

# УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

## 1. Основные виды работ, выполняемые перед усилением фундаментов

Перед выполнением работ по **ремонту и усилению** фундаментов, необходимо установить причины повреждения фундаментов и устранить их. Для выявления причин, вызвавших повреждения фундаментов, а также при их реконструкции проводят сбор сведений по истории здания или сооружения, а также выполняют **техническое обследование** надземной и подземной частей здания и прилегающей территории. Это особенно актуально для зданий старой постройки.

Сбор сведений по истории здания дает возможность установить дату постройки; первоначальный вид; изменения, которые происходили в процессе эксплуатации (надстройки, пристройки, перепланировки); возникавшие аварийные состояния. Наличие технической документации значительно сокращает объем дальнейших обследований.

**Обследование надземной части здания** позволяет установить его фактические размеры, оценить состояние несущих и ограждающих конструкций, определить фактически действующие нагрузки, выявить внешние повреждения, установить, по возможности, причины их возникновения.

**Обследование подземной части здания** выполняется с целью определения конструкции фундамента, размеров и прочностных характеристик материала фундамента, его глубины заложения, наличия и состояния гидроизоляции, а также типа грунтов в основании. Для этого

**Шурф** представляет собой вертикальную выработку в грунте вблизи несущих строительных конструкций (колонны, стены) для возможности проведения обследования фундаментов. Глубина **шурфа** зависит от глубины заложения фундаментов, чаще всего глубина **шурфа** не превышает 3,0 м. Размеры **шурфа** в плане определяются размерами подошвы фундамента и обычно составляют 1,5х3,0 метра.

Места устройства и количество **шурфов** определяются непосредственно при проведении технического обследования фундаментов. Количество **шурфов** зависит от принятой при проектировании конструктивной схемы обследуемого здания или сооружения.

При проведении работ по обследованию технического состояния фундаментов и грунтов основания, **устройство шурфов** - это единственный достоверный способ технического освидетельствования конструкций.

#### Задачи, решаемые при устройстве **шурфов**:

- устанавливается тип фундамента, определяются геометрические размеры и глубина заложения подошвы фундамента;
- определяется техническое состояние, наличие трещин и деформаций, определяется состояние вертикальной и горизонтальной гидроизоляции;

- производится отбор проб грунта, подстилающих подошву фундаментов, для проведения лабораторных исследований и определения физико-механических свойств грунта;
- выполняются поверочные расчеты грунтов оснований и фундаментов, необходимые для выдачи рекомендаций заказчику о возможной дальнейшей эксплуатации или реконструкции здания;
- составляется заключение по обследованию фундаментов и грунтов основания.

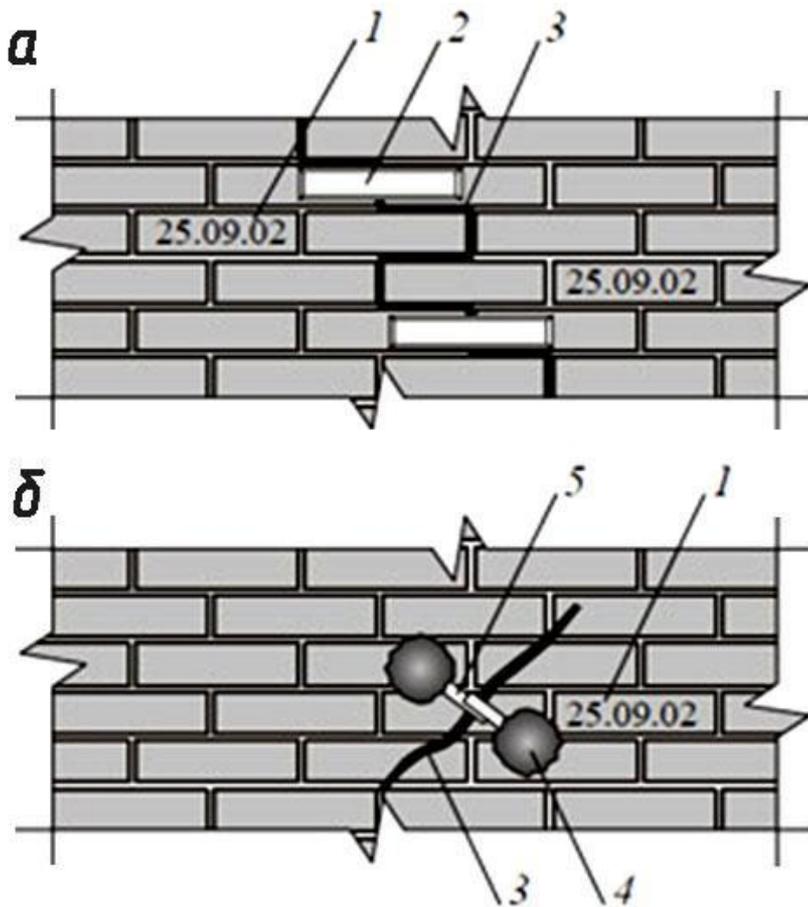




Если при реконструкции или кап. ремонте здания нагрузки на фундамент не возрастают, то достаточно 2-3 шурфов. При наличии деформаций и трещин в стенах шурфы обязательно выполняются в местах предполагаемых повреждений фундамента, их отрывают на 0,5 м ниже уровня подошвы фундамента. В плане шурф имеет форму прямоугольника, причем более длинная его часть примыкает к фундаменту. Прочность фундаментов и стен подвала определяются известными неразрушающими методами (акустическими, радиометрическими, механическими и др.)

Осадка здания контролируется инструментально, а раскрытие трещин - с помощью маяков, устанавливаемых поперек трещин на стене здания. Маяки выполняются в виде мостика длиной 250...300 мм, шириной 50...70 и толщиной 15...20 мм. Место, где устраивается маяк, очищают от штукатурки, краски и облицовки. На каждой трещине устанавливается два маяка: один - в месте наибольшего раскрытия трещины, другой - в начале трещины. Если в течение 15...20 дней на маяках не появились повреждения, то можно считать, что деформации здания стабилизировались. Маяки делаются из бумаги, гипса, металла или стекла.

**Обследование прилегающей территории** способствует выяснению причин повреждений, таких как неправильный отвод поверхностных вод, подтопление, воздействие старых рек, оседаний, старых свай и др.



## **Маяки:**

***а – гипсовый; б – из стекла***

- 1 – дата установки маяка;*
- 2 – гипсовый мостик;*
- 3 – трещина;*
- 4 – гипсовый фиксатор;*
- 5 – стеклянная полоса*

## **2. Работы по переустройству фундаментов**

Работы по переустройству фундаментов могут выполняться по двум направлениям:

1. Восстановление несущей способности оснований и ее повышение;
2. Ремонт и усиление фундаментов.

В отдельных случаях эти работы могут выполняться совместно

До начала работ по ремонту и усилению фундаментов должны быть исключены причины, вызывающие его неравномерную осадку или разрушение. Если деформация фундамента вызвала соответствующие деформации стен и перекрытий, то работы выполняют в следующей последовательности:

