

В.Г. Симагин

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО
ФУНДАМЕНТОВ ВБЛИЗИ
СУЩЕСТВУЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ
В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ**



В.Г. Симагин

**Проектирование и устройство
ФУНДАМЕНТОВ
вблизи существующих сооружений
в условиях плотной застройки**

**Обследование, инженерные изыскания, проектирование,
устройство, мониторинг**

**Второе издание,
переработанное и дополненное**



Издательство Ассоциации строительных вузов
МОСКВА 2010

ББК 38.654.1

С 67

УДК 624.15

Рецензенты:

профессор кафедры строительных конструкций, архитектуры
и геотехники Петрозаводского государственного университета,
доктор технических наук *А.Н. Петров*

профессор кафедры механики грунтов, оснований и фундаментов
Московского государственного строительного университета,
кандидат технических наук *Н.С. Никитина*

Симагин В.Г.

Проектирование и устройство фундаментов вблизи существующих
сооружений в условиях плотной застройки. – М.: Изд-во АСВ, 2010.
– 128 с.

2-е издание, переработанное и дополненное

ISBN 978–593093–703–9

Рассмотрен комплекс работ, возникающих при техническом обследовании, изысканиях, проектировании и устройстве оснований и фундаментов в стесненных условиях городской и промышленной застройки. Описаны повреждения существующих зданий, вызванные деформациями оснований от силовых и строительно-технологических воздействий со стороны возводимых в зоне влияния зданий и сооружений. Изложены особенности инженерных изысканий в зоне влияния, методы предотвращения повреждений (отказов) зданий как на стадии проектирования, так и при устройстве фундаментов (щадящие технологические режимы), мониторинг за техническим состоянием возводимых окружающих сооружений.

Для работников изыскательских, проектно-строительных и эксплуатационных организаций, а также студентов строительных специальностей.

ББК 38.654.1

ISBN 978–593093–703–9

© Симагин В.Г., 2010

© Издательство АСВ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	5
Общие положения	7
Глава 1. Обследование и оценка технического состояния существующих зданий, сооружений, расположенных вблизи нового строительства (в зоне риска).....	11
1.1. Общие положения	11
1.2. Визуальное обследование территории, прилегающей к обследуемому объекту.....	12
1.3. Обследование технического состояния существующих объектов	13
1.4. Последовательность оценки состояния и надежности сооружения	17
1.5. Оценка технического состояния зданий и сооружений	21
Глава 2. Деформации зданий при возведении вблизи них фундаментов мелкого заложения	31
2.1. Природа деформаций зданий и их оснований.....	31
2.2. Деформации зданий при разработке вблизи них строительных котлованов и траншей	35
2.3. Деформации зданий при строительном водопонижении	38
2.4. Деформации зданий при загрузении соседних с ними участков.....	41
2.5. Деформации зданий в результате нарушения естественной структуры грунта	43
Глава 3. Деформации зданий при погружении вблизи них шпунта и свай	45
3.1. Процессы, происходящие в грунтах при забивке и вибропогружении свай и шпунта	45
3.2. Деформации зданий при забивке вблизи них шпунта и свай	47
3.3. Явления отрицательного трения	51
3.4. Деформации зданий на свайных фундаментах при разработке вблизи них котлованов	52
Глава 4. Изыскания при застройке участков, расположенных вблизи существующих зданий	53
4.1. Общие положения	53
4.2. Особенности инженерно-геологических изысканий при проектировании вблизи существующих сооружений в условиях плотной застройки	55
Глава 5. Особенности проектирования и устройства фундаментов мелкого заложения, возводимых вблизи существующих зданий	59
5.1. Состав проекта защиты окружающей застройки в зоне влияния вновь строящегося здания (возможного риска)	59
5.2. Причины развития дополнительных (неравномерных) деформаций зданий при близком их расположении или непосредственном примыкании друг к другу.....	61
5.2.1. Методы оценки влияния строительства новых зданий на расположенные вблизи здания и сооружения	64
5.3. Особенности проектирования фундаментов и меры по уменьшению влияния нового здания на соседние	64

