
А.Н. Добромыслов

ДЕФЕКТЫ В КОНСТРУКЦИЯХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ



А.Н. Добромыслов

**ДЕФЕКТЫ В КОНСТРУКЦИЯХ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2009

Рецензенты:

профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций Московского государственного строительного университета, кандидат технических наук *А.И. Бедов*;
заместитель начальника отдела мониторинга зданий и сооружений института ЦНИИОНТП, кандидат технических наук *Е.В. Потанкин*

Добромыслов А.Н.

Дефекты в конструкциях при строительстве / Научное издание: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 192 с.

ISBN 978-5-93093-639-1

В книге приведены наиболее часто встречающиеся дефекты конструкций, допускаемые в процессе строительства.

Рассмотрены характерные дефекты железобетонных, каменных, стальных и деревянных конструкций, оснований и фундаментов.

Значительное внимание уделено обоснованию влияния дефектов в конструкциях на прочность и надёжность сооружений.

Приведены примеры аварий зданий и инженерных сооружений, вызванные дефектами строительства.

Книга рассчитана на инженерно-технический персонал строительно-монтажных организаций, служб заказчика и авторского надзора, а также студентов строительных вузов.

ISBN 978-5-93093-639-1

© Добромыслов А.Н., 2009

© Издательство АСВ, 2009

Научное издание

Андрей Николаевич Добромыслов

**ДЕФЕКТЫ В КОНСТРУКЦИЯХ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Компьютерная верстка: *Е.В. Орлов*

Редактор: *В.Ш. Мерзлякова*

Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.

Подписано к печати 30.03.09. Формат 60x90/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. 12 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – КМК, оф. 348
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ДЕФЕКТЫ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	10
1.1. Общие дефекты.....	10
1.2. Основания и фундаменты.....	13
1.3. Железобетонные конструкции.....	22
1.3.1. Дефекты изготовления.....	22
1.3.2. Дефекты монтажа сборных конструкций.....	30
1.4. Каменные конструкции.....	37
1.5. Стальные конструкции.....	48
1.6. Деревянные конструкции.....	53
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЕФЕКТОВ	61
2.1. Методика оценки влияния дефектов.....	61
2.2. Количественная оценка влияния дефектов.....	64
2.3. Применение компьютерного моделирования для оценки влияния дефектов на несущую способность сооружений.....	77
ГЛАВА 3. ДЕФЕКТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	81
3.1. Жилые и общественные здания.....	81
3.2. Производственные здания.....	97
3.3. Инженерные сооружения.....	109
3.3.1. Подпорные стены.....	110
3.3.2. Железобетонные резервуары и емкости.....	111
3.3.3. Стальные резервуары.....	115
3.3.4. Силосы и бункеры.....	119
3.3.5. Прочие сооружения.....	123
3.4. Дефекты при строительстве в сейсмических районах.....	127
ГЛАВА 4. АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА	136
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОСНОВНЫЕ ДЕФЕКТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	144
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	184
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	188
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ ЕДИНИЦАМИ В СИСТЕМЕ МКГСС И СИ	190
ЛИТЕРАТУРА	190

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последнее время в нашей стране наблюдается рост строительства малоэтажных и многоэтажных жилых зданий, торговых и культурных центров, высотных административных зданий, спортивных сооружений и других строительных объектов. Происходит реконструкция существующих зданий и инженерных сооружений.

Для успешного сооружения указанных объектов большое значение имеет обеспечение качества строительства. Однако качество строительства на сегодняшний день остаётся недостаточно высоким, вследствие чего строительная отрасль в целом не может быть конкурентоспособной на мировом уровне.

Для повышения качества строительства необходимо строить без дефектов, а технический уровень строительства должен соответствовать европейскому стандарту. Большое значение в этом деле имеют систематизация и изучение дефектов, допускаемых при строительстве.

В настоящей работе автором сделана попытка обобщить и проанализировать дефекты строительных конструкций при их сооружении. Приведенные в работе данные основаны как на личном опыте обследования зданий и инженерных сооружений, так и на основе данных, заимствованных из различных литературных источников.

