

**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         |
| <b>Глава 1. Обследование и оценка технического состояния существующих зданий, сооружений, расположенных вблизи нового строительства (в зоне риска).....</b> | <b>11</b> |
| 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        |
| <b>Глава 2. Деформации зданий при возведении вблизи них фундаментов мелкого заложения .....</b>   | <b>31</b> |
| 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        |
| <b>Глава 3. Деформации зданий при погружении вблизи них шпунта и свай .....</b>   | <b>45</b> |
| 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        |
| <b>Глава 4. Изыскания при застройке участков, расположенных вблизи существующих зданий .....</b>  | <b>53</b> |
| 4.1. Общие положения .....  | 53        |
| 4.2. Особенности инженерно-геологических изысканий при проектировании вблизи существующих сооружений в условиях плотной застройки .....                     | 55        |
| <b>Глава 5. Особенности проектирования и устройства фундаментов мелкого заложения, возводимых вблизи существующих зданий .....</b>                          | <b>59</b> |
| 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         |
| <b>Глава 6</b> .....   | <b>76</b>  |
| 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         |
| <b>Глава 7. Геотехнический контроль (геомониторинг) при возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки</b> .....             | <b>85</b>  |
| 7.1. Цели и задачи геомониторинга .....  | 85         |
| 7.2. Организация и проведение геотехнического мониторинга.....   | 87         |
| 7.3. Геотехнический контроль при производстве земляных работ .....   | 89         |
| <b>Глава 8. Восстановление конструкций зданий, поврежденных в результате развития дополнительной осадки при застройке смежных участков</b> ..... | <b>90</b>  |
| 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        |
| <b>Приложения</b> .....  | <b>104</b> |
| 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 каналов, 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 ( $\Delta S$ );
- 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 ( $\Delta S$ ,  $\Delta S/L$ ), 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 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
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](mailto:iasv@mgsu.ru)