



КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ТЕМЕ:
**«ОБСЛЕДОВАНИЕ И
ИСПЫТАНИЕ
СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ»**
Лекция № 3

«Обследование оснований и фундаментов.
Дефекты оснований и фундаментов»

Надежность и долговечность зданий в значительной степени зависят от состояния их фундаментов и надежности оснований. Особенно это важно при реконструкции зданий и сооружений.

При строительстве вновь возводимых зданий рядом с существующими, последние претерпевают дополнительные, а иногда недопустимые деформации.

Основными причинами развития дополнительных деформаций являются: *уплотнение грунта под воздействием нагрузок, передаваемых новым зданием; смещение шпунта при отрывке рядом с существующим фундаментом котлованом; выпора грунта в сторону котлована и пр.*

1 Причины неравномерных осадок фундаментов

- низкая несущая способность грунтов;
- неполноценность инженерно-геологических изысканий, в результате которых могут быть пропущены отдельные линзы слабых грунтов (торфяных, илистых, пылеватых);
- воздействие карстово-суффозионных процессов с возможным образованием провальных воронок в зоне расположения зданий и сооружений;
- нарушение оснований в котлованах, колодцах, траншеях вследствие механических повреждений при разработке землеройными машинами;
- переувлажнение и разжижение грунта при затапливании котлованов;
- укладка фундаментных блоков на неуплотненный грунт;
- нарушения, вызванные замораживанием пучинистых грунтов из-за несвоевременной засыпки и защиты оснований под фундамент от промерзания;

- недоучет особенностей вечномерзлых грунтов и изменений их прочностных характеристик под влиянием сезонного оттаивания верхнего деятельного слоя;
- использование в качестве оснований насыпных грунтов без надлежащего послойного уплотнения;
- возведение зданий и сооружений на территории бывших оврагов и глубоких выемок, засыпанных строительным мусором и посторонними предметами;
- изменение физико-механических свойств грунтов при подъеме и понижении уровня грунтовых вод;
- изменение гидрогеологических условий при благоустройстве территории (отводе подземных вод и рек в систему коллекторов; спуске на территорию строительства агрессивных производственных вод, проникающих в грунт и действующих отрицательно на подземные сооружения);
- аварии подземных коммуникаций (водопровод, канализация, горячее снабжение), что приводит к водонасыщению и разжижению грунта;
- просадка и обвалы в сооружениях, вызванные сильной вибрацией.

2 Контролируемые параметры оснований и фундаментов

- Состояние прилегающей территории (отвод поверхностных вод от здания, наличие и состояние отмостки, признаки техногенных обводнений грунтов у здания)
- Состояние цоколя и стен подвала (увлажнение, коррозия, трещины)
- Тип и глубина заложения фундаментов
- Физико-механические характеристики грунтов основания
- Уровень грунтовых вод
- Физико-механические характеристики материалов фундаментов
- Деформации грунтов основания, фундаментов и надфундаментных конструкций

3 Методы инструментального исследования оснований и фундаментов

Детальному обследованию подлежат все конструкции фундаментов, в которых при визуальном осмотре обнаружены дефекты

В зависимости от цели обследования и предполагаемого вида ремонта *выполняют следующие работы:*

- отрывка шурфов
- бурение скважин (выработок) с отбором образцов грунта и определением уровня грунтовых вод
- зондирование грунтов, испытание грунтов штампами или прессиометрами, исследование грунтов геофизическими методами
- лабораторные исследования грунтов и анализ воды
- исследования свойств материалов фундаментов (разрушающими и неразрушающими методами)

Состав, объем и методы обследования оснований и фундаментов существующего здания намечают в зависимости от целей нового строительства или реконструкции в соответствии с МГСН 2.07-97, СП 11-105-97 и ГОСТ 27751-88.

До начала работ по обследованию оснований и фундаментов должно быть получено разрешение (ордер) на проходку шурфов, бурение скважин, зондирование [Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции / Москомархитектура, 1998].

Отрывка шурфов

Шурфы выполняются:

- для определения конструкции и материалов фундаментов;
- для выявления причин обводнения подвала;
- для проектирования углубления подвала.

При инструментальном обследовании число шурфов следует принимать [ВСН 57-88(р)]:

Размер здания в секциях*

Число шурфов

1

3

2

5

3-4

7

Более 4

10

* За секцию принимается часть здания с лестничной клеткой или длиной не более 30 м.

Глубина шурфов не должна превышать глубины заложения фундаментов более чем на 0,5 м.

Минимальный размер шурфов в плане следует принимать:

Глубина заложения фундамента, м	Площадь сечения шурфа, м ²
До 1,5	1,25
1,5-2,5	2
Более 2,5	2,5 и более

При значительной ширине фундаментов размер шурфа может быть увеличен.

