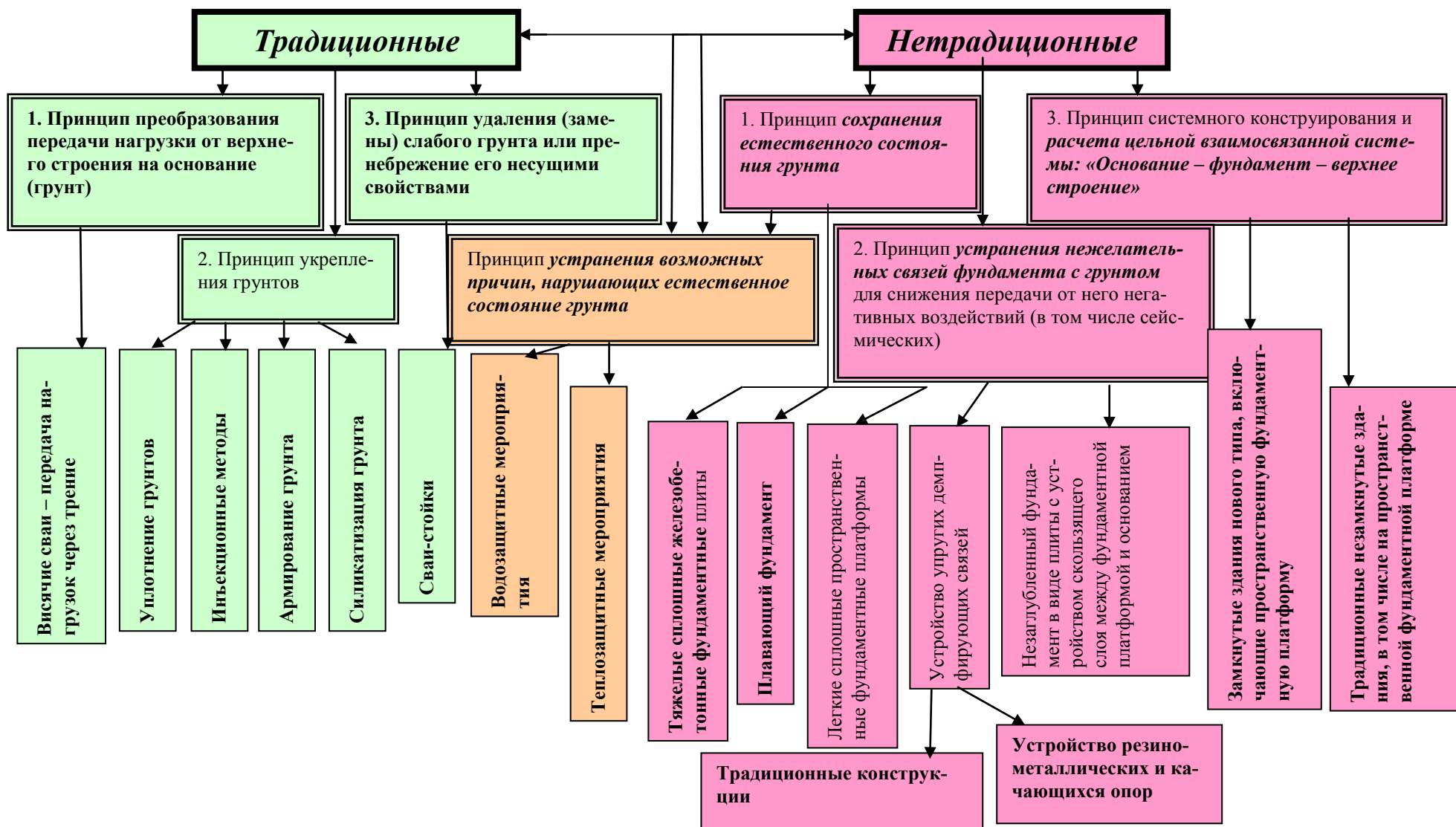


Схема 1. Принципы и способы строительства фундаментов на слабых, просадочных, пучинистых, вечномерзлых и других грунтах