5.4. Безопасные методы производства земляных работ вблизи существующих зданий.....	71
5.5. Особенности устройства фундаментов вблизи существующих зданий на слабых грунтах	73
Глава 6	76
6.1. Особенности проектирования и устройства свайных фундаментов, сооружаемых вблизи существующих зданий	76
6.1.1. Рекомендуемые методы снижения динамического воздействия погружения свай на существующие здания.....	76
6.1.2. Организация работ	79
6.2. Работы по забивке свай и шпунта вблизи сооружений	79
Глава 7. Геотехнический контроль (геомониторинг) при возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки	85
7.1. Цели и задачи геомониторинга	85
7.2. Организация и проведение геотехнического мониторинга.....	87
7.3. Геотехнический контроль при производстве земляных работ	89
Глава 8. Восстановление конструкций зданий, поврежденных в результате развития дополнительной осадки при застройке смежных участков	90
8.1. Характеристика повреждений конструкций	90
8.2. Меры безопасности при возникновении повреждений конструкций	94
8.3. Изыскания для разработки проекта ремонта.....	96
8.4. Мероприятия по восстановлению конструкций зданий и сооружений, поврежденных дополнительной осадкой.....	97
8.5. Методы усиления наземных конструкций зданий и сооружений	98
8.6. Методы усиления оснований и фундаментов	102
Приложения	104
Приложение 1. ВСН 57-88(р) Госкомархитектуры «Положение по техническому обследованию жилых зданий».....	104
Приложение 2. Техническое задание на выполнение обследования состояния существующего здания (сооружения)	113
Приложение 3. Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий для строительства вблизи существующих сооружений	114
Приложение 4. Оценка состояния несущих конструкций, подвергшихся деформациям.....	115
Приложение 5. Нормативно-правовые акты, имеющие отношение к производству инженерных изысканий в Российской Федерации	120
Список литературы.....	124
Сведения об авторе.....	126

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время все чаще возникает необходимость возведения зданий различного назначения в районах сложившейся застройки, в устройстве протяженных зданий очередями, около существующих объектов или примыканий, заглубленных или подземных сооружений (переходов, гаражей, автостоянок, складских и торговых помещений, каналов для инженерных сетей), т.е. осуществления строительства в условиях плотной городской застройки. Подавляющее большинство подземных и заглубленных городских объектов гражданского назначения устраивается открытым или полужакрытым способом в котлованах с ограждающими конструкциями.

Реконструкция и техническое перевооружение промышленных предприятий включает в себя также часто уплотнение застройки промышленной зоны, установку крупногабаритного технологического оборудования, для которого требуется устройство открытым способом внутри сооружения массивных фундаментов глубокого заложения, замену конструкций и т.п.

Опыт свидетельствует — пренебрежение или *недоучет особых условий* такого строительства (изыскания, проектирование, выбор метода строительства нулевого цикла, защита окружающей застройки, эксплуатация) может приводить к появлению в конструкциях *ранее построенных* (существующих) зданий и сооружений *разрушений* (трещин, перекосов, сдвига и т.п.), т.е. нарушению нормальной эксплуатации (отказу), а иногда даже и к авариям. Особенно возрастает опасность деформаций (дополнительных неравномерных осадок) при наличии в основании фундаментов близко расположенных сооружений слабых или структурно-неустойчивых грунтов.

Первая книга, обобщающая опыт и результаты исследований и разработок ряда организаций (Ленинграда, Москвы, Киева, Уфы, Петрозаводска и др.), была издана «Стройиздатом» в 1986 г. (авторы С.Н. Сотников, В.Г. Симагин, В.П. Вершинин. «Проектирование и возведение фундаментов вблизи существующих сооружений», тираж 16 500 экз.), и быстро разошлась.

Нередко и сегодня в процессе проектирования и строительства в указанных условиях возникает большое число дополнительных факторов, трудно поддающихся учету.

В результате в *проектах* строительства в *стесненных условиях* допускаются недоработки, используются неэффективные решения при проектировании, а при производстве работ нулевого цикла иногда применяются такие методы (рискованные технологии производства работ нулевого цикла), которые приводят к развитию значительных *дополнительных неравномерных деформаций* оснований и повреждений конструкций *существующих зданий*, возле которых осуществляется новое строительство.

Важным фактором в условиях стесненной застройки является профессионализм участников, реализующих проект. Они должны эффективно использовать имеющиеся опыт, реальные условия и данные наблюдений (мониторинг).

При возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки необходимо осуществлять *мониторинг* за состоянием *возводимого* здания и *окружающих* его зданий и среды как в *период строительства*, так и в начальный *период эксплуатации*.

Второе издание этой книги, переработанное и дополненное автором, освещает основной комплекс вопросов, возникающих при обследовании существующих зданий и сооружений до начала проектирования новых объектов, инженерных изысканиях, проектировании и устройстве оснований и фундаментов в стесненных условиях городской и промышленной застройки. Приводится удачный и неудачный опыт строительства в условиях плотной застройки.