Автор надеется, что приведенные в книге сведения позволят сократить дефекты при строительстве и тем самым улучшить качество строительства.

ВВЕДЕНИЕ

Понятие «строительный дефект» имеет техническое и юридическое толкование. Так, в соответствии с действующими у нас строительными нормами при строительстве дефектом называется отклонение от проекта или норм.

Правила выполнения подрядно-строительных работ, которые регулируют договорные соглашения между заказчиком и подрядной строительной организацией, используют лишь понятие «дефект». Существующие дефекты, т.е. отклонения от договорных соглашений, обнаруженные при приёмке объекта или спустя некоторое время с начала эксплуатации объекта, должны быть устранены. Если дефекты обнаружены не во время приёмки, то существует оговоренный контрактом срок (обычно двухлетний), в течение которого они должны быть устранены. Таким образом, речь идёт о дефектах, которые противоречат определённым пунктам строительного договора.

Допущенные дефекты при строительстве могут привести к большим экономическим и материальным потерям. Экономические и материальные потери проявляются как в виде затрат на переделку и исправления, так и в виде упущенной прибыли от несвоевременного ввода объекта и уплаты штрафных санкций по контракту. Помимо указанного выше допущенные грубые ошибки и дефекты могут привести к аварии с обрушением отдельных конструкций и всего строящегося сооружения. Отдельные объекты уже в первые годы эксплуатации требуют проведения крупномасштабных ремонтно-восстановительных работ, вызванных прежде всего потерей прочности, устойчивости и снижения надёжности несущих конструкций.

По статистике в бывшем СССР 75% сдаваемых объектов имели строительные дефекты в несущих конструкциях [9], а на 15% проверенных зданий они угрожали безопасному ведению работ и делали функционально непригодными конструкции и в целом здания, что требовало приостановки работ до устранения допущенных дефектов. Не вполне хорошо обстоит дело и в настоящее время.

В возведенных за последние годы монолитных и зданиях с несущими каменными конструкциями повышенной этажности имеется значительное количество повреждений несущих конструкций. В строящихся жилых домах дефекты практически не снижаются. Наметилась также тенденция понижения качества строительства, осуществляемого иностранными фирмами в нашей стране, ввиду снижения требований заказчиков к качеству при приёмке готовых объектов вследствие их недостаточной компетенции в области строительства. Анализ причин зарегистрированных на территории Российской Федерации аварий на строящихся и эксплуатируемых зданиях и сооружениях показал, что их причинами в 65...85% было низкое качество строительно-монтажных работ, строительных материалов, конструкций и изделий.

Возросшая в мире конкуренция привела к ужесточению требований потребителей к качеству¹ продукции. В настоящее время техническая продукция в России, в том числе строительство, не соответствует качеству европейского уровня и неконкурентоспособна на международном уровне.

Причинами недостаточного высокого качества являются: пониженные требования к качеству строительства, низкая квалификация строителей, текучесть кадров, незаинтересованность исполнителей в качественном выполнении работ, низкая трудовая дисциплина, применение устаревших технологий.

Имеются и другие недостатки на строительных площадках, усугубляющиеся тем, что в последнее время возросло применение в строительстве неквалифицированных иностранных рабочих, а также тем, что руководство строительством порой старается скрывать обнаруженные дефекты, устранение которых требует значительных издержек, в надежде на то, что они обнаружатся по истечении срока давности.

Однако качество строительства в России не всегда было низким. В ряде обследованных автором в Москве зданий, возведённых до 1917 г., выявлено высокое качество работ, хотя строительные рабочие порой были неграмотными.

На *рис. 1* показано здание постоянного двора на Покровском бульваре, являющееся одним из старых многоэтажных зданий в Москве. Четырёхэтажное здание из кирпичной кладки с деревянными перекрытиями находится в хорошем состоянии, несмотря на то что ремонты конструкций за более чем 100-летнюю эксплуатацию не производилось.