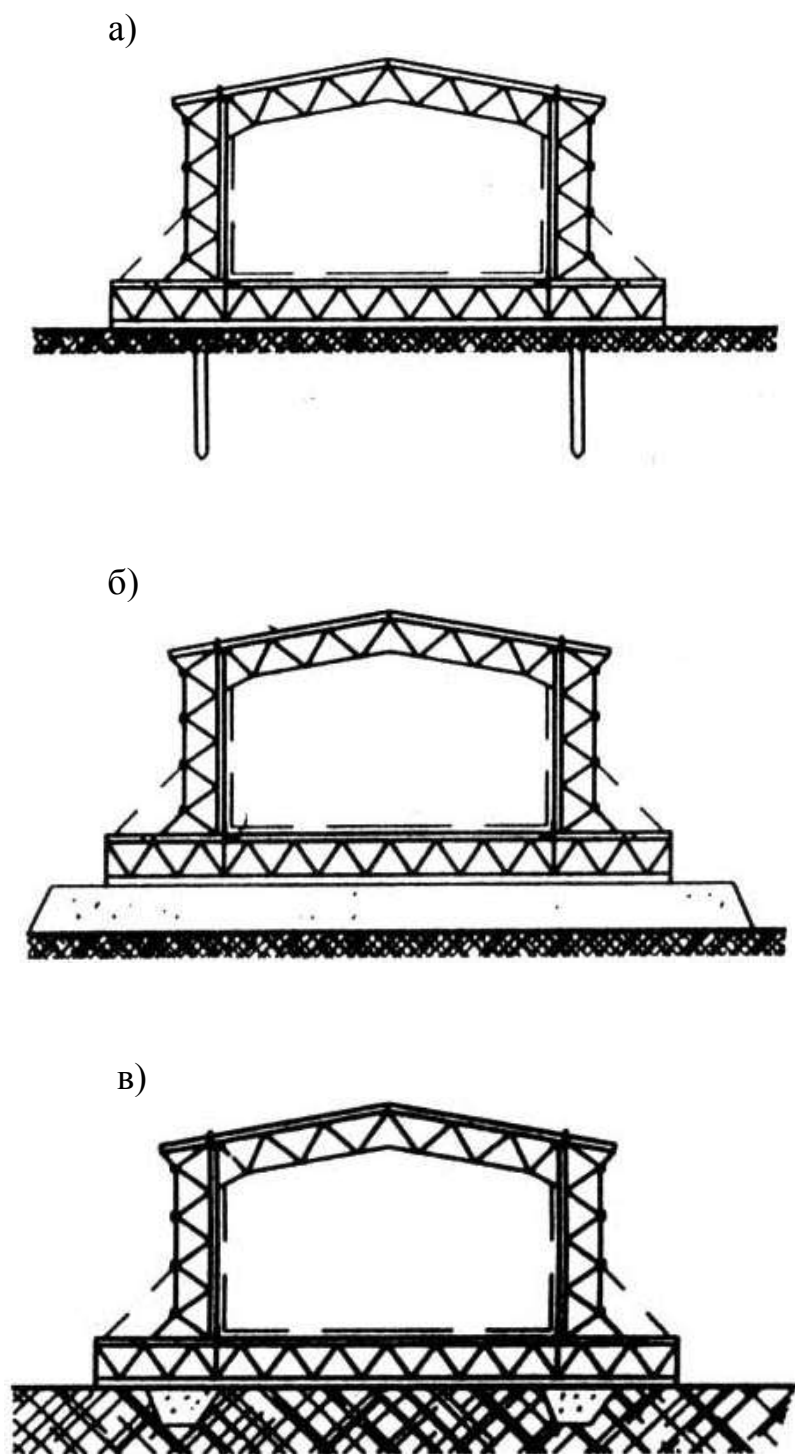


Схема 2. Комбинированный принцип: сочетание принципа сохранения естественного состояния грунта с другими принципами: а) Сочетание легких поверхностных пространственных фундаментных платформ со сваями для укрепления отдельных сильно напряженных зон; б) то же с использованием гравийной подсыпки; в) то же с частичной заменой грунта.