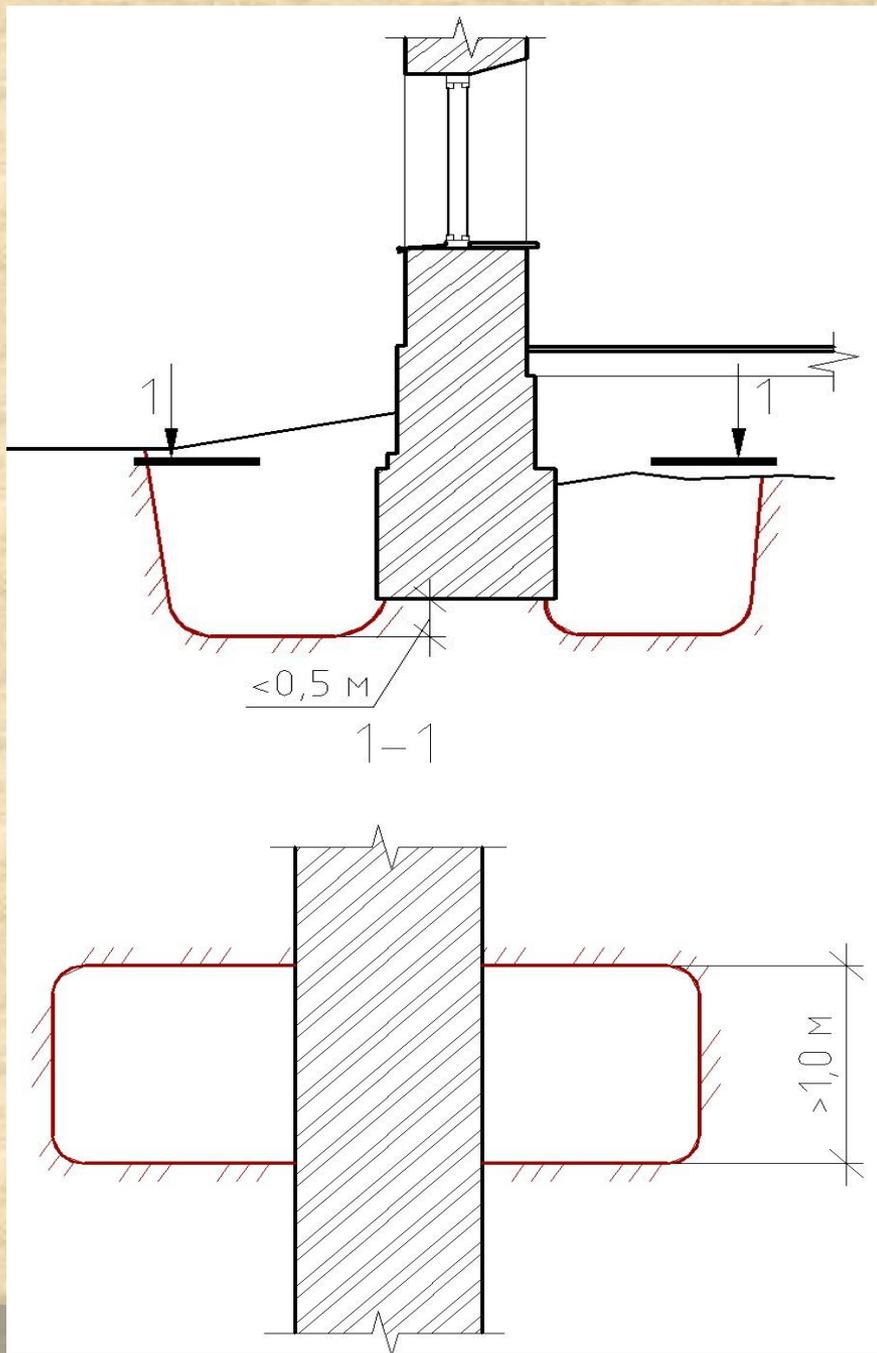
Для ленточных фундаментов *длина* обнажаемого фундамента должна быть не менее 1 м.

Шурфы закладываются *с одной или двух сторон* обреза фундамента:

- односторонние шурфы выполняются у самонесущих и внутренних стен;
- двусторонние шурфы – у несущих и наружных стен.

Ширину подошвы фундамента и глубину его заложения определяют по натурным обмерам.

Отметка заложения фундамента определяется нивелированием.



Бурение скважин

Разведочные выработки (скважины) выполняются для исследования свойств грунтов ниже подошвы фундаментов.

Скважину рекомендуется бурить со дна шурфа.

В зависимости от размера здания число выработок принимается:

Размер здания в секциях*	Число скважин
1-2	4
3-4	6
Более 4	8

* За секцию принимается часть здания с лестничной клеткой или длиной не более 30 м.

Глубина заложения выработок должна назначаться исходя из **глубины активной зоны основания** с учетом класса и конструктивных особенностей здания, а в сложных геологических условиях определяется также глубиной термоактивной зоны, зоны набухания, зоны просадочных грунтов и т. д.

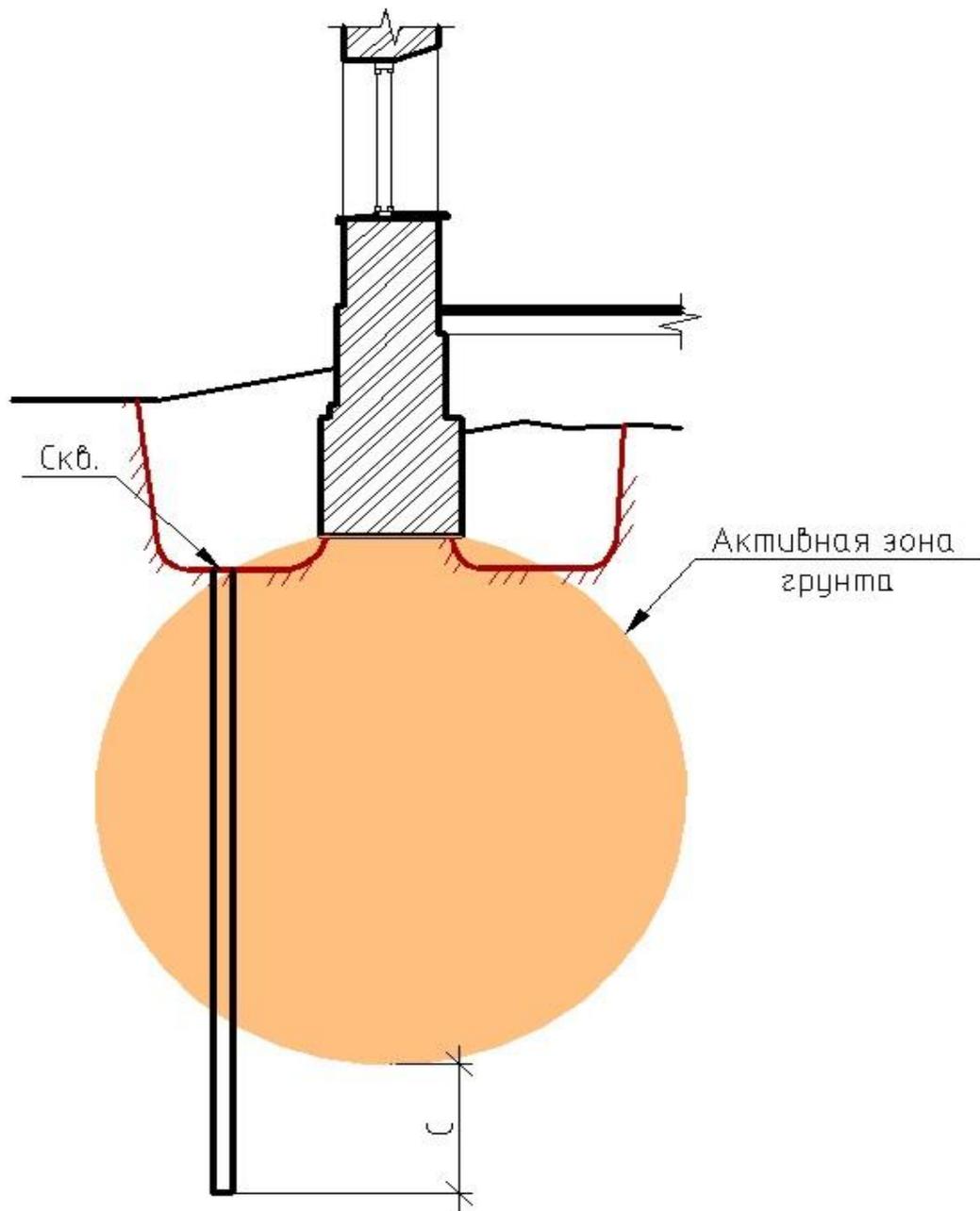
Глубина заложения выработок (скважин) h , м определяется по формуле:

$$h = h_1 + h_{\text{ак}} + c,$$

где h_1 - глубина заложения фундаментов от поверхности земли, м;

$h_{\text{ак}}$ - глубина активной зоны основания, м;

c - постоянная величина, равная для зданий до трех этажей 2 м, свыше трех этажей - 3 м.



Исследование свойств грунтов

- Физико-механические характеристики грунтов следует определять по образцам, отбираемым в процессе обследования. Количество и размеры образцов грунта должны быть достаточными для проведения комплекса лабораторных испытаний.
- Интервалы определения характеристик по глубине, число частных определений деформационных и прочностных характеристик грунтов должны быть достаточными для вычисления их нормативных и расчетных значений по СНиП 2.02.01-83.
- Отбор образцов грунта, их упаковка, хранение и транспортирование осуществляется в соответствии с ГОСТ 12071.

Обследование материалов фундаментов

- Обследование материалов фундаментов должно выполняться *неразрушающими методами или лабораторными испытаниями.*
- *Пробы для лабораторных испытаний отбирают в тех случаях, когда прочность материалов фундаментов является решающей* при определении возможности дополнительной нагрузки или в случае обнаружения разрушения материала фундамента.
- Из материалов *ленточных фундаментов* отбирают *не менее 5 образцов.*
- *Количество образцов и мест исследования материалов свай* следует принимать:

Размер здания в секциях	Деревянные сваи и ростверки	Ж.б. сваи и ростверки
1-2	3	2
3-4	6	4
Более 4	9	6

- После окончания обследования шурфы и выработки должны быть тщательно засыпаны с послойным трамбованием и восстановлением покрытия.
- Во время рытья шурфов и ведения обследования необходимо принимать меры, предотвращающие попадание в шурфы поверхностных вод.

4 Контроль за деформациями

- **Геотехнический мониторинг** - комплекс работ, который может проводиться в период строительства объекта или его реконструкции, а также в течение не менее 1 года после завершения строительства или реконструкции; включает систему наблюдений за подземными и надземными конструкциями (контроль деформаций).
- Измерение деформаций производят в соответствии со СНиП 3.01.03-84, ГОСТ 24846-81, СП 11-104-97 и Руководством по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений (1975).
- Для проведения измерений устанавливают:
 - **реперы** - исходные геодезические знаки высотной основы;
 - **марки** - контрольные геодезические знаки, размещаемые на зданиях и сооружениях, для которых определяются вертикальные перемещения.

Реперы должны размещаться:

- в стороне от сооружений и территорий, где возможно разрушение или изменение положения репера;
- вне зоны распространения давления от здания или сооружения;
- на расстоянии от здания (сооружения) не менее тройной толщины слоя просадочного грунта;
- на расстоянии, исключающем влияние вибрации от транспортных средств, машин, механизмов;
- в местах, где в течение всего периода наблюдений возможен беспрепятственный и удобный подход к реперам для установки геодезических инструментов.

Допускается использовать в качестве реперов набивные или забивные сваи, верхним концом выступающие на поверхность, с соответствующим оформлением верхней части сваи.

Число реперов должно быть *не менее трех*.
После установки репера на него должна быть передана *высотная отметка от геодезической высотной сети*.

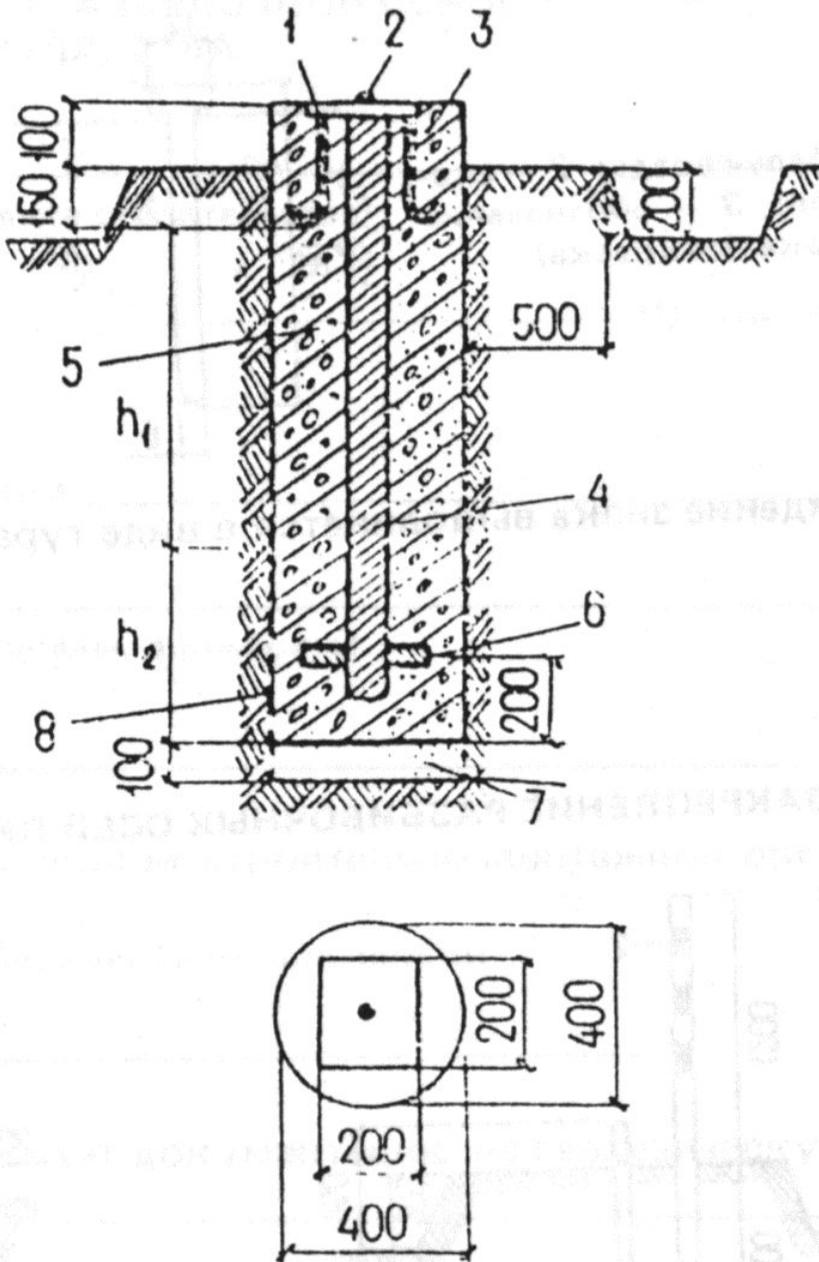
При значительном (более 2 км) удалении пунктов геодезической сети от устанавливаемых реперов допускается принимать *условную систему высот*.