Книга может быть весьма полезна студентам строительных специальностей, инженерно-техническим работникам изыскательских, строительно-проектных и эксплуатационных организаций.

Изложенные в книге положения по проектированию и устройству фундаментов вблизи существующих сооружений в условиях плотной застройки приобретают особое значение в связи с введением с 1 января 2006 г. «Дополнений» в Градостроительный кодекс РФ (в ст. 47) от 31.12.2005 г. № 210-ФЗ (суть дополнений изложена ниже в разделе «Общие положения»).

Автор выражает глубокую признательность рецензенту Алексею Николаевичу Петрову, доктору технических наук, профессору кафедры строительных конструкций, архитектуры и геотехники Петрозаводского государственного университета, за ценные замечания и пожелания при подготовке рукописи.

Все замечания и пожелания относительно содержания книги, которые будут с благодарностью приняты автором, просьба направлять по адресу: 186910, Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, Петрозаводский государственный университет, В. Г. Симагину.

Анализ деформаций и аварий, как правило, достаточно сложен, так как к аварийным ситуациям обычно приводит целый комплекс причин, ряд из которых может быть не всегда очевиден

Глава 1

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ ВБЛИЗИ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА (В ЗОНЕ РИСКА)

1.1. Общие положения

Опыт показывает, что недоучет технического состояния *существующих* зданий и сооружений, конструктивных решений *фундаментов* и условий *строительства нового объекта* может приводить к появлению *дополнительных*, часто неравномерных осадок, а в стенах — дополнительных значительных трещин, перекосов и сдвигов конструкций, разрушению, т.е. к нарушению нормальной эксплуатации существующих зданий (к отказу), а иногда даже к авариям. Поэтому оценка технического состояния существующих вблизи зданий (в зоне риска) *до начала проектирования* нового объекта, данные технического обследования должны быть точными и исчерпывающими. По оценке технического состояния существующих зданий и сооружений в стесненных условиях (в зоне риска) проводят с учетом требований СП 13-102-2003 и др. следующие работы:

1. Изучение истории строительства, эксплуатации, материалов прежних обследований, инженерно-геологических условий.
2. Визуальное обследование территории, прилегающей к обследованному объекту.
3. Визуальный осмотр, техническая диагностика и обследование состояния существующих сооружений.
4. Выявление характерных мест повреждений (разрушений):
 - 1) стен, несущих конструкций;
 - 2) цоколя, отмостки;
 - 3) фундамента, стен, подвала;
 - 4) основания;
 - 5) гидроизоляции, дренажа.
5. Анализ системы «сооружение—фундамент—основание», установление характера и причин деформаций (трещин, осадок, кренов, сдвигов).
6. Проведение дополнительных расчетов исследований, испытаний, организация наблюдений (мониторинг).
7. Техническое заключение о состоянии сооружений, выводы и рекомендации для учета при проектировании и устройстве оснований и фундаментов новых объектов в зоне риска.

Особенно возрастает опасность возникновения подобных явлений в неблагоприятных инженерно-геологических (ИГУ) и гидрогеологических (ГГУ) условиях и в сооружениях, имеющих значительный физический износ и архитектурно-историческую ценность (категорию состояния сооружений).

Стесненные условия строительной площадки часто диктуют технологию производства работ (технологический регламент), которая реализуется, прежде всего, в проектной и исполнительной документациями: ПОС, ППР, технологические карты.

При планируемом новом строительстве в указанных выше условиях заказчиком и генеральным проектировщиком, с привлечением заинтересованных организаций, эксплуатирующих окружающие объекты, должен быть решен вопрос о *техническом обследовании* зданий в зоне влияния нового строительства (приложение 1).

Обследование технического состояния объектов производится с целью определения возможности восприятия, или дополнительных деформаций, или динамических воздействий от возможного влияния осуществляемого вблизи них нового строительства, а также разработки в случае необходимости мероприятий по усилению их конструкций или укрепления грунтов оснований.

Зоной влияния (зоной риска) считается зона *деформаций основания* и конструкций существующего здания и влияние *производства* работ нулевого цикла по строительству нового объекта.