1.3.3. Системность подхода. «Верхнее строение – фундамент – основание» рассматривается как цельная взаимосвязанная система, в которой каждая часть системы ставится в лучшие условия работы и взаимодействия между частями (Сравните: традиционная иерархическая система проектирования зданий, в которой одна часть паразитирует за счет другой.).

Предлагаются здания и сооружения нового типа в виде замкнутой (коробчатой) системы, включающей верхнее строение и фундамент, которые обладают малой чувствительностью к неравномерным деформациям грунта благодаря многосвязности замкнутой пространственной системы [52, 53].

1.3.4. Принцип замкнутого здания. Любое здание представляет собой пространственную систему. Но пространственная система бывает различных типов:

- Незамкнутой, например, с иерархической структурой, когда усилия от одних частей (верхних) передаются на другие (нижние) в одном направлении, т. е. полностью или частично отсутствует обратная связь между элементами. Это, как правило, обычные традиционные конструкции.

- Замкнутые системы имеют прямые и обратные связи между всеми элементами. Такие здания и сооружения не упоминаются и не описаны в научной и учебной литературе.

Здание, включающее покрытие (перекрытия), стены, фундамент, представляет собой пространственную взаимосвязанную систему. Но это определение не раскрывает смысл замкнутости системы, так как взаимосвязанные системы могут быть замкнутыми полностью или частично.

Взаимосвязанность предполагает наличие связей между всеми элементами, но связи могут быть двухсторонние и односторонние, прямые и обратные и т. д.

В замкнутых системах связи между элементами имеют прямой и обратный характер. Примером взаимосвязанной незамкнутой системы может служить конструкция (здание) с иерархической структурой, в которой

воздействие от верхних элементов передается последовательно на нижние. При этом от нагружения нижележащих элементов воздействие на вышележащие не оказывается, т. е. в иерархически взаимосвязанных системах нарушен принцип обратной связи, и их нельзя назвать замкнутыми. Такими являются традиционные системы зданий и их расчетная модель: покрытие давит на стены, а стены на фундамент. Загружение фундамента не передается на стены, а нагрузка на стены не оказывает воздействия на покрытие, стены не поддерживают фундамент, а покрытие не поддерживает стены.

В замкнутых зданиях имеют место качественные эффекты, отличные от традиционных незамкнутых зданий. Например, при просадке грунта под фундаментом замкнутого здания активно включается в пространственную работу верхнее строение (стены, покрытие), оказывая поддерживающее влияние, а при нагружении покрытия в конструкции фундамента замкнутого здания помимо всего прочего возникает распор, оказывающий разгружающее влияние на верхнюю рамную часть строения.

Понятие замкнутости известно в теории автоматических систем, но в строительстве применительно к зданиям понятие замкнутости не получило применение и развитие.

Поэтому указание о том, что пространственная взаимосвязанная система в виде здания является к тому же замкнутой, характеризует (определяет) определенный новый тип зданий, связи между элементами которого обладают свойствами прямого и обратного взаимодействия, в отличие от других незамкнутых систем конструкции традиционных зданий.

1.3.5. Комбинационный принцип. Этот принцип строительства заключается в сочетании принципа сохранения естественного состояния грунта с традиционными принципами строительства в особых грунтовых условиях. Он представляет собой сочетание легких поверхностных пространственных фундаментных платформ с традиционными способами устройства

фундаментов, если это необходимо для укрепления отдельных сильно напряженных зон.

В качестве примеров можно привести синтез фундаментных платформ со свайными фундаментами или с гравийной подсыпкой и с частичной заменой грунта (см. схему 2).