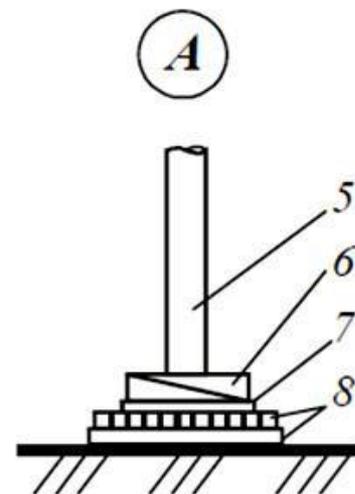
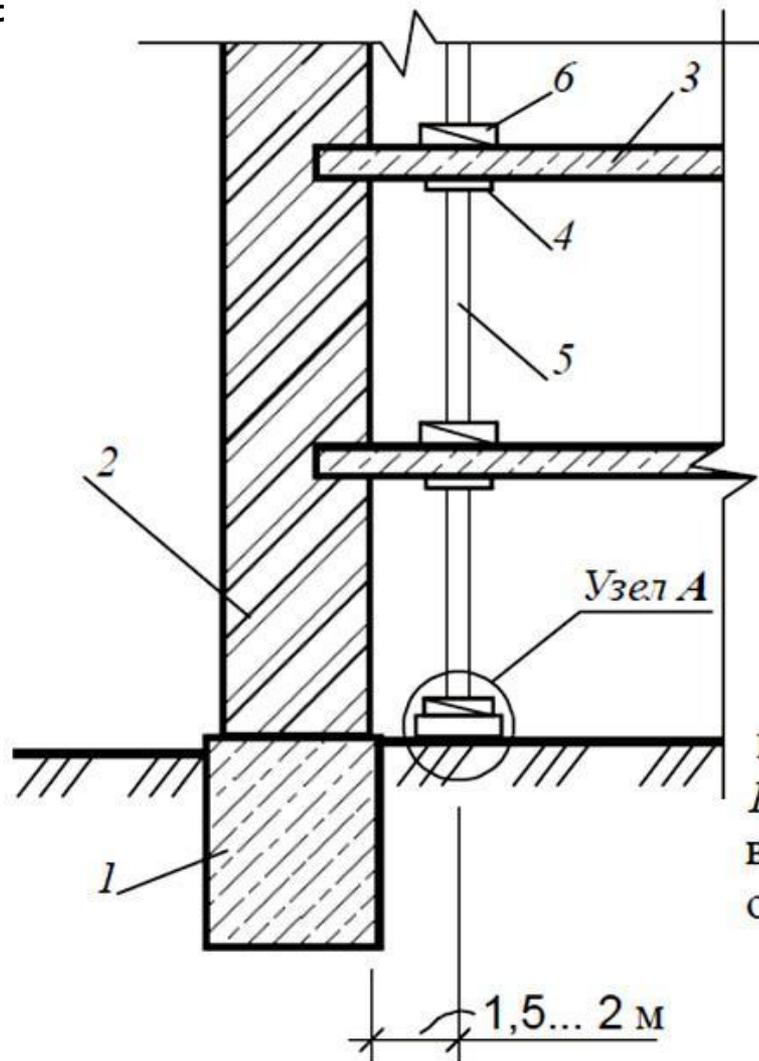
- укрепление (вывешивание) перекрытий;
- укрепление стен в местах деформаций;
- ремонт и усиление фундаментов;
- ремонт стен;
- ремонт перекрытий.

К основным работам по ремонту и усилению фундаментов относятся:

- усиление оснований и фундаментов;
- уширение подошвы фундаментов;
- увеличение глубины заложения;
- полная или частичная замена фундаментов.

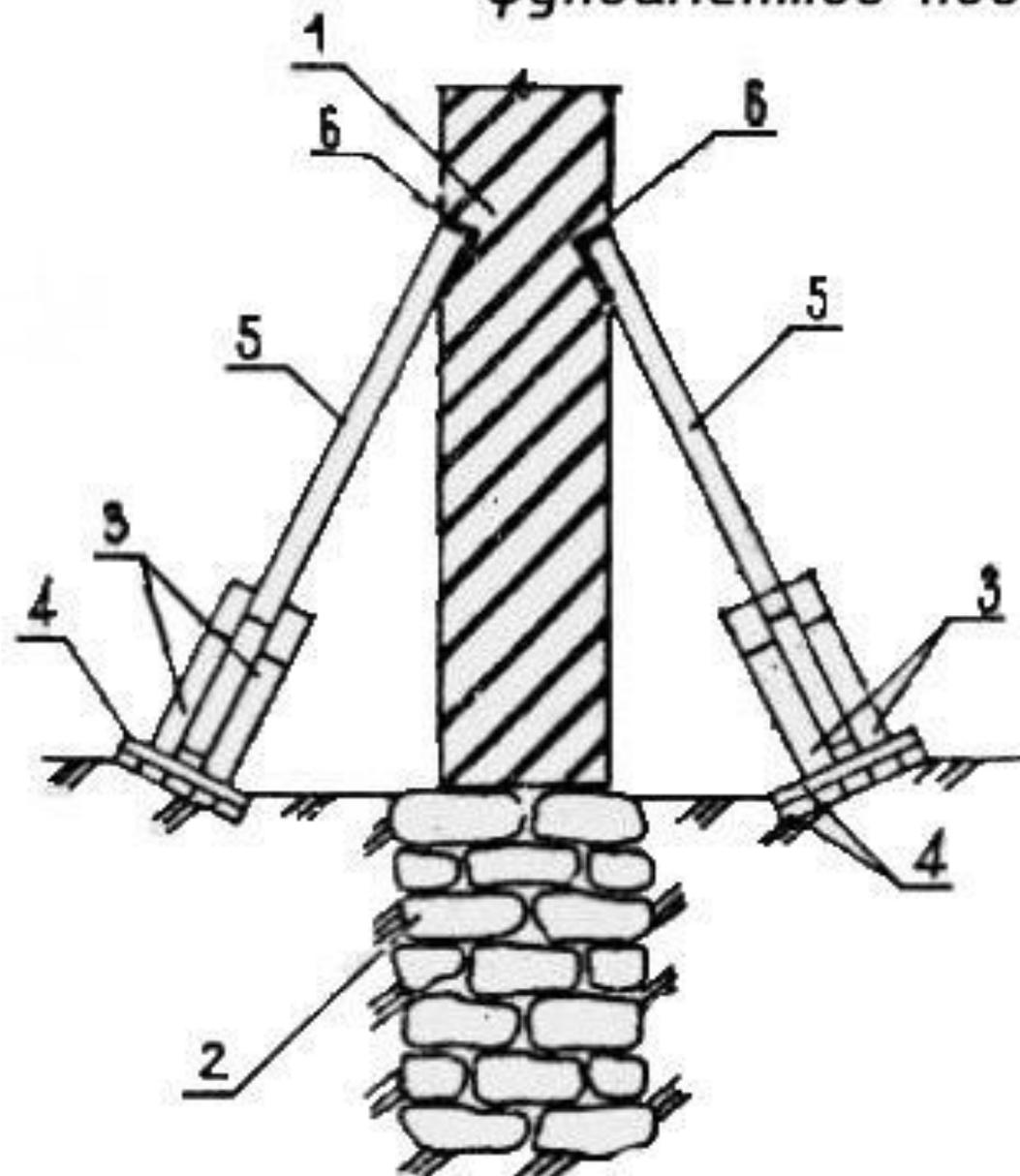
Перед началом работ необходимо принять меры по обеспечению устойчивости здания и предохранению конструкций от возможных деформаций, т.е. выполнить **частичную** или **полную** разгрузку фундаментов.

**Частичная разгрузка** выполняется путем установки временных деревянных опор, а также деревянных и металлических подкосов. Для установки временных деревянных опор (рис. 2) в подвале или на первом этаже на расстоянии 1,5...2 м от стены укладывают опорные подушки, на них размещают опорный брус, на который устанавливают деревянные стойки.



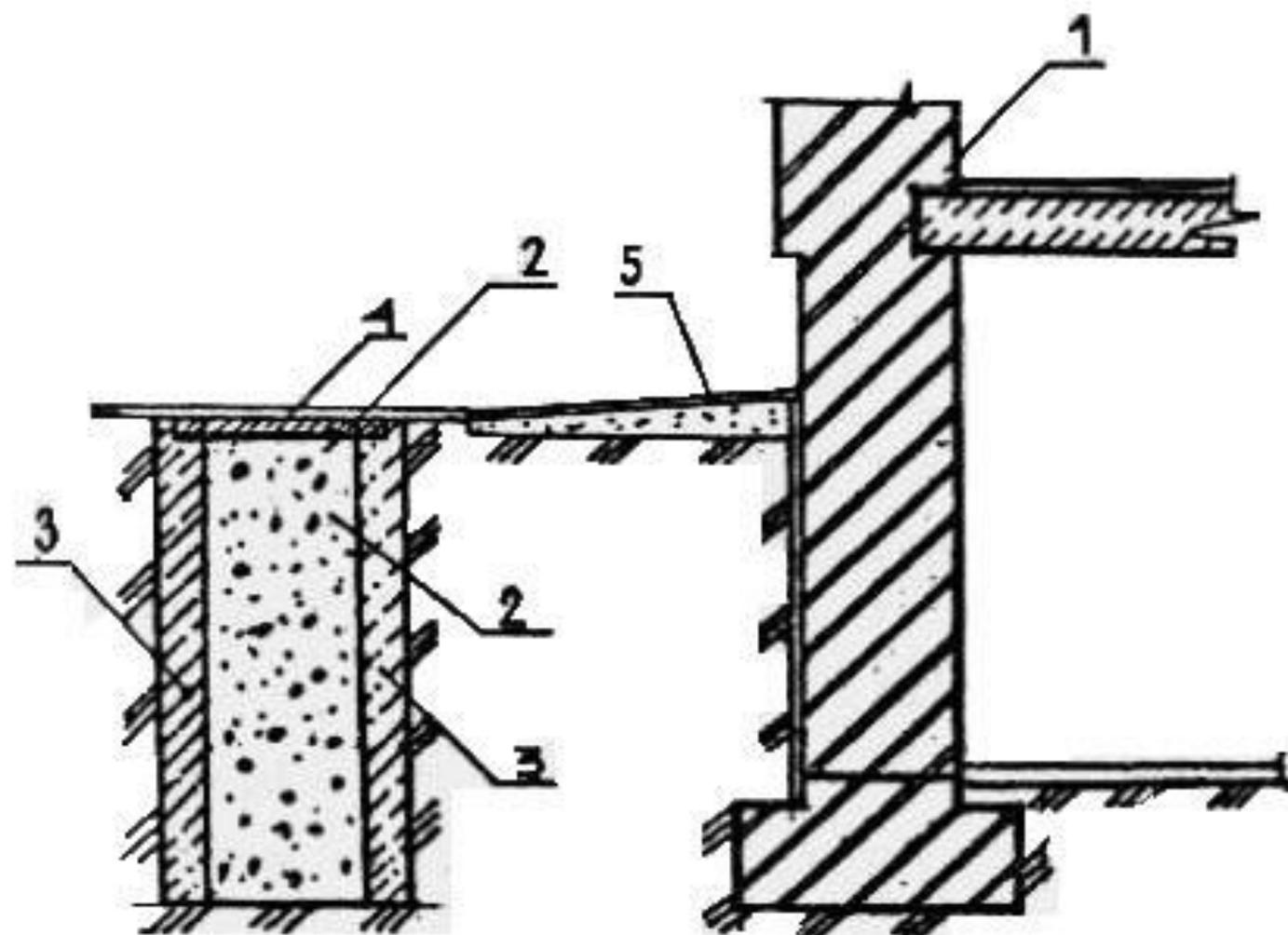
Частичная разгрузка фундамента с применением временных деревянных опор:  
 1 – фундамент; 2 – стена; 3 – перекрытие; 4 – верхний прогон; 5 – стойка; 6 – клинья; 7 – опорный брус; 8 – опорная подушка