Рис. 1. Общий вид здания старой постройки

¹Качество – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленным требованиям. Технические термины и определения приведены в приложении 3 раздела 7.

Особенно заметна большая разница между старым и новым строительством, когда к старому зданию примыкают более поздние пристройки. Кладка в старых зданиях прекрасного качества, выполнена из прочного кирпича малинового цвета, швы между кирпичами ровные, одинаковой толщины, перемычки клинчатые, трещины в стенах отсутствуют. Несущие конструкции перекрытий и кровля выполнены из толстых брёвен или стальных профилей. В постройках советского периода кладка стен выполнена небрежно из кирпича оранжевого цвета, часто низкой прочности, кирпичи имеют трещины, стены уменьшенной толщины, швы между кирпичами разной толщины, плохо заполнены раствором, в стенах осадочные трещины, в рядовых перемычках наблюдаются отслоение раствора и коррозия арматуры, перекрытия деформативны и имеют плохую звукоизоляцию, деревянные несущие конструкции крыши имеют неплотные соединения в узлах.

Дефектное строительство и многочисленные аварии в СССР в годы первых пятилеток потребовали принятия ряда мер по улучшению создавшегося положения. Были разработаны технические условия и строительные нормы на производство и приёмку строительных и монтажных работ, приняты ГОСТы на качество материалов и изделий, созданы научно-исследовательские институты и крупные специализированные строительно-монтажные организации. Для улучшения качества и сокращения сроков в послевоенное время широко внедрялось строительство из сборного железобетона из типовых конструкций по типовым проектам. Госстроем СССР регулярно проводился контроль качества строительства крупных объектов.

Хотя эти меры способствовали улучшению качества строительства, однако оно по-прежнему оставалось низким.

В СССР первая попытка систематического изучения дефектов строительства и аварий была предпринята в 1937 г., когда на основании распоряжения Главстройпрома НКТП СССР предписывалось всем проектным организациям, строительным трестам и конторам организовать учет дефектов и аварий. Однако в то время, в силу тенденции засекречивания и сокрытия аварий, эти данные не могли быть использованы в практической деятельности.

До 1981 г. данные об авариях, произошедших на территории страны, не публиковались. С 1981 г. такие данные стали готовиться Государственной строительной инспекцией Госстроя СССР для служебного пользования. В 1991–1992 гг. регистрация аварий практически не проводилась, что было связано с распадом союзных структур управления строительным комплексом. С 1993 по 2003 г. регулярный учёт аварий, происходящих на территории Российской Федерации, проводила Главная инспекция Госархстройнадзора России. До 2002 г. она же занималась и анализом материалов их расследования. Ежегодно готовился технический обзор причин произошедших аварий, который с соответствующими предложениями по их предупреждению направлялся исполнительным органам государственной власти субъектов Российской Федерации. В связи с упразднением Главной инспекции государственного архитектурно-строительного надзора России

анализ причин аварий зданий и сооружений, произошедших на территории Российской Федерации, теперь осуществляется только общественными организациями.

Для улучшения качества строительства и предотвращения аварий большое значение имеет изучение дефектов, допускаемых при строительстве. Изучением дефектов строительства в нашей стране в разное время занимались: С.А. Андреев [7], А.И. Бедов [8], В.Т. Гроздов [13, 14], В.Л. Клевцов [22], М.Н. Лашенко [25], Н.М. Онуфриев [28], Б.В. Сендеров [41], А.А. Шишкин [21, 55], А.Н. Шкинёв [58], И.А. Физдель [57] и др.

Если надёжность сооружений в нашей стране обеспечивается порой за счёт перерасхода строительных материалов, то за рубежом надёжность обеспечивается за счёт высокого качества и бездефектного строительства.

Например, на Западе при строительстве у инженеров существует негласное правило «пяти», при котором считается, что сэкономленные средства за счёт снижения качества строительства при эксплуатации потребуют в пять раз больше затрат на ликвидацию дефектов и последующие эксплуатационные расходы.