Очень часто возникает необходимость решения *экологического* и *геологического* риска, что делает обязательным при проектировании и строительстве проведение мероприятий по снижению интенсивности опасных процессов и повышению стабильности окружающей, в том числе геологической, среды. Разработка таких мероприятий должна производиться в составе *проекта нового строительства* и основываться на результатах комплексного обследования и мониторинга состояния окружающей среды на стадиях инженерных изысканий, строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

1.2. Визуальное обследование территории, прилегающей к обследуемому объекту

При обследовании территории оценивают естественные и техногенные факторы:

- 1) состояние территории вблизи зданий и *благоустройство* участка (наличие асфальтирования, земельных насаждений, газонов, отвалов грунта, складирования материалов и т.п.);
- 2) вертикальную *планировку* (общий уклон площадки, наличие местных понижений (оврагов), углублений, террас, подпорных стенок и т.п.);
- 3) организацию отвода *поверхностных вод* — техногенный микрорельеф (состояние водоотводных канав, кюветов, оврагов, ручьев, водопропускных сооружений — труб и др.);
- 4) состояние подъездов, тротуаров, отмосток (уклоны, ширина, просадки, вспучивание, наличие трещин, выбоин, щелей в местах примыкания отмосток к зданию, тротуаров и т.п.);

- 5) наличие подсыпки и вид грунта у стен здания выше уровня горизонтальной гидроизоляции стен;
- 6) возможность проникновения поверхностных и подземных вод к зданию и особенно под фундаменты здания (наличие и состояние дренажей, ливневой канализации и др.).

Все отмеченные недостатки в дальнейшем учитываются при подготовке технического заключения и геотехнического обоснования.

1.3. Обследование технического состояния существующих объектов

Цели технического обследования: выявление дефектов и неисправностей зданий или сооружений в целом и его строительных конструкций (физического износа), установление причин их возникновения, выявление, оценка и использование запасов прочности, имеющихся в конструкциях, прогнозирование поведения конструкций, сооружения при новом строительстве.

Лица, производящие обследования, должны быть хорошо знакомы с возможными дефектами обследуемых конструкций здания или сооружения. Нужно согласовать с владельцем объекта сроки проведения обследования.

До начала обследования следует изучить:

- опыт проектирования и строительства существующих в этот период зданий и сооружений;
- применявшиеся конструктивные решения, строительные материалы за период, охватывающий время строительства и эксплуатации подлежащих обследованию зданий и сооружений;
- действительную работу конструкций на реальные эксплуатационные нагрузки.

Изучение проектно-технологической документации производится в целях определения: периода строительства, времени проведения ремонтов, надстроек, изменения условий эксплуатации, конструктивного решения здания или сооружения, расчетных нагрузок и воздействий, размещения оборудования, инженерно-геологических условий строительства и эксплуатации.

Кроме проектной документации должны быть изучены акты на скрытые работы, акты передачи в эксплуатацию, паспорт-сертификаты на материалы и сборные элементы, общий и специальный журналы производства работ (ППР), технический паспорт на объект, документы о проведенных ремонтах, усилениях, перепланировке, реконструкциях и др. В период обследования должны быть установлены отступления, если таковые имеются, от проектных данных и эксплуатационных требований:

- по объемно-планировочным решениям;
- по конструктивным решениям;
- по виду и характеру нагрузок;
- по производству работ.

Нередко весьма ценные сведения можно выявить из бесед с рабочими, инженерно-техническими работниками (ИТР), обеспечивающими эксплуатацию и технологический процесс обследуемого объекта, т.е. историю объекта.

Техническое обследование жилых зданий проводится в соответствии с СП 13-102-2003, ВСН 57-88(Р) Госкомархитектуры и др. Во время обследования квартир обязательно присутствие жильцов, которых необходимо известить заранее.

При оценке надежности здания анализ нужно начинать на уровне «элемент системы» и выявлять главные причины деформаций, оценить их с качественной и количественной стороны, определить общее состояние сооружения и отдельных его конструктивных элементов (категорию состояния). Для решения этих вопросов сложилась последовательность проведения работ по оценке состояния здания или сооружения.

Техническое обследование зданий может быть полным или выборочным и обычно выполняется в два этапа (на основании задания технического обследования объекта, см. приложение 1):

1. Визуальный осмотр, сбор исходной деформации, определение общего состояния конструкций (по внешним признакам), определение состава и объема работ для детального обследования.
2. Визуально-инструментальный — детальный осмотр с фиксацией раскрытия трещин, обмерочные работы, инструментальные обследования.

Визуальное обследование, как правило, является сплошным, а инструментальное — выборочным или сплошным.

Техническое обследование — это процесс, который включает контроль, испытания, анализ и оценку оснований и конструкций в целях выяснения:

- 1) эксплуатационных качеств;
- 2) причин повреждений (отказа);
- 3) целесообразности ремонта или усиления;
- 4) прогнозирования поведения конструкций в будущем при строительстве в условиях плотной застройки.