## Вывешивание частей здания на подкосах для замены фундаментов под стены



- 1 - кирпичная стена;
- 2 - фундамент, подлежащий замене;
- 3 - домкраты или клинья;
- 4 - деревянные подкладки;
- 5 - подкосы;
- 6 - упоры из металлических уголков

*Разгрузка фундаментных стен от бокового давления  
грунта посредством компенсационных траншей*



- 1 - кирпичная стена; 2 - траншея, засыпанная песком;  
3 - крепление стенок траншеи; 4 - покрытие траншеи;  
5 - отмостка

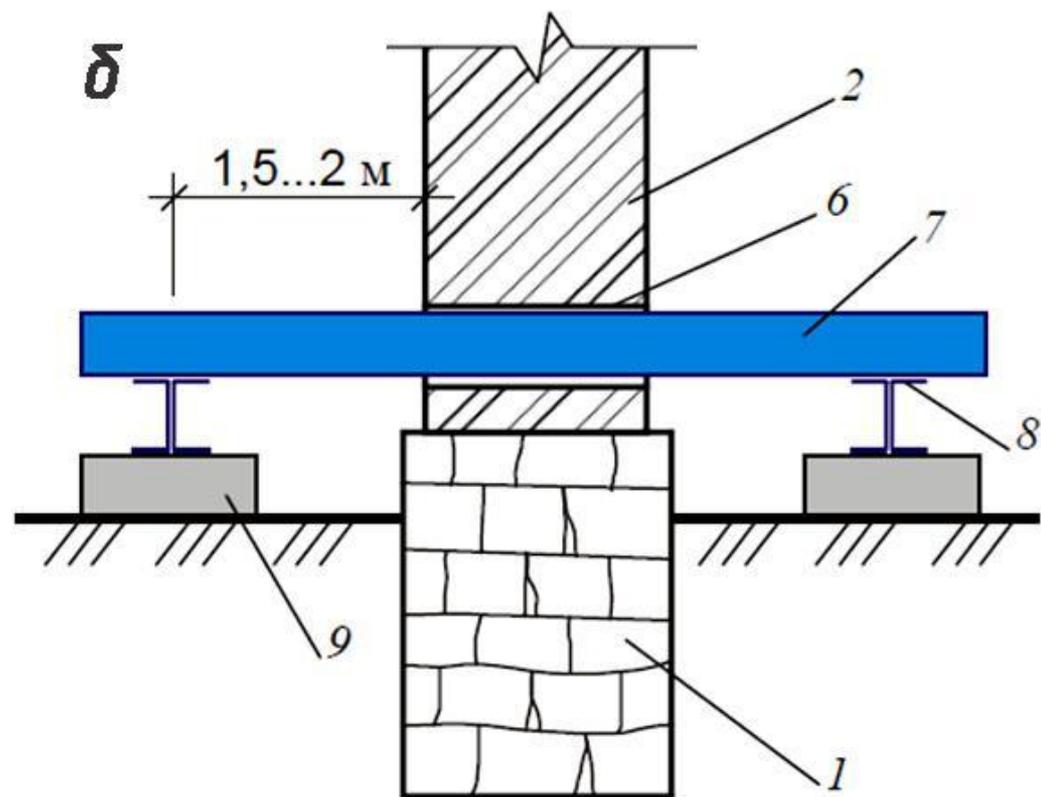
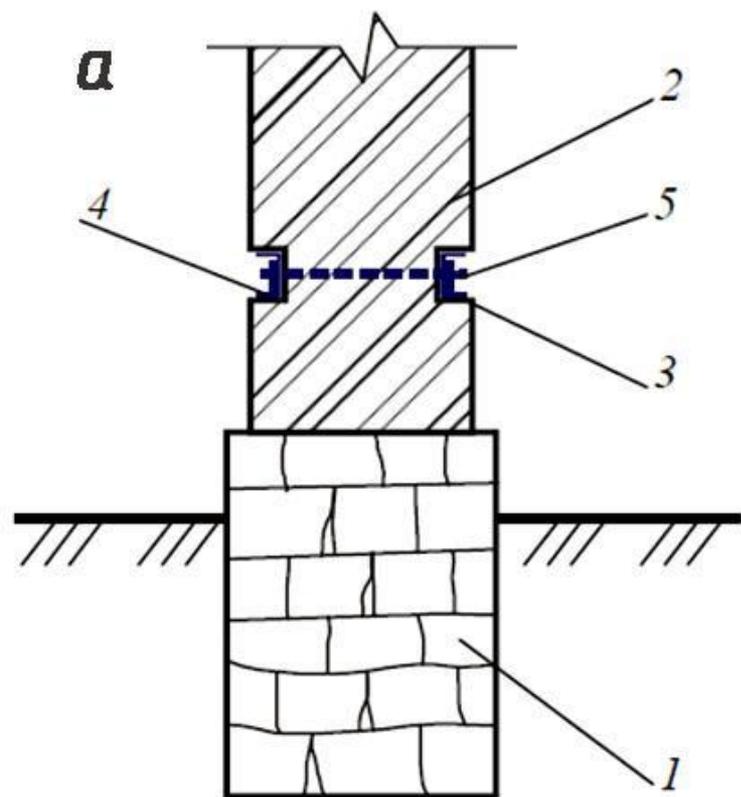
**Полная разгрузка фундаментов** осуществляется:

1. С помощью металлических рандбалок, заделываемых в кладку стены.

Рандбалки устанавливают выше обреза фундамента в заранее пробитые с обеих сторон стены штрабы, пробиваемые под тычковым рядом кирпичной кладки, на постель из цементно-песчаного раствора. Временное закрепление рандбалки в штрабе выполняется клиньями. В поперечном направлении через 1,5...2 м балки стягивают болтами диаметром 20...25 мм. Пространство между временно закрепленной балкой и стеной заполняют цементно-песчаным раствором 1:3. Стыки рандбалок по фронту выполняются накладками на сварке. В этом случае нагрузка передается на соседние участки фундамента.

2. Вывешиванием стен на поперечных стальных или ж/б балках.