На каждом репере должны быть обозначены *наименование организации*, установившей его, и *порядковый номер знака*.

Установленные реперы сдаются на сохранение строительной или эксплуатирующей организациям по актам.

Конструкция репера:

1 – металлическая пластина 200x200x15 мм; 2 – заклепка из металла; 3 – анкер $\phi 15$ мм; 4 – металлическая труба $\phi 50-70$ мм; 5 – бетон классов В7,5-В12,5; 6 – якорь; 7 – песок; 8 – два слоя рубероида; h_1 – соответствует наибольшей глубине промерзания грунта; h_2 – определяется по таблице СНиП 3.01.03 в зависимости от h_1 .



Марки

Марки устанавливаются:

- в нижней части несущих конструкций по всему периметру здания (сооружения),
- внутри здания,
- на углах,
- на стыках строительных блоков,
- по обе стороны осадочного или температурного шва,
- в местах примыкания продольных и поперечных стен,
- на поперечных стенах в местах пересечения их с продольной осью,
- на несущих колоннах,
- вокруг зон с большими динамическими нагрузками,
- на участках с неблагоприятными геологическими условиями

Вертикальные перемещения измеряют одним из следующих **методов** или их комбинированием:

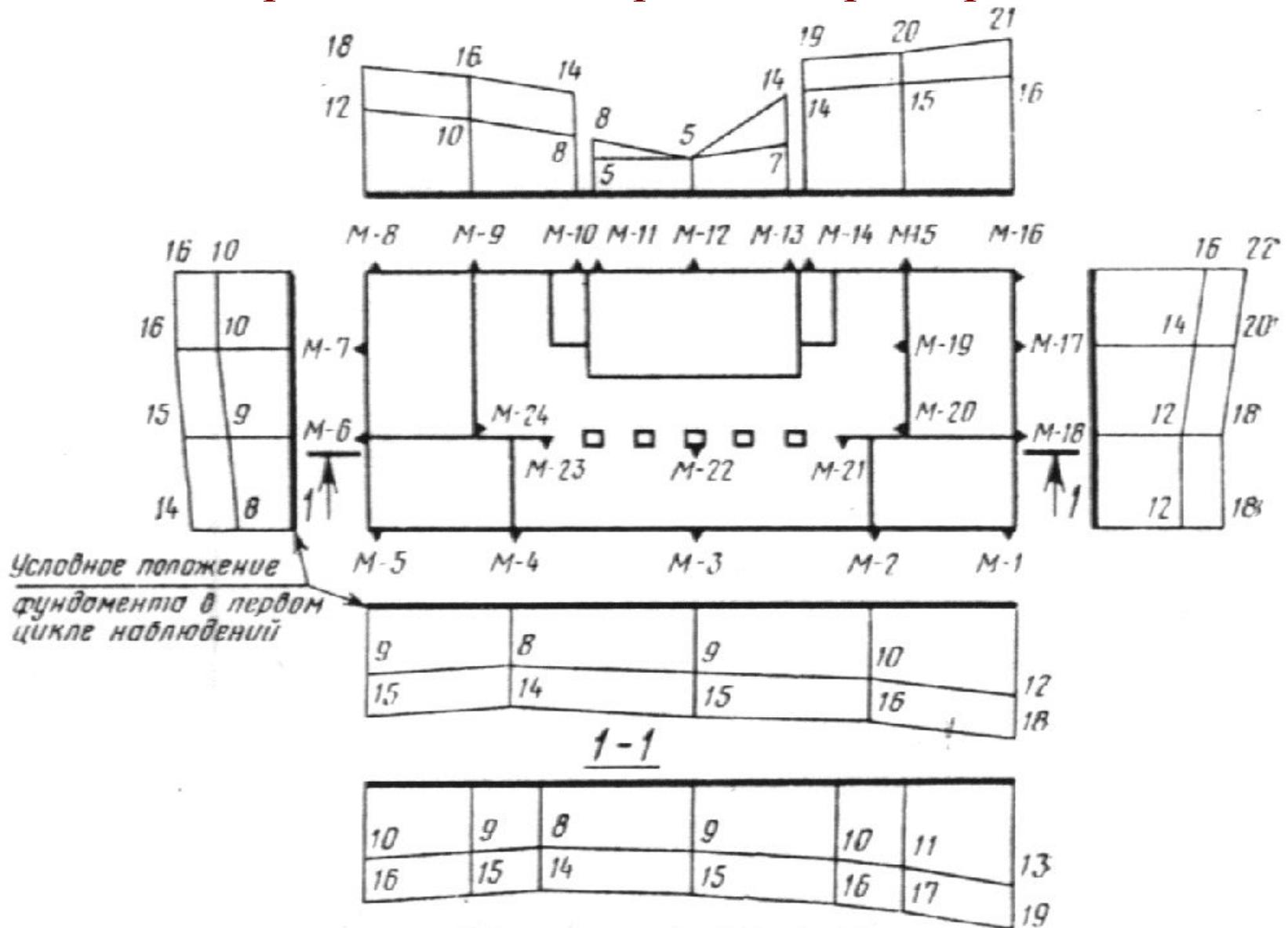
- *геометрическим,*
- *тригонометрическим или гидростатическим нивелированием,*
- *фотограмметрии*

В процессе работ проводится *камеральная обработка* полученных результатов и сравнение расчетных и наблюдаемых величин деформаций.