Обращает на себя внимание поставленная информационно-образовательная сторона за рубежом: это тщательное, высокопрофессиональное расследование причин аварий независимыми инженерно-консультативными фирмами, публикация информации об авариях в специальных изданиях, доступных широкой инженерной общественности (например, известное во всем мире издание *Engineering News Record*), создание специальных служб, центров, которые ведут статистический анализ причин аварий, разрабатывают мероприятия по их предупреждению. Подобные службы включают подразделения, осуществляющие устранение последствий аварий. У нас же по факту аварии создают комиссии, которые за короткое время проводят расследование, и вся информация об их деятельности недоступна профессиональной общественности, а из-за боязни взять на себя ответственность заключения комиссий, проводивших расследования, часто носят расплывчатый характер¹.

В настоящее время строительные организации в нашей стране ощущают недостаток знаний о строительных дефектах. В то же время строительные фирмы не стремятся обнаруживать свои ошибки и дефекты строительства. Однако для дальнейшего совершенствования качества наших строительных объектов, для получения знаний об его «узких» местах должна существовать «обратная связь», основанная на анализе фактического материала о дефектах и доступная для практического использования строителей. К сожа-

¹Данные технического расследования известных аварий в Москве «Трансвааль парка» и «Басманного рынка», происшедших в 2004 и 2006 гг., с большим числом человеческих жертв до сих пор не опубликованы и не обсуждены инженерной общественностью, что не исключает повторения их в будущем. В прессе упоминалось о том, что после обрушения «Трансвааль парка» компетентные комиссии провели в Москве обследования потенциально опасных зданий и сооружений. Однако выводы этих комиссий так и не опубликованы.

лению, сейчас основным источником для получения такой информации являются произошедшие аварии и результаты натурных обследований эксплуатируемых объектов.

Существующая сейчас многоступенчатая система контроля качества в строительстве включает в себя: входной контроль качества применяемых материалов, конструкций и изделий; операционный контроль качества строительно-монтажных работ и соблюдения технологических регламентов; приёмочный контроль законченных технологических этапов, отдельных видов работ и объекта в целом; технический надзор заказчика; авторский надзор проектной организации; государственный архитектурно-строительный надзор не обеспечивают противодействия дефектному строительству.

Для решения проблемы качества в строительстве необходимо, на наш взгляд, выполнение следующих мероприятий:

- повышение роли проектировщиков в обеспечении высокого технического уровня проектов, удовлетворяющих требованиям рынка, поскольку основное качество сооружения закладывается на стадии проектирования;
- создание в крупных строительных организациях службы управления качеством;
- полное соответствие выполненных строительно-монтажных работ проектам и СНиПам, а для отдельных объектов – качеству евростандарта; использование современных технологий при строительстве;
- организация при строительстве жёсткого поэтапного контроля и особенно при приёмке объекта;
- обговаривание требований к качеству строительства и включение штрафных санкций при заключении контрактов на строительство;
- стимулирование при строительстве высокого качества работ;
- повышение качества подготовки специалистов и рабочих-строителей;
- улучшение отечественной и зарубежной информации и знаний строителей в вопросах качественного строительства, включая освещение дефектов и аварий;
- создание специализированного центра по изучению и анализу причин аварий в строительстве.

ГЛАВА 1. ДЕФЕКТЫ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

1.1. Общие дефекты

При строительстве с использованием строительных материалов, изделий, конструкций в виде стального проката, каменных материалов, бетона, железобетонных изделий, различных конструкций, а также при производстве строительных и монтажных работ всегда наблюдаются отклонения от проектных величин в размерах, прочности и физических свойствах материалов. Это связано с производственными и технологическими особенностями изготовления. Предельно допустимые значения этих отклонений от средней величины оцениваются в виде допусков, характеризующих принимаемые величины этих отклонений стандартами или нормами при заданном стандартом качестве продукта. Отклонения, превышающие величины, указанные в нормах или в проектах, представляют собой дефекты.