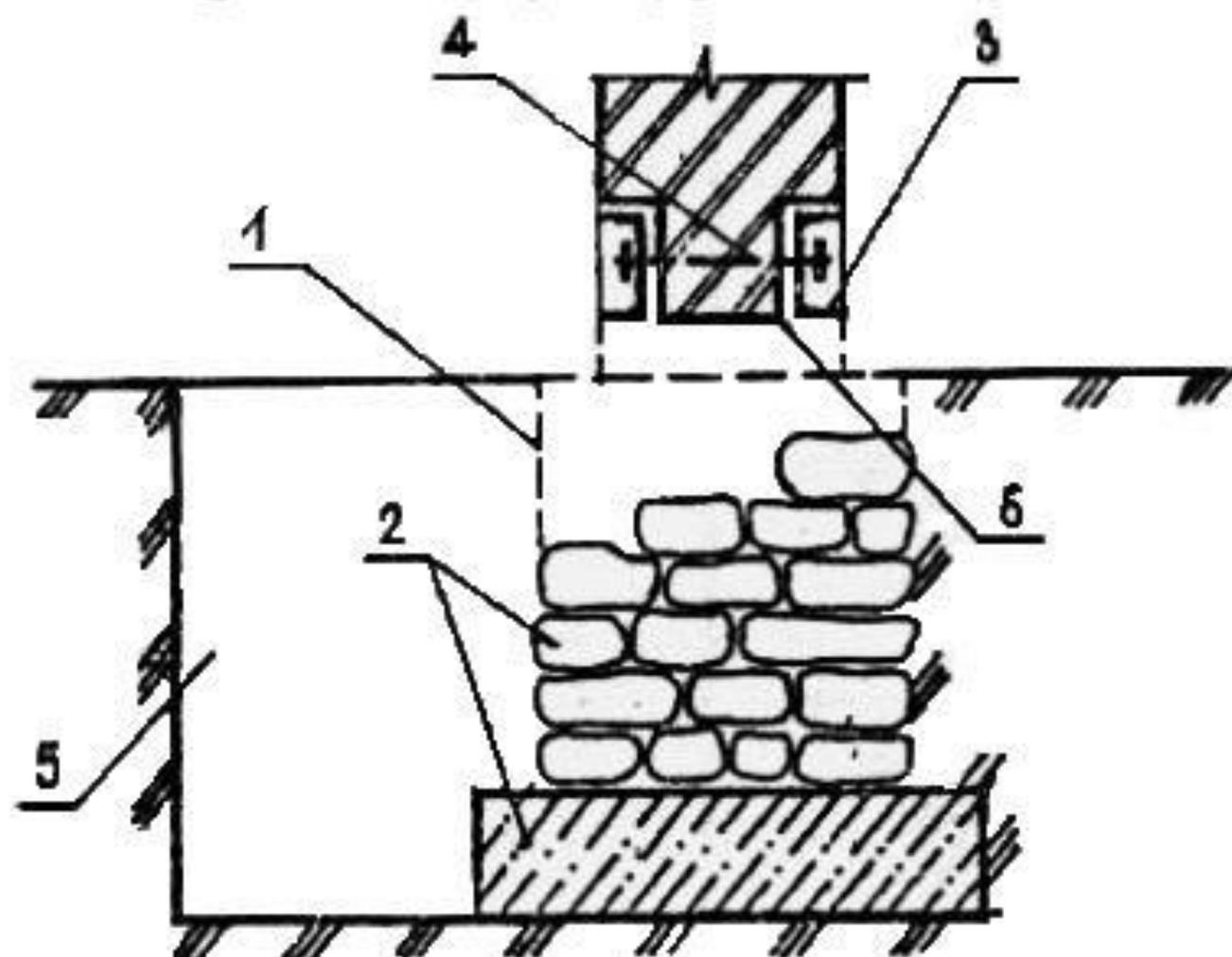
В нижней части стены вблизи верхнего обреза фундамента через 2...3 м пробиваются сквозные отверстия, в которые заводят поперечные балки. Под каждой поперечной балкой устраивают две опорные подушки на уплотненном основании. Передача нагрузки на опорные подушки осуществляется через продольные балки с помощью клиньев или домкратов. При неудовлетворит. состоянии стены ее предварительно усиливают путем установки рандбалок, которые располагаются выше пробиваемых отверстий.



Полная разгрузка фундаментов с помощью:

*a* – рандбалок; *б* – поперечных балок; 1 – фундамент; 2 – стена; 3 – штраба; 4 – рандбалка; 5 – стяжной болт; 6 – сквозное отверстие; 7 – поперечная балка; 8 – продольная балка; 9 – опорная подушка

# Замена фундаментов под стены посредством установки разгружающих балок



1 - контуры участка фундамента, подлежащего замене;  
2 - вновь устанавливаемый фундамент; 3 - разгружающие  
рандбалки; 4 - стяжной болт; 5 - шурф; 6 - кирпичная стена

## Ремонт кирпичных и бутовых фундаментов включает следующие работы:

- расшивка трещин;
- перекладка отдельных участков;
- цементация; устройство обоймы из стального профиля с последующим оштукатуриванием по сетке;
- устройство сжимов с обетонированием;
- замена бутового фундамента на бутобетонный;
- восстановление отмостки; ремонт или устройство гидроизоляции.

Ремонт бетонных и железобетонных фундаментов заключается в устранении волосяных трещин, ремонте или восстановлении отмостки и гидроизоляции.

Способы усиления и реконструкции фундаментов мелкого заложения, применяемые в настоящее время, можно классифицировать в зависимости от конструктивно-технологических способов их выполнения (см. таблицу).

Работы по ремонту и усилению фундаментов сложны, трудоемки и выполняются специализированными бригадами по захваткам.

Протяженность захваток не должна превышать 2 м, чтобы не повредить смежные участки фундамента и вышележащие конструкции здания.

Работы обязательно должны производиться по предварительно

№ п.п.	Метод усиления или реконструкции	Условия применения
1	Усиление фундаментов методом цементации пустот в кладке	При образовании пустот в швах кладки и небольших разрушений материала фундамента; нагрузка на фундамент не увеличивается или увеличивается незначительно
2	Усиление фундаментов при помощи частичной замены кладки фундамента	При средней степени разрушения материала фундамента (нагрузка на фундамент не увеличивается или увеличивается незначительно; при достаточной несущей способности основания)
3	Усиление фундаментов обоймами: без уширения подошвы фундамента; с уширением подошвы фундамента	Без уширения подошвы фундамента – при значительном разрушении материала фундамента (нагрузка на фундамент не увеличивается или увеличивается незначительно; при достаточной несущей способности основания); с уширением подошвы фундамента – при увеличении нагрузки на фундамент и недостаточной несущей способности основания
4	Усиление фундаментов при помощи подведения конструктивных элементов под существующие фундаменты: плит; столбов и стен	Плит – при большой толщине слабых грунтов в основании; столбов – при неглубоком залегании несущего слоя грунта; стен – то же, а также в случае увеличения глубины заложения фундамента при устройстве подвалов, при необходимости передачи нагрузки на более прочные грунты
5	Усиление фундаментов подведением новых фундаментов	При коррозионном или ином разрушении фундамента; при необходимости значительного увеличения нагрузок, глубины заложения и изменении конструкций подземной части зданий и сооружений
6	Усиление фундаментов при помощи вдавливаемых свай	При значительном увеличении нагрузок; при наличии подстилающих прочных грунтов; при невозможности проведения работ непосредственно под подошвой фундамента
7	Усиление фундамента подведением свай под подошву фундамента	В маловлажных грунтах; при небольшой глубине существующего фундамента и невозможности уширения его подошвы

№ п.п.	Метод усиления или реконструкции	Условия применения
8	Усиление фундамента при помощи пересадки его на выносные сваи	В водонасыщенных грунтах; при относительно большой глубине залегания прочного слоя грунта
9	Усиление фундамента буронабивными сваями	При значительном увеличении нагрузок и большой толщине слабых грунтов в основании; в сложных условиях реконструкции и строительства
10	Усиление фундамента корневидными буронабивными сваями	То же, а также при невозможности частичной разборки существующих фундаментов и в стесненных условиях строительства
11	Усиление фундамента конструкциями, возводимых способом "стена в грунте"	При значительном увеличении нагрузок;
12	Усиление фундаментов опускными колодцами	В сложных условиях реконструкции подземных частей зданий и сооружений
13	Усиление фундаментов передачей части нагрузок на дополнительные фундаменты	При сложных сочетаниях нагрузок и в особых условиях выполнения работ по реконструкции
14	Переустройство столбчатых фундаментов в ленточные и ленточных в плитные	При значительных неравномерных деформациях основания; изменении величины нагрузок и статической схемы работы фундаментов; установке дополнительного оборудования; изменении конструктивной схемы здания или сооружения; необходимости значительного повышения жесткости здания
15	Возвращение просевшего фундамента в первоначальное или горизонтальное положение	При просадке и значительном перекосе (крене) фундаментов для исправления положения эксплуатируемых зданий или сооружений в случае сохранения их устойчивости

### **3. Основные способы усиления фундаментов**

Усиление выполняется в основном для фундаментов, выложенных из бутового камня, бутобетонной кладки и кирпича. Обычно, основной материал (бутовый камень, кирпич) обладает достаточной прочностью, а фундамент ослаблен в результате разрушения раствора, появления трещин и пустот.

Усиление фундаментов выполняется путем цементации или силикатизации кладки, укрепления отдельных камней кладки и устройством железобетонных обойм.