По результатам наблюдений оформляются:

- геологический разрез основания фундаментов;
- план здания или сооружения с указанием мест расположения марок;
- графики и эпюры перемещений, кренов и развития трещин во времени;
- отчет с описанием наблюдений, анализом причин возникновения деформаций и выводами о результатах наблюдений

Схема расположения марок и эпюры перемещений





**Трещины в
конструкциях
жилого дома по ул.
Депутатская, 28
в результате
неравномерной
осадки основания**



**Трещины в конструкциях жилого дома по ул.
Горького в результате неравномерной осадки
основания**



**Трещины по
фасаду жилого дома
по ул. Советская, 12
в результате
неравномерной
осадки основания**

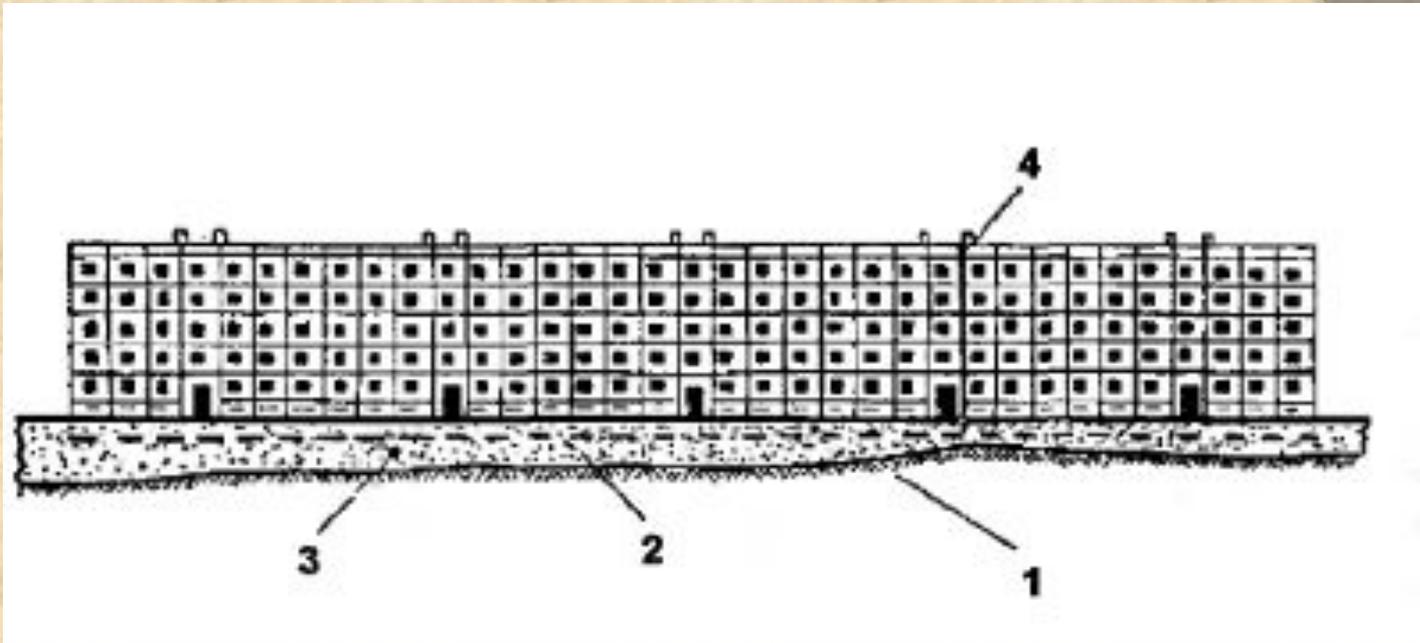


Схема деформации крупнопанельного жилого дома при сильной неравномерной деформации грунтового основания в результате его замачивания:

1 – скальный грунт; 2 – суглинок; 3 – поврежденная водопроводная труба; 4 – трещина

Весь комплекс работ по обследованию фундаментов и оснований разделяется на следующие этапы:

Первый этап – сбор и обобщение сведений по истории строительства и эксплуатации здания или сооружения, детальное изучение технической документации.

Второй этап – обследование окружающей местности, надземных конструкций здания или сооружения, системы отвода поверхностных вод, состояние соседних зданий и сооружений. Обследование здания или сооружения начинают с внешнего осмотра конструкций, производят необходимые замеры и, если есть необходимость, отбирают образцы для определения прочности. Для выявления процесса деформаций во времени необходимо установить наблюдение путем устройства маяков.

Третий этап – обследование фундаментов и грунтов основания зданий и сооружений.

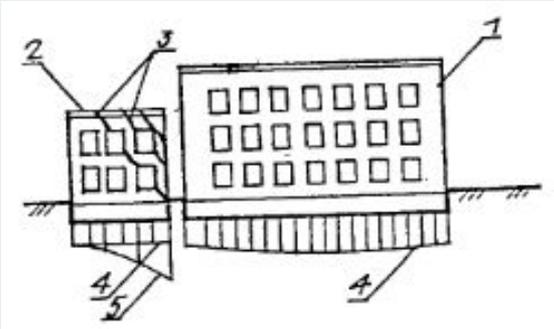
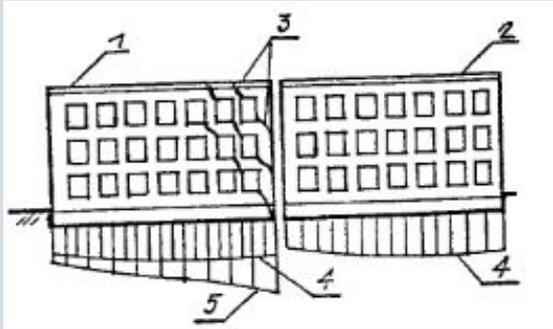
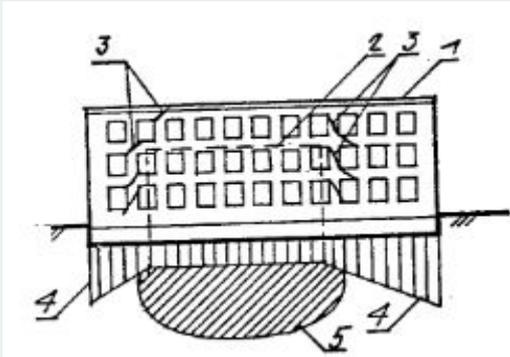
Обследование фундаментов производится из шурфов, число и размер которых определяются размерами и конфигурацией объекта, грунтовыми условиями и целями обследования. Обычно шурфы закладывают в аварийной зоне, если деформации здания обусловлены аварийным состоянием оснований и фундаментов. Целесообразно производить обследование фундаментов и оснований и вне этой зоны, чтобы сравнить результаты.