Техническое состояние элементов здания устанавливают на основании оценки физического износа с помощью таблицы физического износа конструкций в элементах здания (Правила оценки физического износа жилых зданий. ВСН 53-86р / Госгражданстрой. — М., 1988).

При *техническом* обследовании большой объем информации о состоянии и поведении зданий дают трещины (рис. 1.1—1.4, приложение 4).

При диагностике трещин учитывают (рис. 1.2):

- 1) неравномерность осадки $\Delta S/L > (\Delta S/L)_U$ — трещины обычно редкие, наклонные, сквозные, с разной шириной раскрытия по длине;
- 2) перегрузки — трещины обычно частые, вертикальные, сквозные, с малым раскрытием;
- 3) температурные деформации — трещины вертикальные и наклонные, с малым раскрытием, равномерные по ширине или сужаются к обоим концам;
- 4) усадки материала — трещины местные, взаимно пересекающиеся, частые, с малым раскрытием по ширине или сужающиеся к обоим концам;
- 5) динамические воздействия — трещины взаимно пересекающиеся, наклонные, с небольшим раскрытием, вертикальные между частями сооружения, имеют разную жесткость (или ширину);

Следует учитывать три характеристики осадок сооружения:

- 1) максимальную величину осадки $S_{\text{макс}}$;
- 2) разность осадок соседних частей, которая приводит к их относительно-му повороту (ΔS);
- 3) разность осадок фундамента, которая приводит к деформациям и искажениям всей конструкции.

Неравномерность осадок в слоистых беспорядочных отложениях рассчитывают при наилучших и наихудших значениях расчетных характеристик грунтов. Определяют разность осадок соседних фундаментов, соответствующую наилучшим условиям, под одним ($S_{\text{мин}}$), наихудшим — под другим ($S_{\text{макс}}$) из них. В зависимости от характера сооружения, его чувствительности воздействие величин (2 и 3) может иметь серьезные последствия.

Трещины от *перегрузки* участка кладки (стен, простенков, пилястр, столбов) — силовые — могут вызвать расслоение, выпучивание и обрушение этих участков и расположенной выше кладки (см. рис. 1.1, б).

Трещины *температурного* происхождения ослабляют участки стен под опорами балок и перемычек (см. рис. 1.1, д).

Трещины от *вибрации* (динамических воздействий, забивки свай, транспорта) и *усадочные* трещины также снижают надежность отдельных конструктивных элементов и здания в целом (см. рис. 1.1, з, е).

Для обеспечения прочности конструкций и здания в целом ограничиваются раскрытие в них трещин, а также взаимные смещения конструктивных элементов здания по *экономическим, экологическим, эксплуатационным и эстетическим* соображениям (см. приложение 2). Конструкции здания необходимо рассчитывать на неравномерные деформации основания (ΔS , $\Delta S/L$), т.е. по второй группе предельных состояний (II ГПС).

Трещины, влияющие на несущую способность:

- 1) *силовые* трещины, указывающие на аварийное состояние несущих конструкций; располагаются, как правило, перпендикулярно действию главных растягивающих напряжений (например, вертикальные в кирпичных простенках нижних этажей зданий); обрушение может быть внезапным (см. приложение 2);
- 2) трещины, увеличивающие *водопроницаемость* (в резервуарах, трубах, стенах подвалов и др.);
- 3) трещины, снижающие *долговечность* конструкций (плит, балок, колонн и др.) из-за интенсивной коррозии арматуры (проходят вдоль корродируемых арматурных стержней);
- 4) трещины «обычные», не вызывающие опасений в надежности конструкций (ширина раскрытия «обычных» трещин не должна превышать величин, указанных в СНиП, ГОСТ).

Обычно в здании появляется несколько видов трещин, причинами появления которых служат факторы: осадочные, пучения, температурные, силовые и др.

Учебное издание

Валентин Григорьевич Симагин

**Проектирование и устройство
ФУНДАМЕНТОВ
вблизи существующих сооружений
в условиях плотной застройки**

Обследование, инженерные изыскания, проектирование,
устройство, мониторинг

Редактор: *Г. М. Мубаракшина*
Компьютерная верстка: *В. Ю. Алексеев*
Компьют. дизайн обложки: *Н. С. Романова*
Компьют. набор: *Н. Б. Осауленко*

Диапозитивы предоставлены издательством

Подписано в печать 10.11.2009. Формат 60×90 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.
Усл. 8 п. л. Тираж 1000 экз. Заказ №

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации: оф. 511
тел., факс: (499) 183-56-83
http://www.iasv.ru, e-mail: iasv@mgsu.ru