**Цементация кладки** производится путем нагнетания в пустоты фундамента через инъекционные трубки цементно-песчаного раствора состава 1:1-1:2 под давлением 0,2-1 МПа. Чаще всего цементация кладки фундамента производится одновременно с цементацией основания. При подготовке фундамента к инъецированию выполняется его вскрытие, установка инъекторов и их соединение с инъекционной установкой. Скважины для инъекторов бурят или пробивают перфораторами в шахматном порядке на расстоянии 0,8-1,2 м друг от друга. Затем устанавливают инъекционные стальные перфорированные трубы  $\varnothing$  50 мм, закрепляя их с помощью ц.песчан. раствора. Радиус действия инъекторов 0,6-1,2 м. Расход ц.песчан. раствора для инъецирования зависит от степени физического износа фундаментов и плотности материала кладки (ориентировочно составляет 0,2-0,4 от объема

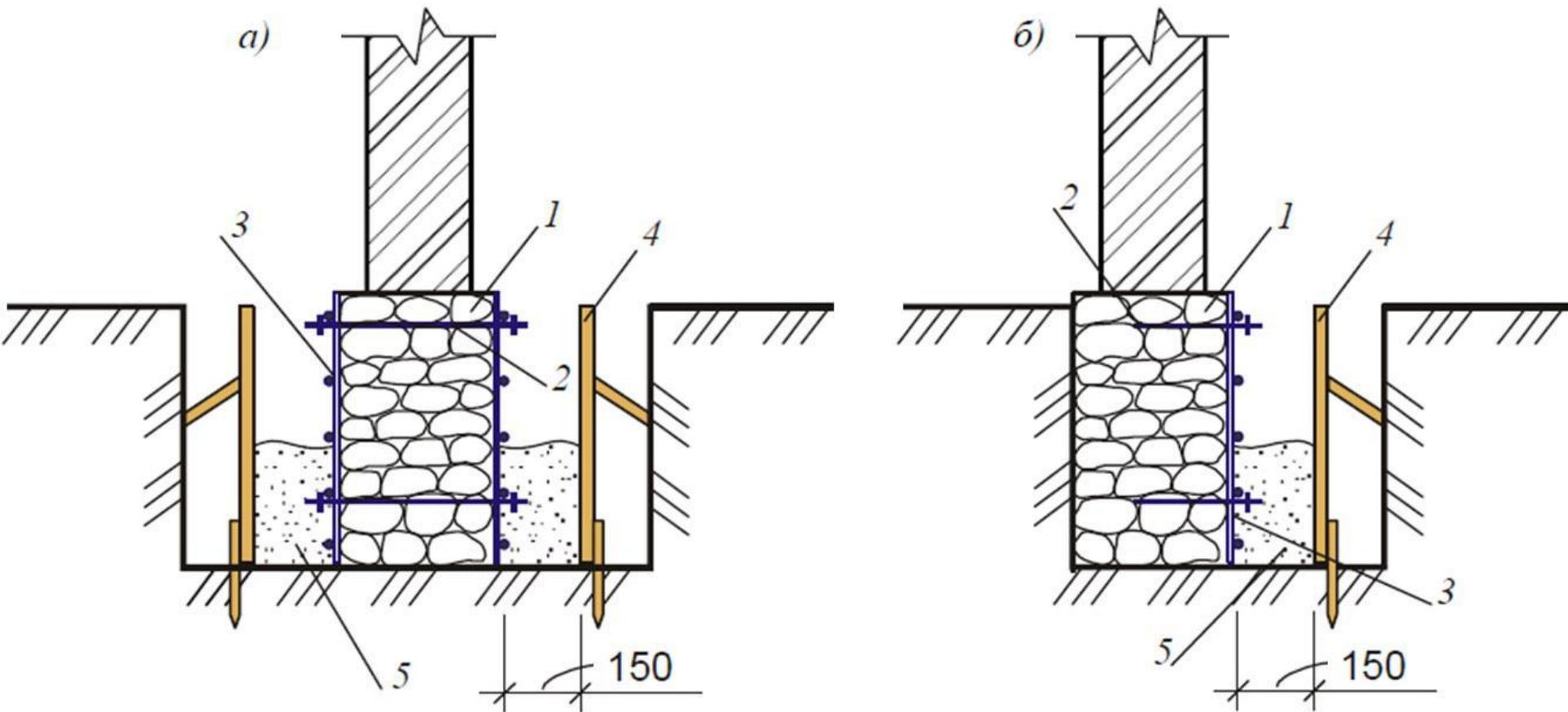
При **силикатизации** нагнетание рабочего раствора по одним и тем же инъекторам выполняют в два этапа: вначале силикат натрия, а затем хлористый кальций. Технологический перерыв при их нагнетании не должен превышать 6 часов. Силикат натрия нагнетается до полного насыщения тела фундаментов путем ступенчатого повышения давления от 0,05 до 0,4 МПа. Нагнетание хлористого кальция осуществляется при начальном давлении 0,4 МПа с постепенным его повышением до 0,5 МПа.

**Укрепление отдельных камней** кладки выполняют при незначительной степени физического износа фундаментов. Камни, которые слабо держатся в кладке фундамента, вынимают; гнездо очищают стальной щеткой от грязи и старого раствора, смачивают водой и заполняют цементно-песчаным раствором. Камни устанавливают обратно в гнезда, вдавливая их в раствор последовательными ударами молотка.

**Устройство железобетонных обойм** выполняется, когда на отдельных участках фундамента прочность кладки ниже лежащих слоев меньше прочности вышележащих. Работы выполняются по захваткам длиной 2,0...2,5 м. Железобетонные обоймы могут устраиваться с одной или с двух сторон.

При устройстве **двухсторонней железобетонной обоймы** в теле фундамента в шахматном порядке через 1,0...1,5 м просверливают

Арматурные сетки соединяют между собой арматурными стержнями  $\varnothing$  10-16мм, устанавливаемые в просверленные отверстия. Затем устанавливают опалубку и выполняют бетонирование литой бетонной смесью (осадка конуса более 15 см) класса бетона не ниже В10. Бетонирование может также выполняться методом послойного



Усиление бутовых фундаментов путем устройства железобетонной обоймы:

*а* – двухсторонней; *б* – односторонней; 1 – бутовый фундамент; 2 – анкер; 3 – арматурная сетка; 4 – опалубка; 5 – бетонная смесь

При устройстве **односторонней железобетонной обоймы** поперечные арматурные стержни заделывают в ранее просверленные гнезда в теле фундамента на цементно-песчанном растворе, а затем к ним крепят арматурные сетки.

В отдельных случаях армирование железобетонных обойм выполняют одиночными арматурными стержнями. Для этого по всей длине фундамента отрывают траншею глубиной на 1 м выше отметки заложения фундамента.

На проектной отметке в теле фундамента с шагом 1,5 м пробивают сквозные отверстия, устанавливают в них на цементно-песчаном растворе поперечные балки из двутавра №18-20.

К поперечным балкам в продольном направлении приваривают уголки №75 длиной 500-700 мм или двутавр №18. Затем после углубления траншеи в теле фундамента в шахматном порядке с шагом 80... 120 см сверлят отверстия  $\varnothing$ 18...20 мм глубиной 150...180 мм, в которые забивают отдельные стержни  $\varnothing$ 18...20 мм.

Устанавливают опалубку и укладывают бетонную смесь с тщательным уплотнением. После набора бетоном требуемой прочности разбирается опалубка и выполняется обратная засыпка пазух с постоянным уплотнением.