Дефекты при строительстве могут снизить несущую способность и устойчивость конструкций, вызвать разрушение конструкции и привести к аварии, уменьшить долговечность постройки, затруднить эксплуатацию, ухудшать условия эксплуатации (нарушать температурно-влажностной режим помещений, повышать эксплуатационные расходы).

Наличие своевременно не устранённых крупных дефектов при строительстве может привести к обрушению конструкции или аварии сооружения.

По данным расследования Государственной строительной инспекции [9, 16], аварии были вызваны следующими причинами: непроектное выполнение узлов сопряжений конструкций, армирования, а также смещение конструкций от проектного положения – 40%, нарушение технологии производства монтажных, бетонных и каменных работ – 25%, применение конструкций, изделий и материалов с непроектными характеристиками или изготовленных с нарушением стандартов – 20%, нарушение правил эксплуатации и ошибки в проектах – 15%. Как видно, основной причиной аварий в 85% случаев было низкое качество строительства.

Аварии, вызванные дефектами строительно-монтажных работ и нарушением технологии изготовления, распределялись по видам работ следующим образом: устройство оснований и фундаментов – 11%, монтажно-сварочные работы – 31%, изготовление каменной кладки – 17%, монолитные бетонные работы – 3%, защита конструкций от коррозии – 1%, кровельные работы – 2%.

Многочисленные проверки качества строительных объектов позволили установить общие характерные дефекты, допускаемые при строительстве различных видов конструкций, которые можно разделить на непроектное выполнение конструкций и их узлов сопряжения, нарушение технологии производства, применение материалов, изделий и конструкций с непроектными характеристиками или дефектами. Каждая из перечисленных выше

причин вызывает появление в конструкции одного или нескольких дефектов: снижение прочности, образование трещин, долговечности, снижение эксплуатационных свойств.

При непроектном изготовлении конструкций наблюдаются следующие дефекты:

- сверхнормативные отклонения конструкций в плане и по высоте вследствие недостатков геодезического контроля при разбивке и превышения допусков норм (см. приложение б);

- изменение принятого проектного конструктивного решения без расчёта и согласования с проектной организацией, устройство непроектных отверстий и проёмов. Изменение обычно в меньшую сторону сечения элементов конструкций, армирования, узлов опирания и стыков элементов и конструкций (закрепление опор балок или ферм только на болтах без сварных швов, отсутствие стыковых накладок монтажных элементов, применение вместо проектных соединительных деталей в стыках случайных элементов из обрезков металла и др.);

- уменьшение глубины опирания несущих конструкций и опирание их со значительными эксцентриситетами;

- некачественное изготовление узлов конструкций: например, некачественное бетонирование стыков сборных элементов, уменьшение или увеличения требуемых зазоров между конструкциями и т.п.;

- уменьшение проектных размеров монтажных сварных швов, низкое качество сварных соединений;

- завышение проектных нагрузок от увеличенной толщин конструкций, стяжек, утеплителя, намокания утеплителя при производстве работ.

Ошибки при проведении геодезических работ, вызванные недостаточным контролем их выполнения, приводят к отклонениям в разбивочных осях сооружения и отметок его конструкций. Отклонение конструкций в плане может привести к уменьшению площади опирания конструкций, создать затруднения в устройстве узлов стыков конструкций; отклонение по высоте конструкции приводит к принятию непроектных решений по выравниванию отметок конструкций, что в конечном итоге влечёт снижение прочности.

Уменьшение проектных сечений конструкций, длин и толщин сварных швов приводит к снижению прочности, а значительное превышение проектных нагрузок может повлечь обрушение конструкций. Непроектная пробивка отверстий, борозд, гнёзд приводит к уменьшению сечения, что особенно влияет на прочность сжатых элементов.

Опирание конструкций со значительными эксцентриситетами и некачественное изготовление узлов сопряжений приводит к изменению их расчётной схемы и условий работы, что вызывает увеличение в конструкциях внутренних усилий.