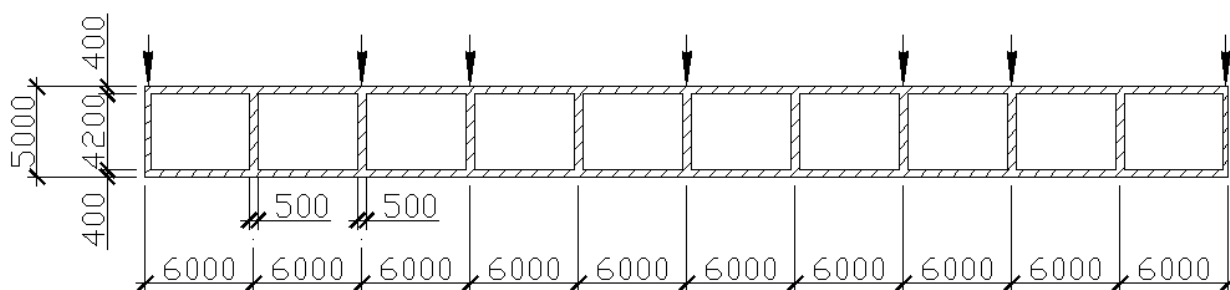
1.4. Эволюция идей развития и конструктивных решений плитных фундаментов

Древность идеи создания плитных фундаментов автору установить не удалось, но очевидно, что эта идея не новая, имеет давние корни. В статье ведущего сотрудника НИИОСПа [32] приведены сведения о применении плитных фундаментов и указывается, что изучением и развитием плитных фундаментов занимались ведущие советские ученые – Н.М. Герсеванов, О.Я. Шехтер, М.И. Горбунов-Посадов, Т.А. Маликова и др. В 60-70 г. XX века известный строитель Н.В. Никитин активно пропагандировал и применял монолитные плитные фундаменты (гладкие, ребристые, коробчатые) для многоэтажных каркасных зданий [36].

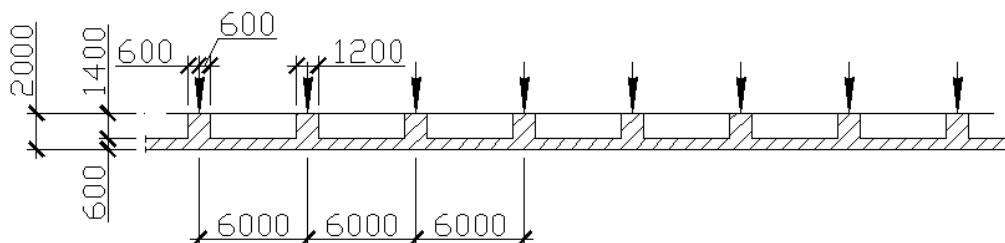
Как пишет в 1977 г. известный ученый Ю.А. Дыховичный: «Широкое распространение в практике многоэтажного каркасного строительства получили фундаменты в виде монолитных железобетонных плит – коробчатых, ребристых, плоских (безбалочных) (рис. 1.1.). На первом этапе строительства многоэтажных каркасных зданий Н.В. Никитиным были предложены и получили применение фундаменты коробчатого типа в виде полой фундаментной плиты толщиной 4-6 м. По мере изучения особенностей совместной работы фундамента и надземной части здания благодаря совершенствованию методов расчета происходила эволюция конструктивных систем фундаментов многоэтажных зданий (см. рис. 1.1) в сторону их упрощения, снижения трудоемкости и значительного сокращения расхода материалов (бетона и стали), а также повышения экономичности (табл. 1).

Изучение особенностей статической работы каркаса и фундамента показало неоправданность такого увеличения жесткости фундаментной части здания. Н.В. Никитин отказывается от своей концепции устройства коробчатых фундаментов и в последующих работах переходит к более простым конструктивным формам фундаментов – сначала ребристым, затем в виде плоских безбалочных плит. Практика последующего строительства подтверждает прогрессивность этой эволюции. В дальнейшем плоская безбалочная плита рекомендуется как основное решение для многоэтажных каркасных зданий» [36].