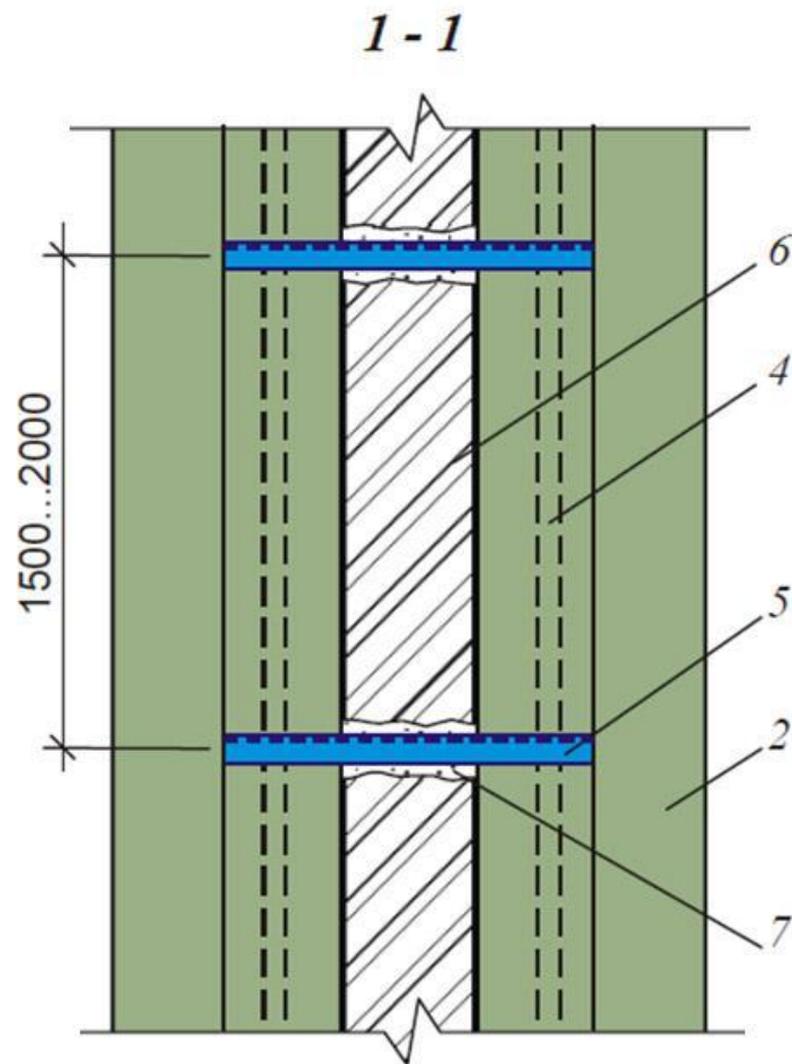
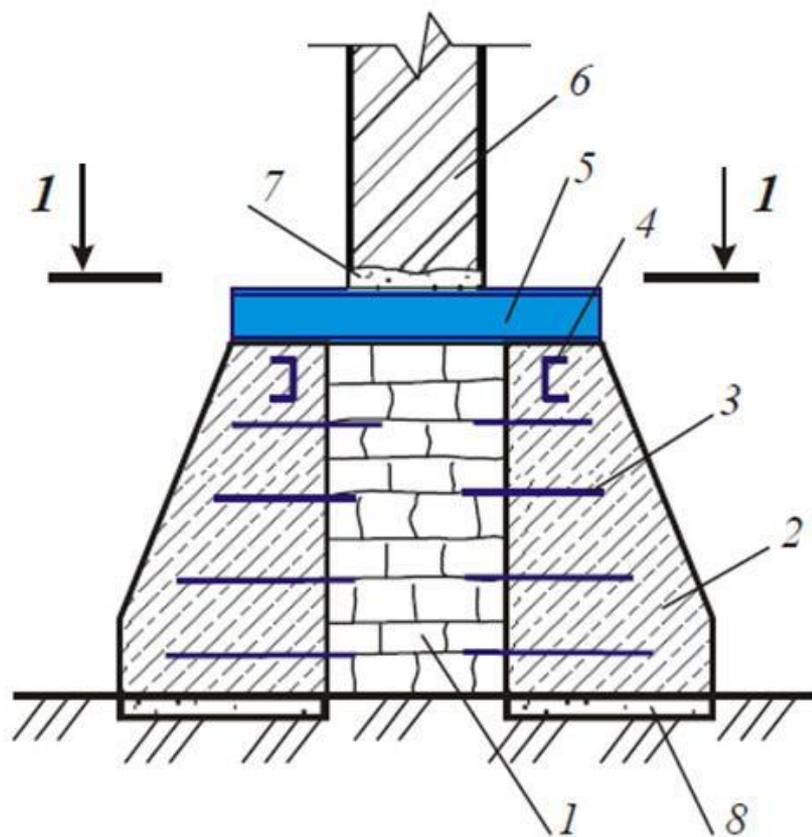
**Уширение подошвы фундамента** выполняют банкетамии из бутовой кладки или из монолитного бетона и железобетона, банкетамии балочного типа, а также с помощью монолитных и сборных железобетонных подушек.

**Устройство банкет из бутовой кладки** выполняется крайне редко из-за большой трудоемкости работ. Чаще всего применяют одно- и двусторонние банкеты из монолитного бетона и железобетона.

Конструкция банкет зависит от способа их связи с существующим фундаментом и схем передачи нагрузки от сооружения на усиляемый фундамент.

Наибольшее распространение получили банкеты, где передача нагрузки от сооружения осуществляется с помощью опорных балок.

Для этого в стене пробивают сквозные отверстия с шагом 1,5...2,0 м. в которые перпендикулярно к стене устанавливают опорные балки из стального швеллера (двутавра) или железобетона. Нагрузка на банкеты передается через распределительные балки из швеллера или двутавра №16...18, которые располагают вдоль стены.



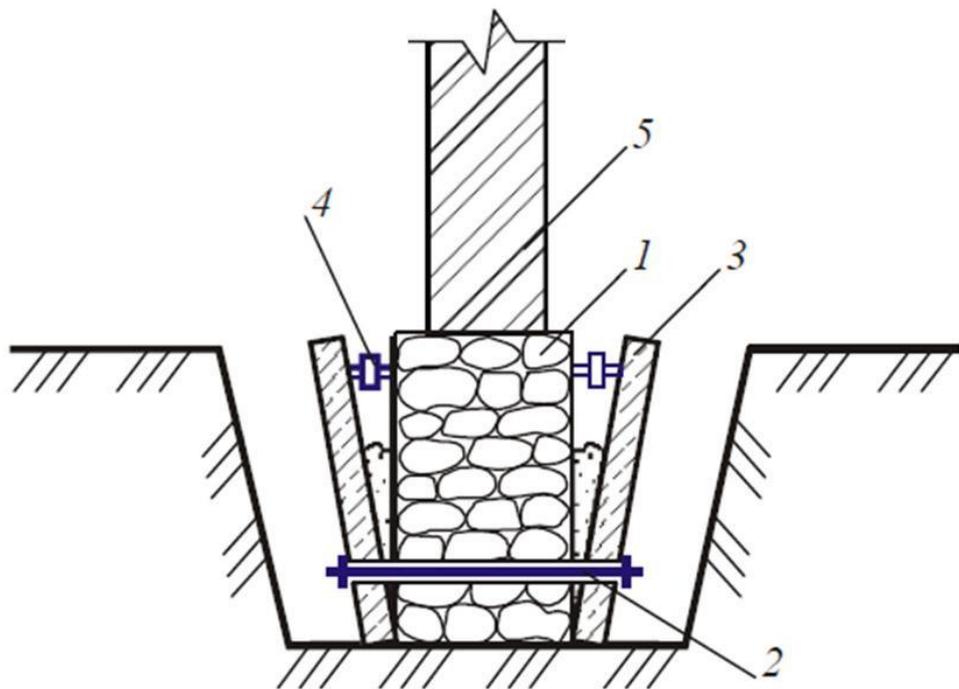
Усиление фундаментов монолитными  
бетонными банкетами:

1 – фундамент; 2 – монолитный бетонный банкет;  
3 – анкера; 4 – распределительная балка; 5 – опор-  
ная балка; 6 – стена; 7 – зачеканка цементно-песча-  
ным раствором; 8 – основание

## Последовательность выполнения работ:

- разбирается отмостка (при необходимости) и пол первого этажа;
- устраиваются водосборные колодцы и ограждения;
- в пределах захватки (1,5-2,0 м) отрывается траншея с одной или обеих сторон фундамента;
- очищаются боковые поверхности фундамента;
- устраивается основание под банкет из щебня толщиной 50...100 мм путем втрамбовывания его в грунт;
- в теле фундамента просверливаются отверстия (в шахматном порядке через 0,25-0,35 м по высоте и 1,2-1,5 м по длине фундамента) и в них забиваются анкерные стержни  $\varnothing$  16 мм;
- устанавливается опалубка и бетонируется банкет до отметки низа распределительных балок;
- после набора бетоном требуемой прочности (не менее 70% проектной) в стене устраиваются "окна", в которые устанавливаются опорные балки;
- монтируются распределительные балки и свариваются с опорными балками;
- производится добетонирование банкета на высоту распределительных балок и заделка зазоров в "окнах" для опорных балок. Допускается также и обетонирование опорных балок. Класс бетона - не менее В12,5.