Основными нарушениями технологии производства работ были:

- недостаточное уплотнение насыпных грунтов оснований фундаментов, несвоевременный водоотвод и водопонижение из котлована, приводящее к изменению принятых в проекте характеристик грунта, промораживание оснований;

– несвоевременная установка при монтаже колонн каркасов зданий вертикальных связей по колоннам, плит распорок, ригелей, диафрагм жёсткости, а также связей между фермами;

– монтаж вышележащих конструкций до завершения замоноличивания узлов сопряжения конструкций в нижележащих ярусах, например, стыки нижележащих конструкций выполнены на прихватках без проектной сварки и замоноличивания узлов, отсутствие проектных опорных конструкций, связей, диафрагм жёсткости;

– фиксация и закрепление конструкций при монтаже с помощью случайных элементов, деревянных клиньев, оттяжек вместо использования инвентарных кондукторов, подкосов, струбцин, монтажных траверс;

– неправильное устройство температурных и осадочных швов;

– повреждение конструкций и изделий в процессе транспортирования и складирования;

– отсутствие консервации конструкции или сооружения при длительных перерывах в строительстве (например, отсутствие кровли, защитных покрытий, незасыпанные котлованы фундаментов) приводит к преждевременному их разрушению и снижению долговечности. Особенно опасно промерзание пучинистых оснований фундаментов, приводящее к разрушению стен и перекрытий от поднятия фундаментов.

Основными причинами дефектов конструкций при транспортировании и складировании были следующие:

– динамические воздействия при транспортировке, механические воздействия случайного характера от ударов по конструкциям подвижным транспортом, от ударов о землю или другие конструкции;

– транспортировка и складирование конструкций в непредусмотренном проектом положении, чаще всего в нерабочем. Например, конструкция работает в сооружении с вертикальным положением стенки, а транспортируется или складывается плашмя. Отсутствие или непроjektное выполнение прокладок и фиксирующих устройств;

– строповка конструкций в непредусмотренных проектом местах или применение непредусмотренных проектом строповочных приспособлений. Например, прокладка под плиту должна устанавливаться на расстоянии 1 м от торца, а уложены на стройке на расстоянии 2 м, или подъём фермы должен осуществляться с применением траверсы, а производился только стропами. При неправильной строповке конструкция и её элементы, работающие на стадии эксплуатации на сжатие, могут на стадии монтажа работать на растяжение, на которое они не были рассчитаны.

Допущенные дефекты при транспортировании и складировании могут привести к образованию различных повреждений в виде трещин, погнуто-стям элементов и конструкции в целом, повреждению отделки и поверхности, а также разрушению конструкции.

Поставляемые на стройку материалы, изделия и конструкции имели следующие дефекты:

- несоответствие материалов, изделий и конструкций требованиям проекта и стандартам по прочности и физическим свойствам;
- отсутствие сертификатов или паспортов на поставляемые материалы и изделия;
- наличие механических повреждений при транспортировке и складировании;
- технологические дефекты изготовления конструкций: наличие трещин, отколов, каверн, посторонних включений, отсутствие антикоррозионной защиты и т.п.;
- несоответствие конструкций проектным данным вследствие замены марок конструкций и сечений отдельных элементов в конструкциях, отсутствие необходимых закладных деталей, необходимой комплектации и т.п.

1.2. Основания и фундаменты

Качественному устройству фундаментов следует всегда уделять должное внимание, так как от этого зависит надёжность всего сооружения, а исправления дефектов изготовления фундаментов связаны с большими трудностями.

Повреждения фундаментов от некачественного строительства происходят вследствие дефектов, допускаемых при изготовлении основания и самих фундаментов.

Дефекты оснований возникают от неправильного производства земляных работ вследствие нарушения естественной структуры грунтов под подошвой фундаментов, отрывки котлована на большую глубину, чем предусмотрено проектом, промораживания грунтов основания.