а)



б)



в)

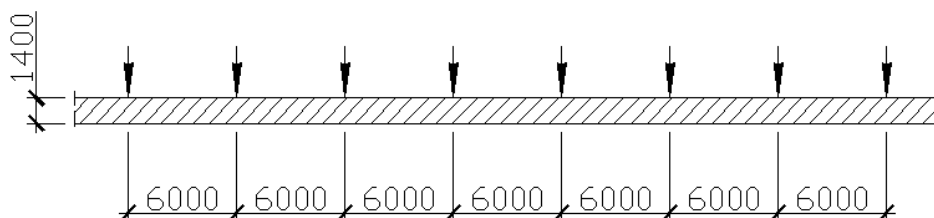


Рис. 1.1. Эволюция конструкции фундаментов многоэтажных каркасных зданий: *а* – полый коробчатый фундамент; *б* – ребристая фундаментная плита; *в* – плоская безбалочная плита

Сопоставление различных типов фундаментов многоэтажных каркасных
зданий по данным [36]

Таблица 1.

Тип фунда- мента	Объект	Число этажей	Норматив- ное сопро- тивление грунта кгс/см ²	Расход материалов	
				Бетона, м ³ на 1 м ² площади фундамента	Стали, на 1м ³ бетона
Полая фунда- ментная плита	Здание иститута Гидропроект	27	2,5	2,5	300
	Здание СЭВ (рис. 1, а)	30	2,5	2,7	280
ребри- стая пли- та	Дома на просп. Калинина (рис. 1, б)	25	3	1,2	100
Плоская (безба- лочная) плита	Гостиница «Ин- турист»	22	2,5	1,4	85
	Общесоюзный телецентр в Ос- танкино (рис 1,в)	15	2,5	1,05	120

Дальнейшая эволюция идеи сплошных фундаментных платформ пред-
ставлена в работах [49-53].

По поводу экономичности применяемых плитных и плитно-свайных
фундаментов в настоящее время имеются сведения в журнале «ПГС» [32].
Там говорится, что стоимость 1 м³ фундаментной плиты в 2-3 раза меньше,
чем у свайного фундамента, а при использовании плитно-свайного варианта
требуемый шаг свай существенно меньше, чем в обычных высоких и жестких
свайных ростверках. Отметим, что предлагаемая [50-54] пространственная
фундаментная платформа требует железобетона в несколько раз меньше и,
кроме того, она легче, чем используемые здесь фундаментные плиты. При
этом она имеет достаточно высокую жесткость и малую чувствительность к
неравномерным осадкам.

Однако в действующем сейчас СНиПе практически не встречаются све-
дения и предложения о плитных фундаментах, кроме строительства на подра-
батываемых территориях. В «Пособие по проектированию оснований зданий
и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)» [49] есть упоминание о возможности

применения плитного фундамента для строительства на биогенных грунтах. В последних учебниках по железобетонным конструкциям и фундаментам [44], [45] приводятся данные о плитных фундаментах, но они очень ограничены и не привязаны к особым условиям грунтов и сейсмичности.

Следует отметить, что Н.В. Никитин и другие ученые и инженеры рассматривали **монолитные (несборные) плитные, заглубленные в грунт, фундаменты** и только применительно к каркасным многоэтажным зданиям (не к большепролетным строениям), при этом не делался акцент на использование плитных фундаментов на слабых, просадочных, пучинистых, вечномерзлых грунтах и в сейсмических зонах.

Отметим, что «Руководство по проектированию плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений башенного типа» (НИИОСП им. Герсеванова. М.: Стройиздат, 1984 – 263 с.) **рекомендует** использовать плитные фундаменты при проектировании сооружений «на естественном основании, но **не** подверженным сейсмическим воздействиям и не находящимся в районе особых грунтовых условий (просадочных, набухающих, засоленных грунтов, подрабатываемых и закарстованных территорий)». (п. 1.1. Основные положения. Общие условия). Там же (п. 1.3.) указано, что **допускается** расчет плитных фундаментов зданий, строящихся в особых грунтовых условиях по рекомендациям данного руководства, но дополнительно необходимо пользоваться нормативными документами:

- Руководством по расчету и проектированию зданий на подрабатываемых территориях (М 1977).
- Инструкцией по проектированию бескаркасных жилых домов, строящихся на просадочных грунтах с применением конструктивных мероприятий (РСН 297-78).
- Главой СНиП на проектирование на подрабатываемых территориях.