## Увеличение площади опирания фундаментов с помощью **сборных железобетонных отливов и стальных тяжей**



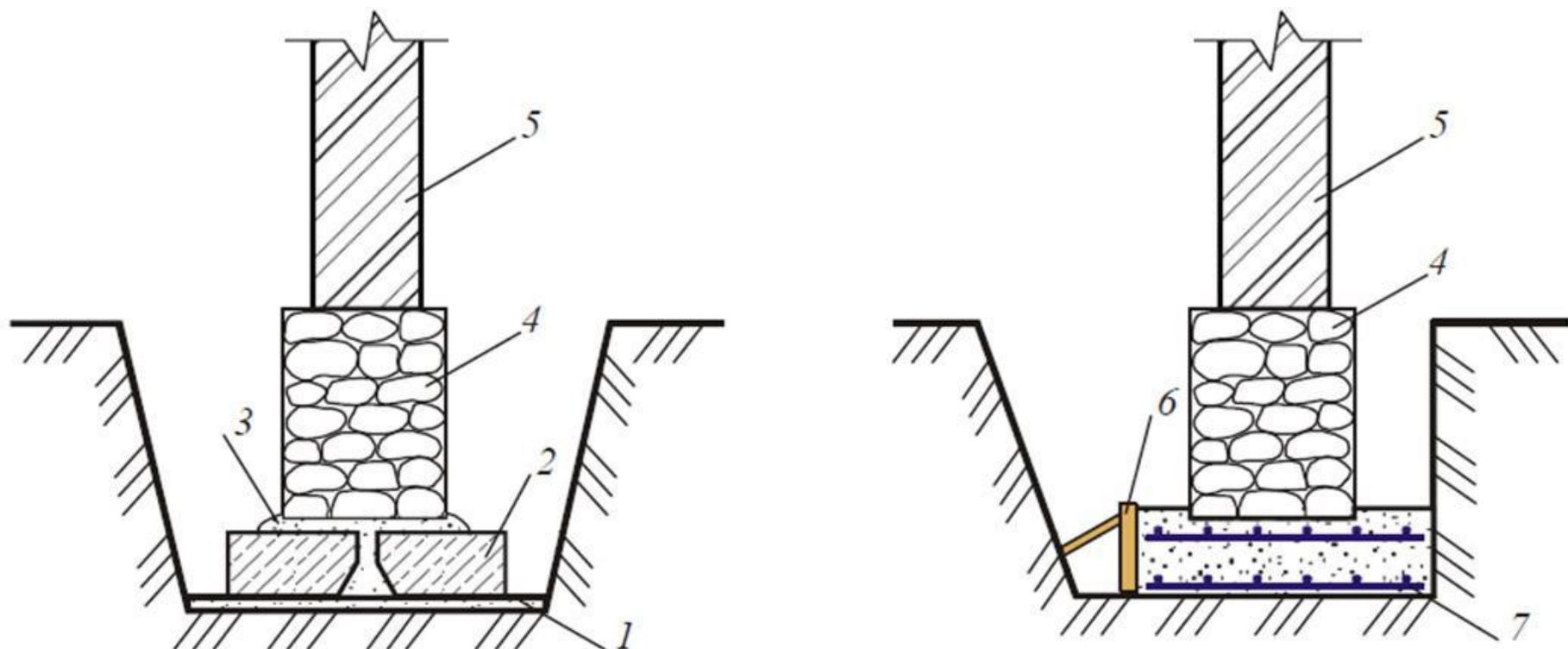
1 – фундаментов; 2 – стальной тяж; 3 – железобетонный отлив; 4 – домкрат; 5 – стена

### Последовательность выполнения работ:

- устройство с обеих сторон фундамента траншеи по захваткам длиной 1,5...2,0 м;
- в теле фундамента сверлятся сквозные отверстия;
- монтируются железобетонные отливы;
- устанавливаются стальные тяжи;
- с помощью домкратов или клиньев выполняют разжатие отливов в их верхней части;

- укладывается бетонная смесь в зазор между существующим фундаментом и железобетонными отливами. В результате разжатия отливов они поворачиваются внизу вокруг своей нижней оси и дополнительно обжимают грунт основания.

К недостаткам этого способа следует отнести значительный объем земляных работ и большие затраты ручного труда.



### Уширение подошвы фундамента:

*a* – подводкой железобетонных плит; *б* – устройством монолитной железобетонной подушки; *1* – уплотненная грунтовая подготовка; *2* – железобетонные плиты; *3* – цементно-песчаный раствор; *4* – фундамент; *5* – стена; *6* – опалубка; *7* – арматурная сетка

При уширении подошвы фундамента путем **подводки монолитных или сборных железобетонных плит** из-под него в пределах захватки длиной 1,5...2,0 м удаляют грунт.

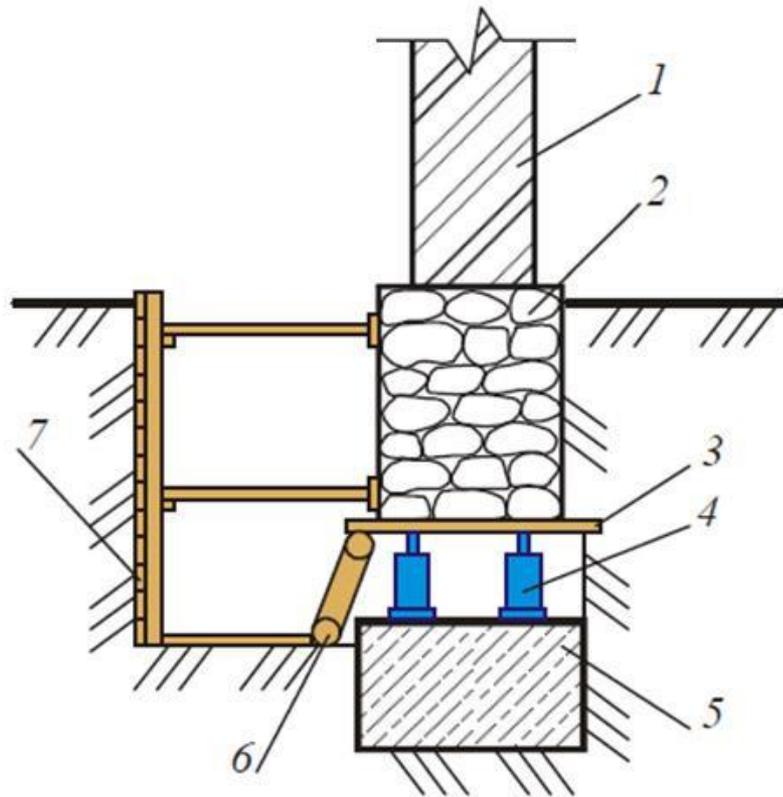
Железобетонные плиты монтируются на подготовленное выровненное основание. Зазор между поверхностью плит и подошвой фундамента зачеканивается жестким цементно-песчаным раствором марки 100.

Процесс устройства монолитной железобетонной подушки менее трудоемок. Для этого на подготовленное основание укладывают арматурные сетки, устанавливают опалубку и укладывают бетонную смесь. Уплотнение бетонной смеси выполняют вибрированием. Для обеспечения надежного контакта укладываемой бетонной смеси с фундаментом бетонирование производится на 100...150 мм выше отметки его подошвы. Класс бетона не ниже В12,5.

**Увеличение глубины заложения фундаментов** выполняется с применением бутовой (кирпичной) кладки, монолитного бетона и железобетона.

Способ **углубления фундаментов с использованием бутовой кладки** отличается высокой трудоемкостью и применяется при незначительных нагрузках. В этом случае вначале разгружают фундаменты и при наличии ослабленных участков стен устанавливают рандбалки. Затем на отдельных захватках длиной 1,5...2,0 м в заранее намеченной очередности отрывают колодцы на проектную глубину с временным креплением стенок, разбирают нижнюю ослабленную часть фундамента (при необходимости) и удаляют грунт, подводя под фундамент временные крепления. Кладку нового фундамента выполняют с перевязкой швов, удаляя крепление снизу вверх. Зазор между верхним обрезом новой кладки и нижним обрезом старого фундамента зачеканивают полусухим цементно-песчаным раствором состава 1:3.