Многие грунты характеризуются тем, что в природном залегании они достаточно плотные и малосжимаемые, но при увлажнении становятся сильносжимаемыми. К таким грунтам относятся глины, пылеватые суглинки и супеси. Глинистые грунты сильно разрушаются застойными водами в котлованах при длительных перерывах в работах по возведению фундаментов. В этом случае можно использовать старинный метод при устройстве основания. Для этого на дне котлована оставляют слой грунта толщиной 20...50 см, который удаляют непосредственно перед бетонированием фундамента.

Если в процессе производства работ дно котлована оказалось ниже проектной отметки, то необходимо выполнить подсыпку щебнем до проектной отметки с уплотнением грунта. Рыхлая, неравномерно уплотнённая песчаная подсыпка вызывает неравномерные осадки фундаментов, что приводит к образованию впоследствии трещин в стенах зданий. Особенно неблагоприятные условия создаются при подсыпках в зимних условиях.

Так, *при строительстве кирпичного семиэтажного дома* ленточный фундамент был заложен на хорошем плотном песчаном грунте. Перед сдачей здания в глухой стене высотой более 25 м появилась сквозная вертикальная трещина сверху вниз на всю высоту в середине её длины (рис. 1.1). Эта трещина, имея наверху значительное раскрытие, сходила на нет у цоколя.

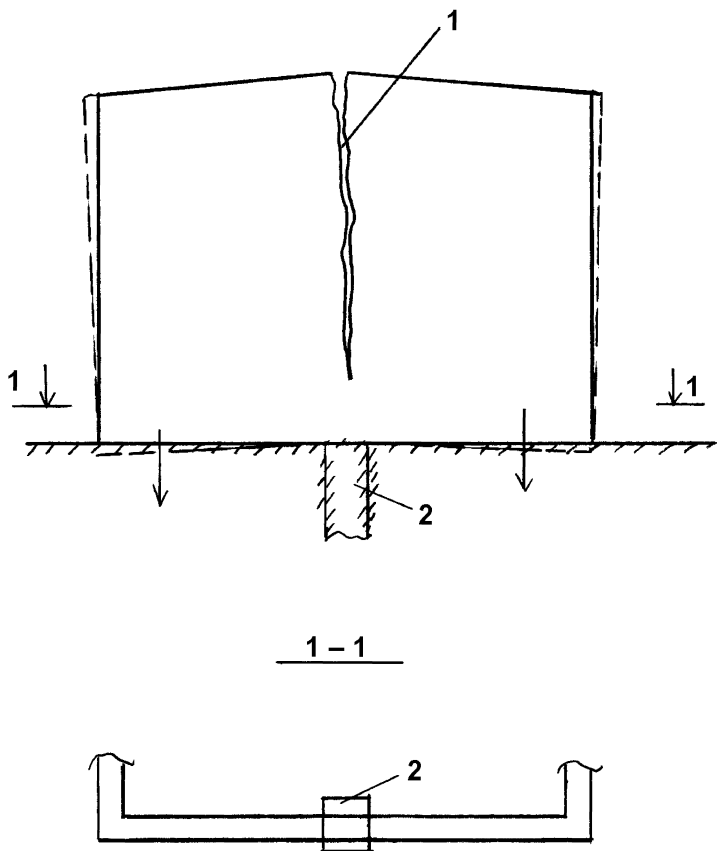


Рис. 1.1. Трещина в стене здания над местом забетонированного колодца в грунте:

1 – трещина; 2 – колодец

При выяснении причин оказалось, что при производстве работ по устройству котлована был обнаружен деревянный сруб колодца. Верхняя полусгнившая часть была разобрана и удалена, а сам колодец забетонирован. В массиве песчаного грунта образовался бетонный столб. Этот столб создал для стены жёсткую опору, и стена, свободно осаживаясь по своим концам, раскололась на две половинки.

Повреждения существующих зданий при примыкании к ним вновь строящихся зданий вызваны в основном из-за высыпания или деформации грунта под подошвами фундаментов существующего здания или отсутствия устройства осадочного шва между старой и новой частями здания.