Отметим, что так как в этих документах строительство в особых грунтовых условиях и сейсмичности разработано совершенно недостаточно и не охватывает всей проблемы в целом, то приходим к выводу, что проблема

разработки и применения плитных фундаментов остается незавершенной. К тому же в них рассматриваются только монолитные (тяжелые) заглубляемые плитные фундаменты и не рассматриваются сборные (облегченные) пространственные поверхностные (не заглубленные в грунт) платформы (в том числе на вечномёрзлых грунтах). Также не обсуждаются случаи, когда сочетаются неблагоприятные грунтовые условия и сейсмичность. Проблема плитных фундаментов под большепролетные здания даже не поднималась. Очевидно, что массивные (монолитные), заглубленные в грунт плитные фундаменты в сейсмических районах возьмут на себя повышенные сейсмические воздействия, а на слабых грунтах их негативный вклад в расчетную нагрузку будет весьма значительным. Возможно, что эти факторы, кроме других, являлись причиной неразработанности проблемы развития сплошных плитных фундаментов в особых грунтовых условиях и сейсмичности.

К тому же заглубление плитных фундаментов, кроме разрушения естественной структуры грунтов, приведет к возникновению дополнительных трудностей, которые приходится преодолевать конструктивными и другими мерами: повышение защиты от грунтовых вод, вспучивания и влияния засоленности, промерзания котлована (особенно при строительстве зимой) и др.

Для поверхностных плитных пространственных платформ такие вопросы или не возникают, или их острота значительно меньше, и многие из них решаются поверхностными водозащитными и теплозащитными мероприятиями.

Кроме экономичности по материалам, по срокам и всесезонности возведения, по трудозатратам и др., поверхностные пространственные платформы гармонично синтезируют такие функциональные качества, как проветриваемое подполье, скользящий антисейсмический слой, ремонтоспособность и др. (см. в главе 4 проведенное технико-экономическое сравнение). Особое значение при аварийно-восстановительных работах имеет возможность оперативного возведения пространственных платформ любых размеров и очертаний в плане и использование их под разные сооружения и большепролетные здания.

Таким образом, проблема **плитных фундаментов для большепролетных зданий и сооружений** в особых грунтовых условиях и сейсмичности **не изучалась**, плитные фундаменты, **не заглубленные в грунт (поверхностные)**, не рассматривались, а **сборные** плитные фундаменты и конструкции полносборных зданий **замкнутого** типа, включающие такие фундаменты, даже не были предложены [50-55].

Поэтому данная проблема отличается новизной и актуальностью, особенно для сибирских регионов.

Опишем, что дают факторы постановки проблемы в отдельности и в совокупности:

Сборность – решает не только вопросы изготовления по поточной технологии, удобства транспортировки и всесезонности производства работ, но и преимущества создания пространственной коробчатой многосвязной формы, отличающейся значительно меньшим расходом материалов в сравнении с ребристыми и плоскими плитами и обладающей во много раз большей пространственной жесткостью.

Незаглубленность – практически сводит к минимуму земляные работы и создает условия для всесезонности производства монтажа.

Особые грунтовые условия и сейсмичность – впервые предложены системные решения проблемы, которые учитывают сочетание этих неблагоприятных условий, что имеет место в Сибири; повышены живучесть и ремонтоспособность зданий и сооружений.

Здания замкнутого типа, включающие пространственную фундаментную платформу – это новые экспериментальные решения, особенно для большепролетных промышленных и гражданских строений, отличающиеся повышенной живучестью, особенно в особых грунтовых условиях и сейсмичности. Совокупность всех этих факторов обеспечивает в целом эффективность применения и развития сборных плитных фундаментов в виде пространственной коробчатой платформы и зданий замкнутого типа в особых грунтовых условиях и сейсмичности [50-55].