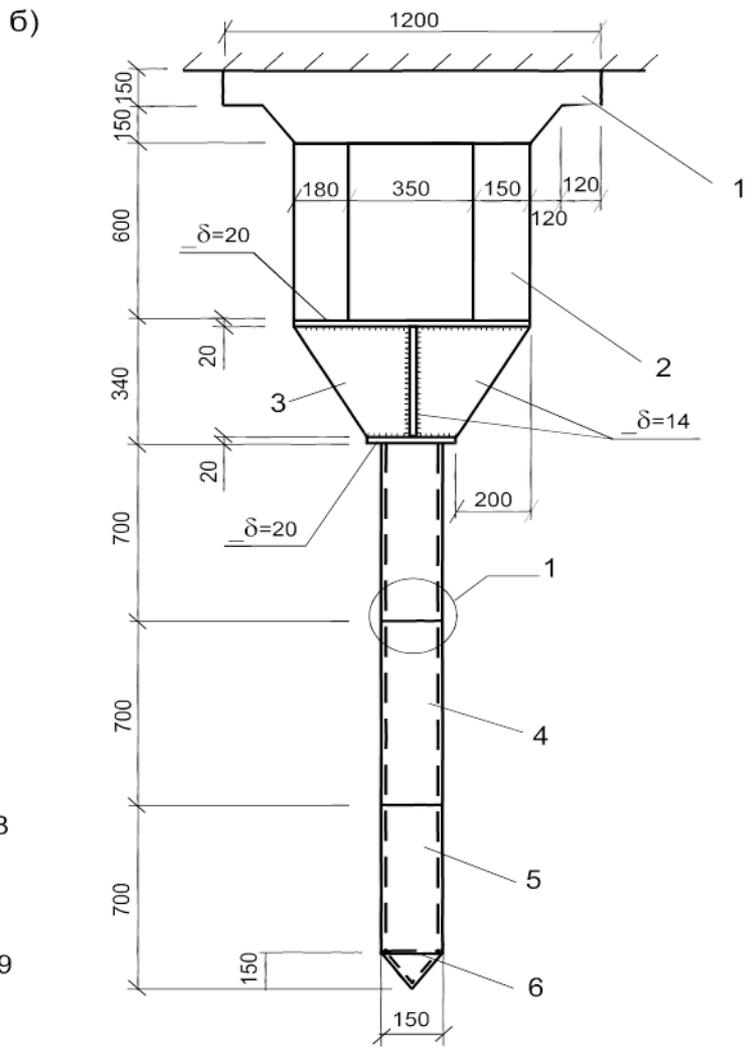
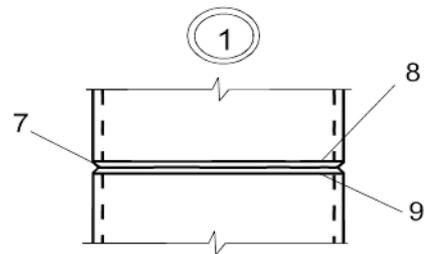
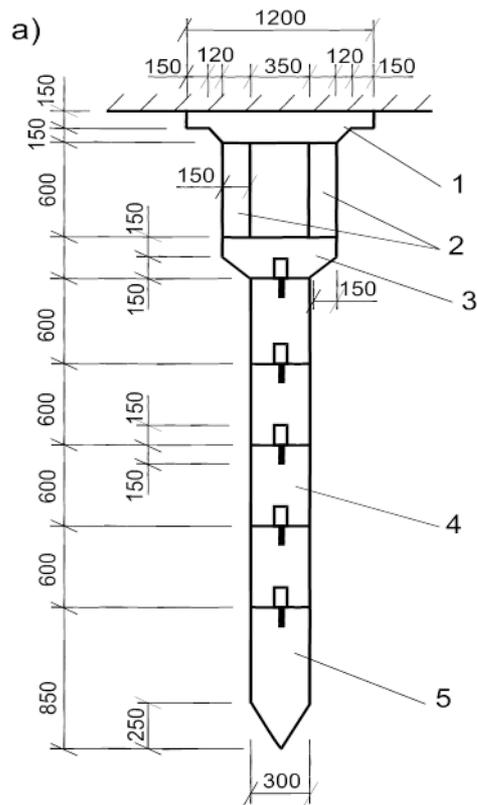
Более эффективным является способ **углубления фундаментов с применением монолитного бетона**. Также, вначале разгружают фундамент, а затем отрывают шурфы на 0,7...1,0 м ниже подошвы фундамента, стенки шурфов крепят щитами. У передней стенки устанавливают прочную раму из бруса или круглого леса. Верхняя перекладина рамы должна находиться на 30...50 мм ниже подошвы фундамента. Между задней и верхней перекладиной рамы в грунт



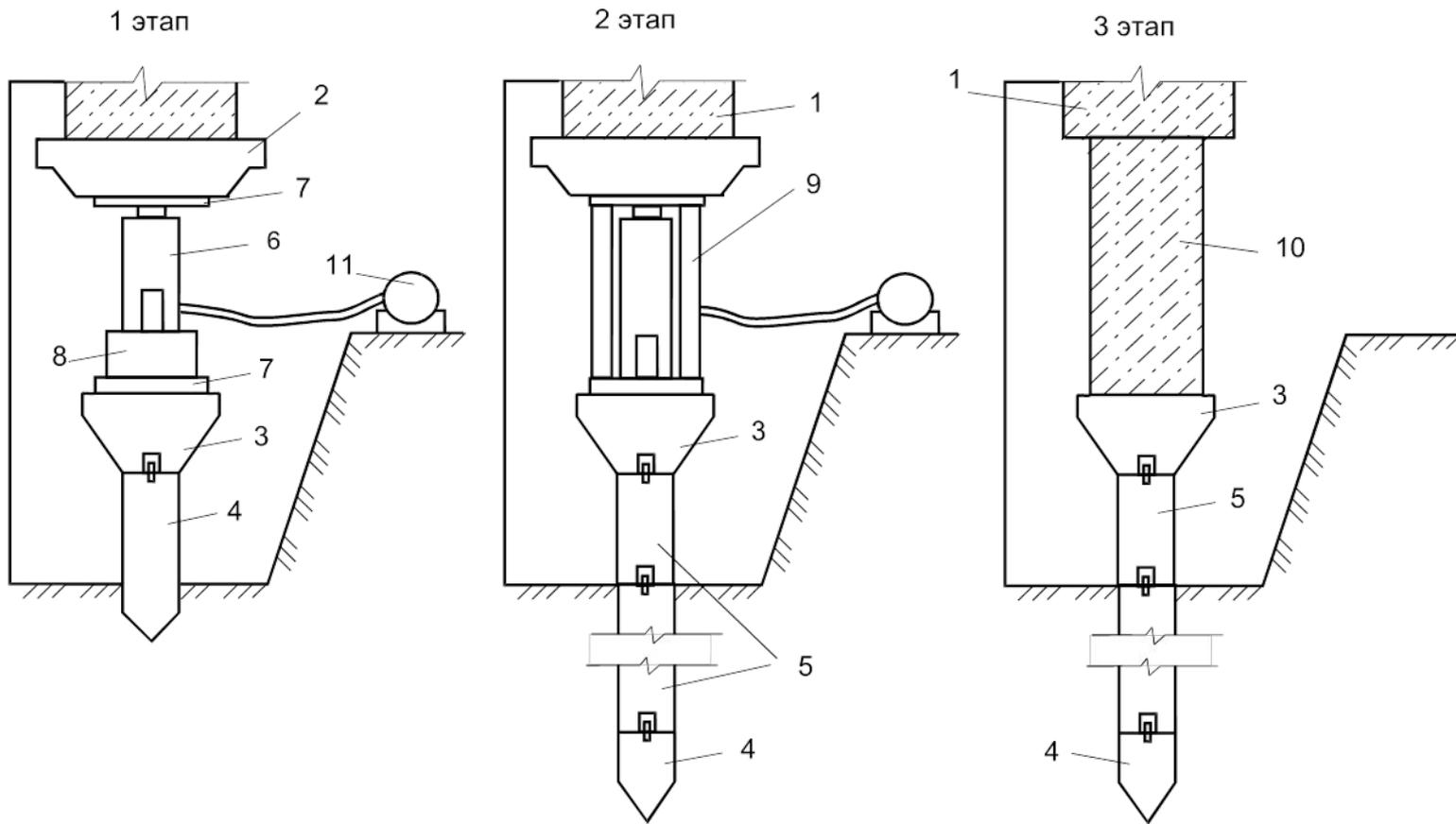
Углубление фундамента  
отдельными блоками:

1 – стена; 2 – фундамент; 3 – заборки; 4 – домкрат;  
5 – бетонный блок; 6 – деревянная рама; 7 – ин-  
вентарные щиты

Затем в колодец укладывают и уплотняют бетонную смесь, оставляя между подошвой фундамента и поверхностью бетона зазор 300...400 мм. После набора бетоном требуемой прочности с помощью домкратов производят обжатие основания новой части фундамента, используя при этом массу существующего здания. После этого бетонируют зазор, укладывая бетонную смесь на 100 мм выше подошвы старого фундамента с целью обеспечения плотного контакта.



- 1 — железобетонный распределительный элемент; 2 — подпорка; 3 — головной элемент;
- 4 — рядовой элемент; 5 — нижний элемент; 6 — заглушка; 7 — фрезеруемые торцы;
- 8 — сварка по контуру; 9 — снимаемая по контуру трубы фаска



1 — существующий фундамент; 2 — распределительный элемент;  
 3, 4, 5 — головной, нижний и рядовой элементы сваи; 6 — домкрат;  
 7 — стальные пластины; 8 — подкладки; 9 — подпорки;  
 10 — распределительная балка; 11 — гидронасос