На рис. 1.2 показан случай пристройки почти вплотную к существующему двухэтажному зданию нового многоэтажного здания с глубокими подвалами. Когда при копке котлована был обнажён фундамент существ-

вующего здания, то его торцевая стена дала осадку и наклон в сторону котлована, а в стенах появились осадочные трещины. При установке мощных подкосов, упоров и анкерных стяжек удалось укрепить повреждённое здание путём подведения столбов из кладки под низ существующего фундамента.

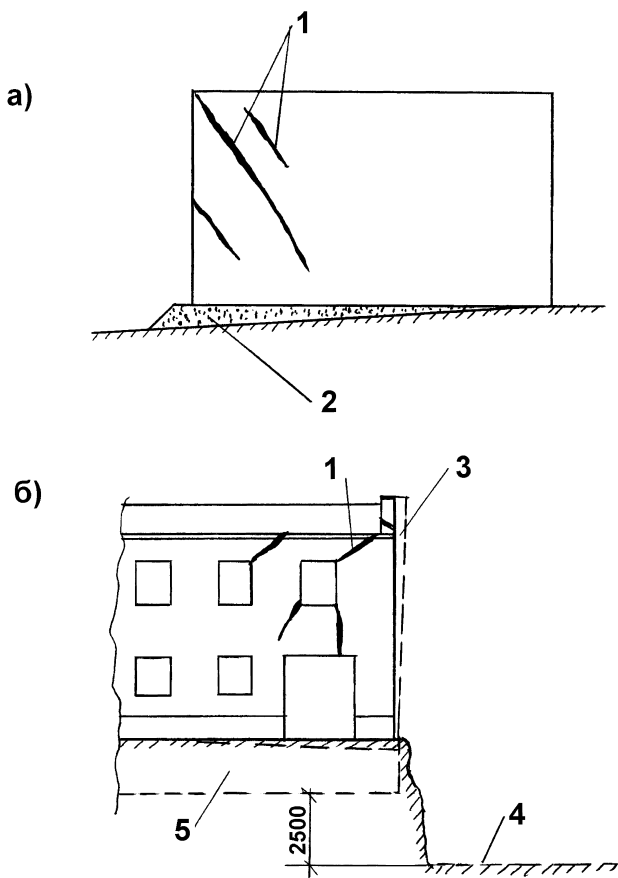


Рис. 1.2. Деформации зданий от дефектов оснований:

а – от неравномерных осадок при насыпных грунтах; *б* – при устройстве у существующего здания глубокого котлована; 1 – трещины; 2 – насыпной грунт; 3 – наклон торцевой стены и её осадка; 4 – котлован; 5 – существующий фундамент

В 2008 г. при реконструкции здания в Москве с углублением существующего пола подвала строители произвели разработку котлована внутри подвала ниже глубины подошв существующих фундаментов под стенами на 0,9 м без предварительного усиления фундаментов с увеличением глубины их заложения. При этом подошвы фундаментов были обнажены, а

грунт под подошвами фундаментов (среднезернистый песок) стал высыпаться, что грозило обрушением стен. Только благодаря своевременным принятым мерам удалось избежать аварии с обрушением здания.

Повреждения сооружений могут наступить от пучения грунта при его промораживании. Под действием отрицательных температур содержащаяся в порах грунта вода замерзает, увеличивая свой объем, что приводит к пучению грунтового основания и повреждению сооружения.

В грунтах (глины, суглинки, ил) при замерзании образуются отдельные фракции почвы и кристаллы льда, которые располагаются в виде линз или пластов. Грунтовые воды, проникая по капиллярам к границе замерзания, вызывают рост ледяных линз, которые значительно вспучивают грунт (вода при замерзании увеличивает свой объем на 9%).

Поскольку всегда имеется неоднородность грунтовых условий под фундаментами сооружения (разная влажность, температура и вид грунта), пучение часто приводит к неравномерным деформациям сооружения, разрушению фундаментов и перекрытий, образованию трещин в стенах (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Образование сквозных трещин в стенах от пучения грунта