1.5. Литература

Журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов»:

1. Багдасаров Ю. А. Прорезка просадочной толщи глубокими многоярусными подвалами, №4, 1997 г.
2. Григорян А. А. Новый подход к определению просадки грунта как разрушению от потери прочности, № 6, 1997 г.
3. Мальцев А. В. Теоретические и экспериментальные исследования воздействия агрессивного замачивания на различные типы грунтов оснований, № 3, 1998 г.
4. Максименко Е. С. Методика выбора оптимального способа возведения фундаментов на вечномёрзлых грунтах, № 6, 1998 г.
5. Зиангиров Р. С., Николаев И. А., Крылов Ю. П., Сорочан Е. А. Опыт строительства зданий на юрских глинах в Москве, №3, 2000 г.
6. Абелев М. Ю., Крутов В. И. Выправление кренов жилого дома на просадочных лессовых грунтах регулируемым замачиванием, № 5, 2000 г.
7. Соколович В. Е. Влияние морозного пучения на разрушение заглубленных конструкций, № 6, 2000 г.
8. Сорочан Е. А., Быков В. И., Егоров А. И. Усиление грунтов оснований, фундаментов и несущих конструкций аварийных зданий инъекционными методами, № 1, 2001 г.
9. Гончаров Б. В., Рыбаков А. В. Фундаменты-оболочки на вытрамбованном грунтовом основании, № 5, 2001 г.
10. Абелев М. Ю., Левченко А. П. Оценка просадочности грунтового массива из лессовых грунтов, № 6, 2001 г.
11. Зотов В. Д., Панасюк Л. Н., Болотов Ю. К., Зотов М. В., Сорочан Е. А. Опыт выравнивания зданий с помощью домкратов, № 5, 2002 г.
12. Осипов В. И., Филимонов С. Д. Уплотнение и армирование слабых грунтов методом «Геокомпозит», № 5, 2002 г.
13. Безволев С. Г. Методика учета деформируемости неоднородного упругопластического основания при расчете фундаментных плит, №5, 2002 г.
14. Крутов В. И., Ковалев А. С. Свайные фундаменты в неслежавшихся насыпных грунтах, № 6, 2002 г.

Журнал «Промышленное и гражданское строительство»:

15. Курзанов А. М. Не землетрясения убивают людей, а здания..., № 11, 1995 г.
16. Айзенберг Я. М. Сейсмическая опасность в России, № 3, 1996 г.
17. Курзанов А. М. Новое в сейсмостойком строительстве, № 12, 1996 г.
18. Курзанов А. М. Осторожно! Нормативный спектральный метод расчета зданий на сейсмостойкость, № 1, 1997 г.
19. Курзанов А. М. Противоречия в СНиПе «Строительство в сейсмических районах», № 2, 1997 г.
20. Бондаренко В. М., Гусев Б. В., Курзанов А. М. Концептуальные основы проектирования сейсмостойких зданий и сооружений, № 3 1997 г.