При реконструкции зданий и сооружений обследуются фундаменты всех характерных стен и колонн. При частичной надстройке работы по обследованию фундаментов производят на участке застройки. В качестве дополнительных точек обследования назначаются места резкого изменения высоты здания, изменения глубины заложения фундаментов и пр.

При обследовании фундаментов в открытых шурфах уточняют тип фундамента, форму, размеры в плане, глубину заложения. Одновременно выявляют выполненные ранее подводки и усиления, дефекты кладки, определяются прочность тела фундамента, наличие гидроизоляции. С помощью натуральных обмеров определяют ширину подошвы фундамента и глубину его заложения. Ширину подошвы фундамента в наиболее нагруженных участках рассчитывают в двусторонних шурфах.

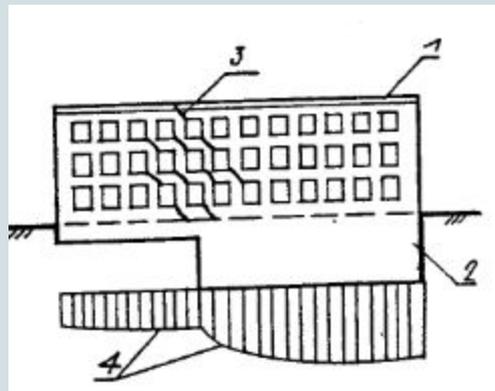
У свайных фундаментов замеряется диаметр или размеры поперечного сечения свай, шаг, количество свай на 1 м длины.

**Оценка деформаций зданий в
зависимости от их условий
строительства и эксплуатации**

Деформации	Схема	Обозначения
<p style="text-align: center;">1</p> <p>Деформации при возведении нового здания возле существующего</p>	<p style="text-align: center;">2</p> 	<p style="text-align: center;">3</p> <p>1 – возводимое новое здание; 2 – существующее здание; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – эпюра осадок фундаментов; 5 – эпюра дополнительных осадок фундамента существующего здания</p>
<p>Деформации при возведении зданий в несколько очередей</p>		<p>1, 2 – соответственно здания первой и второй очередей строительства; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – эпюра осадок фундаментов; 5 – эпюра дополнительных осадок фундаментов</p>
<p>Деформации при строительстве нового здания на месте снесенного</p>		<p>1 – возводимое новое здание; 2 – существующее ранее здание; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – эпюра осадок фундаментов нового здания; 5 – граница зоны уплотнения грунта</p>

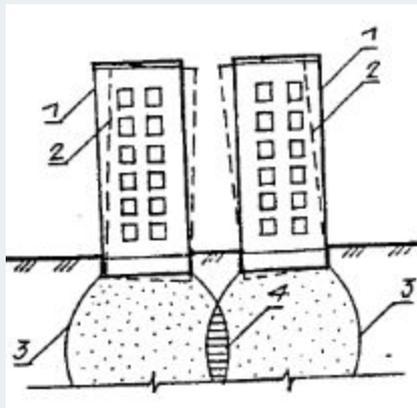
1

Деформации при неправильном устройстве фундаментной части здания



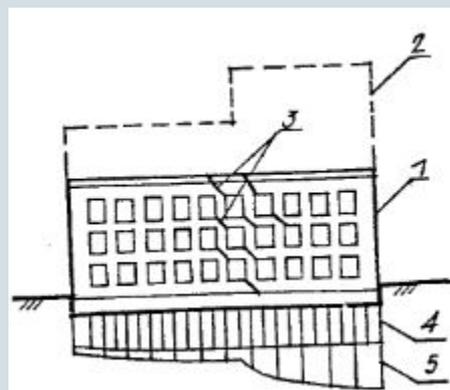
1 – возводимое здание; 2 – фундаментная часть здания; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – эпюра осадок фундаментов

Деформации в виде встречного наклона смежных зданий



1 – проектное положение смежных высотных зданий; 2 – положения зданий после их наклона (крена), вызванного взаимным влиянием давлений от фундаментов; 3 – границы зоны уплотненного грунта; 4 – зона дополнительного уплотнения основания

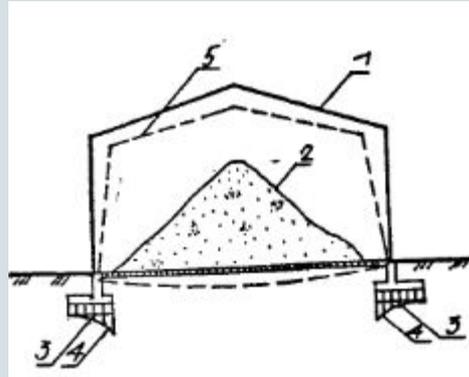
Деформации при надстройке дополнительных этажей над зданием



1 – существующее здание; 2 – надстройка над существующим зданием; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4, 5 – соответственно эпюры осадок фундаментов до и после надстройки дополнительных этажей