21. Курзанов А. М. О нормировании сейсмических перемещений грунта, № 5, 1997 г.
 22. Смирнов С. Б. О новых принципах эффективной сейсмозащиты зданий и о реальной ситуации в этой сфере, № 6, 1997 г.
 23. Курзанов А. М. Инженерный расчет зданий на сейсмостойкость методом бегущей волны, № 6, 1997 г.
 24. Курзанов А. М. Инженерный расчет зданий на сейсмостойкость методом бегущей волны (продолжение), № 7, 1997 г.
 25. Курзанов А. М. Сейсмостойкость нашего дома, № 8, 1997 г.
 26. Гудков Б. П. Сейсмозащита зданий в условиях недостаточной информации, № 11, 1997 г.
 27. Тяпин А. Г. О волновом и спектральном методах в теории сейсмостойкости сооружений и в нормах, № 11, 1997 г.
 28. Гапеев В. И. Эффективный способ усиления оснований строительных объектов, № 9, 1998 г.
 29. Смирнов С. Б. Решение проблемы надежной сейсмозащиты зданий и сооружений, № 10, 1999 г.
 30. Абжалимов Р. Ш. Опыт строительства жилого дома на подсыпке при глубоком сезонном промерзании грунтов, № 4, 2001 г.
 31. Мяснянкин А. В. Совершенствование устройства свайных фундаментов, № 6, 2002 г.
 32. Безволев С. Г. Программные средства для проектирования фундаментных плит и перекрестных лент, № 1, 2003 г.
- Журнал «Строительство»:
33. А. П. Малышкин Экспериментально-теоретические исследования работы эффективных площадных фундаментов, № 3, 2002 г.
 34. Л. В. Нуждин, В. П. Писаненко, П. А. Гензе, А. А. Кузнецов, А. М. Караулов, М. Л. Нуждин, В. А. Ступников, Армирование грунтового основания 16-этажного жилого дома жесткими вертикальными стержнями, № 3, 2002 г.
 35. Р. В. Бубело, В. П. Мерзляков, Г. П. Пустовойт, Анализ температурного режима вечномерзлых грунтов оснований при различных изолирующих покрытиях, № 10, 2002 г.
- Учебная литература
36. Дыховичный Ю. А. Н. В. Никитин жизнь и творчество, М., Стройиздат, 1977 г.
 37. Кириллов В. С. Основания и фундаменты. М: Транспорт, 1980 г.
 38. Горбунов-Посадов М. И., Ильичев В. А., под общей редакцией Сорочана Е. А. и Трофименкова Р. Г. Основания, фундаменты и подземные сооружения. М: Стройиздат, 1986 г.
 39. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты. Л: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1988 г.
 40. Веселов В. А. Проектирование оснований и фундаментов. М: Стройиздат, 1990 г.

41. Костерин Э. В. Основания и фундаменты. М: Высшая школа, 1990 г.
 42. Швецов Г. И., Носков И. В., Слободян А. Д., Госькова Г. С., под редакцией Г. И. Швецова Основания и фундаменты. М: Высшая школа, 1991 г.
 43. Ухов С. Б. и др. «Механика грунтов, основания и фундаменты». М: , 1994 г.
 44. Берлинов М. В. Основания и фундаменты. М: Высшая школа 1999 г.
 45. Железобетонные и каменные конструкции, под редакцией В. М. Бондаренко М: Высшая школа, 2002 г.
 46. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции. Общий курс, учебник для вузов, 5-е изд., перераб. и доп. – М.:Стройиздат, 1991.
- Нормативная литература
47. СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений, М: Стройиздат, 1986 г.
 48. СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах, М: Стройиздат, 1982 г.
 49. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83), М: Стройиздат, 1986 г.
- Работы КрасГАСА
50. Абовский Н. П., Абовская С. Н., Енджиевский Л. В., Майстренко Г. Ф., Драчев М. В., Невзоров А. И. Пространственная фундаментная платформа патент № 2206665, БИ 3 17, 2003 г.
 51. Наделяев В. Д., Абовская С. Н., Енджиевский Л. В., Абовский Н. П., Сергуничева Е. М., Егикян Н. Б. Полноборное здание или сооружение замкнутого типа, включающее фундамент, для строительства на вечномерзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах, заявка № 2001108730, решение о выдаче патента от 28.04.2003 г.
 52. Абовский Н. П. Новая технология строительства на слабых, просадочных, пучинистых, вечномерзлых грунтах и в сейсмических зонах. Новые пространственные большепролетные конструкции (панели и здания). Сборник научных трудов, Красноярск: КрасГАСА, 2003 г.
 53. Абовская С. Н. Сталежелезобетонные конструкции. Панели и здания, учеб. пособие для строит. Вузов; под ред. проф. В. Д. Наделяева. – Красноярск: КрасГАСА, 2001 г.
 54. Абовский Н. П., Абовская С. Н. Полноборное здание из сталежелезобетонных элементов. Свидетельство на полезную модель, № 29738.
 55. Абовский Н. П., Абовская С. Н., Матюшенко В. А., Сапкалов В. И., Морозов С. В., Пишутин Г. В., Темерова А. С. Сборная пространственная железобетонная фундаментная платформа для строительства многоэтажных зданий в особых грунтовых условиях. Заявка на полезную модель.