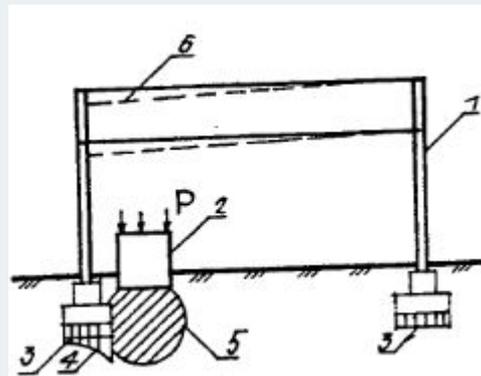
1

Деформации при перегрузке пола в складском здании сыпучим материалом



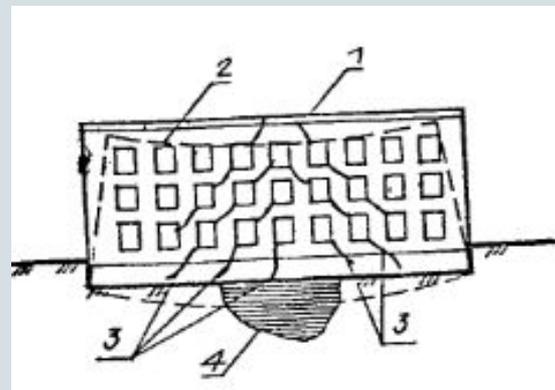
1 – проектное положение здания; 2 – сыпучий материал; 3, 4 – эпюры осадок фундаментов до и после укладки сыпучего материала; 5 – положение здания после его деформации

Деформации при устройстве фундаментов под тяжелое оборудование



1 – эксплуатируемое здание; 2 – дополнительное устанавливаемое тяжелое оборудование; 3 – эпюры осадок фундаментов эксплуатируемого здания; 4 – эпюра осадок фундаментов после установки тяжелого оборудования; 5 – граница зоны уплотненного грунта; 6 – положение здания после его деформации

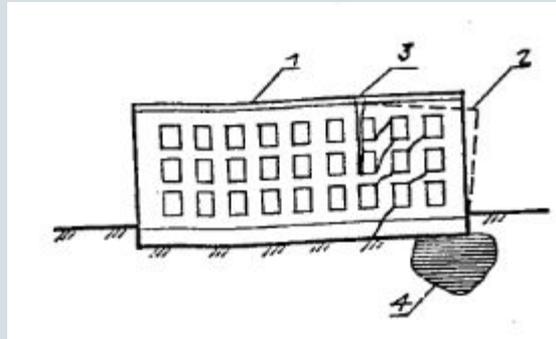
Деформации в виде прогиба здания при наличии в основании слабого грунта



1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – слабый грунт (линза, участок дополнительного замачивания и пр.)

1

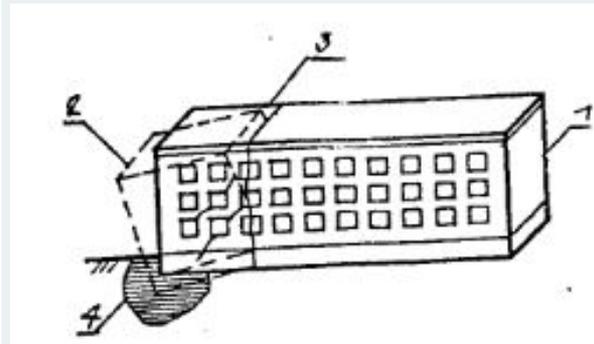
Деформации в виде перекоса здания при наличии в основании слабого грунта



1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – слабый грунт (линза, участок дополнительного замачивания и пр.)

2

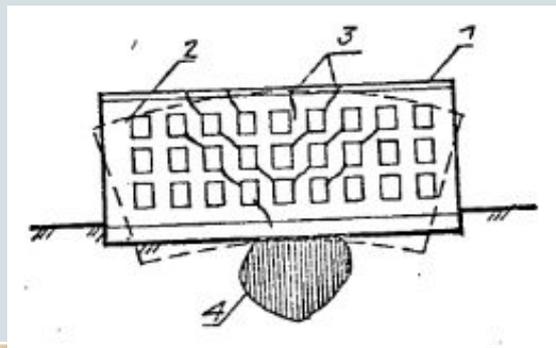
Деформации в виде кручения здания при аварийном замачивании основания



1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – зона замачивания грунта

3

Деформации в виде выгиба здания при наличии в основании плотного грунта

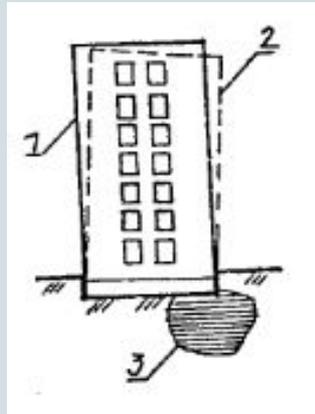


1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – плотный грунт (скала и пр.)

1

Деформации в виде крена здания при наличии в основании слабого грунта

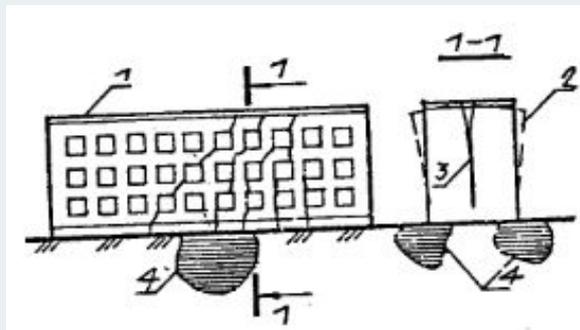
2



3

1, 2 – соответственно положение здания до и по деформации; 3 – слабый грунт (линза, участок замачивания основания вдоль одной из стен здания и пр.)

Деформации в виде разлома здания при аварийном замачивании основания



1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – аварийное замачивание грунтов основания на различных участках застройки здания

Фундаменты ленточные крупноблочные

Таблица 4.4

Признак износа	Количественная оценка	Физический износ, %	Примерный состав работ
мелкие трещины в цоколе, местные нарушения штукатурного слоя цоколя и стен	ширина трещин до 1,5 мм	0 – 20	затирка трещин
трещины в швах между блоками трещины, частичное разрушение блоков (до арматуры); выщелачивание раствора из швов между блоками, следы увлажнения цоколя и стен подвала	ширина трещин до 2 мм ширина трещин более 2 мм, глубина более 10 мм	21 – 40 41 – 60	- заполнение швов между блоками; - ремонт штукатурки стен подвала; - ремонт вертикальной и горизонтальной гидроизоляции отмостки заделка швов и разрушенных блоков, восстановление гидроизоляции; усиление фундаментов местами
массовое повреждение и разрушение блоков, прогрессирующие сквозные трещины на всю высоту здания, выпирание грунта в подвале		61 – 80	полная замена фундаментов

Фундаменты столбчатые каменные, бетонные и железобетонные

Таблица 4.5

Признак износа	Количественная оценка	Физический износ, %	Примерный состав работ
трещины в цокольной части здания	ширина трещин до 1,5 мм	0 – 20	затирка трещин
искривление горизонтальных линий цоколя без признаков увеличения осадочных деформаций	неравномерная осадка с прогибом стен до 0,01 от длины стены	21 – 40	затирка трещин, устранение повреждений от делочного слоя и цоколя
сквозные трещины в цоколе, распространение трещин на всю высоту здания. искривление и значительная осадка отдельных участков стен.	ширина раскрытия трещин до 10 мм неравномерная осадка с прогибом стен более 0,01 от длины стены	41 – 60	усиление фундаментов и стен
развитие сквозных трещин в стенах здания, разрушение цоколя, развитие деформаций фундаментов		61 – 80	замена фундаментов

Прочность материала фундамента определяют механическими и неразрушающими способами.

Для определения прочности бетона, прежде всего, можно использовать метод отрыва со скалыванием и метод скалывания ребра, для которых в соответствии с ГОСТ 22690-88, можно использовать унифицированные градуированные зависимости. Для метода отрыва со скалыванием используют приборы ГПНВ-5, ГПНС-4, ГПНС-5, а для метода скалывания ребра, кроме того, УРС-2.



**Определение прочности бетона железобетонного
ростверка с помощью прибора ГПНВ-5:**

Слева – прибор в исходном состоянии; справа – лунка в бетоне после определения прочности с помощью ГПНВ-5

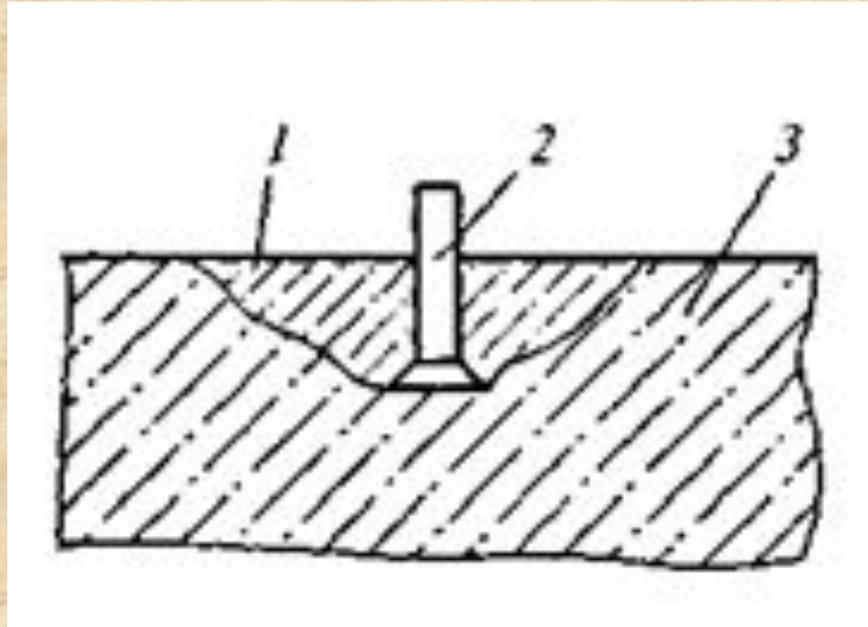


Рис. 4.9. Схема испытания методом отрыва со скалыванием:

1 — скалываемая зона бетона; 2 — анкерное устройство; 3 — испытуемый бетон

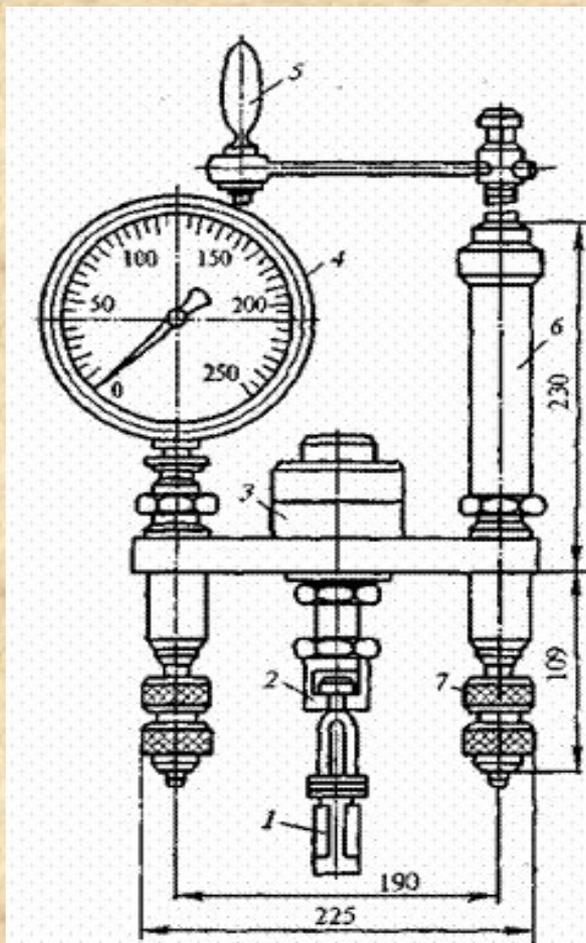


Рис. 4.10. Пресс-насос ГПНВ-5 для вырыва анкерных устройств:

1 — головка анкера; 2 — захват; 3,6- гидроцилиндры; 4 — манометр; 5 — ручка; 7 — опоры

Учитывая высокую трудоемкость определения прочности бетона методом отрыва со скалыванием и методом скола ребра при большом объеме работ, одновременно с ним следует использовать следующие методы:

- метод упругого отскока (прибор КМ, склерометр Шмидта);
- метод пластических деформаций (приборы ПМ-2, Ц-22);
- метод ударного импульса (прибор ВСМ – влагомер строительных материалов);
- ультразвуковой метод (ГОСТ 17624-87) (приборы Бетон– 12, УК-14П, УК-10ПМ, УФ-10П).

Методика совместного использования этих методов приведена в ГОСТ 22690-88.