

Способы усиления железобетонных и каменных конструкций

Классификация методов восстановления и усиления конструктивных элементов зданий и сооружений

Элементы здания	Метод		
	Усиление	Восстановление	Замена
Основания	Инъекции, дополнительное уплотнение (упрочнение)	—	—
Фундаменты	Устройство обойм, разгрузочных конструкций, изменение конструктивной схемы	Инъекции, штукатурка, устройство гидроизоляции	—
Стены, каркасы	Устройство обойм, шпонок, скоб, стяжек, разгрузочных поясов, изменение схемы	Инъекции, штукатурка	—
Перекрытия	Увеличение сечения, устройство затяжек, шпренгелей, изменение схемы	Штукатурка	Замена
Крыши	Увеличение сечения элементов, изменение конструктивной схемы	Восстановление отдельных элементов	То же
Лестницы	Увеличение сечения элементов лестницы	Инъекции, штукатурка	—//—
Балконы	Увеличение сечения, изменение конструктивной схемы	То же	—//—

Основные причины неудовлетворительного состояния фундаментов эксплуатируемых зданий

Ошибки	Характеристика несоответствия условиям эксплуатации и последствия
проектирования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не приняты во внимание все особенности грунтов оснований, включая локальные включения. Например, наличие насыпных грунтов, обладающих сверхнормативными осадками и менее стойких к воздействию протечек хозяйственных вод из неисправных систем инженерных коммуникаций. 2. Несоблюдение установленной глубины заложения (опасность пучения и неравномерных осадок при оттаивании). 3. Наличие двух рядом расположенных фундаментов, значительно отличающихся глубиной заложения.
производства работ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нарушение структуры грунтов под фундаментами (например, расположение глинистых грунтов под подошвой фундамента, заложеного на недостаточную глубину). 2. Использование в технологическом процессе возведения фундаментов машин и механизмов с динамическим характером воздействия на массив грунта (опасным, например, в отношении водонасыщенных пылеватых грунтов). 3. Засыпка пазух котлованов водопроницаемыми грунтами. 4. Некачественное выполнение отмосток и придомовых замощений. 5. Выполнение ремонтно-строительных работ с нарушением технологии (скажем, устройство проемов в фундаментах без предварительной установки разгружающих балок или отрыв котлованов около существующих фундаментов на глубину, превышающую проектную).
эксплуатации здания	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вымывание, унос (суффозия) или разжижение грунтов при неисправности подземных инженерных систем (водоснабжения, канализации, теплотрасс). 2. Систематическое замачивание грунтов основания из-за неудовлетворительного состояния отмосток, систем удаления ливневых вод и пр. 3. Увеличение глубины подвальных помещений с нарушением нормируемого перепада отметок между подошвой фундамента и подготовкой под полы подвала (менее 500 мм). 4. Перераспределение нагрузок на фундаменты без учета их действительной несущей способности. 5. Устройство пристроек и надстроек без выполнения поверочных расчетов оснований и фундаментов.

Основные методы восстановления и усиления фундаментов эксплуатируемых зданий

Метод восстановления или усиления фундамента		Исходное состояние фундамента
Наименование	Конструктивно-технологическое решение	
Укрепление кладки фундамента без расширения подошвы	Нагнетание (инъекции) цементного раствора в трещины и пустоты в теле фундамента	Снижение прочности кладки по всей толще фундамента, расслоение кладки
	Штукатурка или торкретирование	Снижение прочности наружного слоя массива фундамента, незначительные трещины в нем
	Устройство железобетонных или металлических обойм усиления (в том числе, и напрягаемых для столбов и простенков)	Недостаточная несущая способность, возможное увеличение нагрузки
Увеличение опорной площади фундамента	Устройство по периметру фундамента приливов-башмаков из монолитного или сборного железобетона	Фундамент находится в удовлетворительном состоянии или предварительно выполнено укрепление цементацией
Передача нагрузки на нижележащие слои грунта	Устройство выносных (набивных или винтовых) свай с включением в работу поперечных балок усиления	То же. Прочный грунт расположен глубоко от подошвы фундамента
	Устройство опускных колодцев	То же. Фундамент находится в удовлетворительном состоянии.
Углубление фундаментов	Подводка новых конструктивных элементов (столбов или сплошной плиты) с предварительным вывешиванием участков стен в местах выполнения работ	Углубление подвала. Устройство пристроек, встроек и подземных сооружений

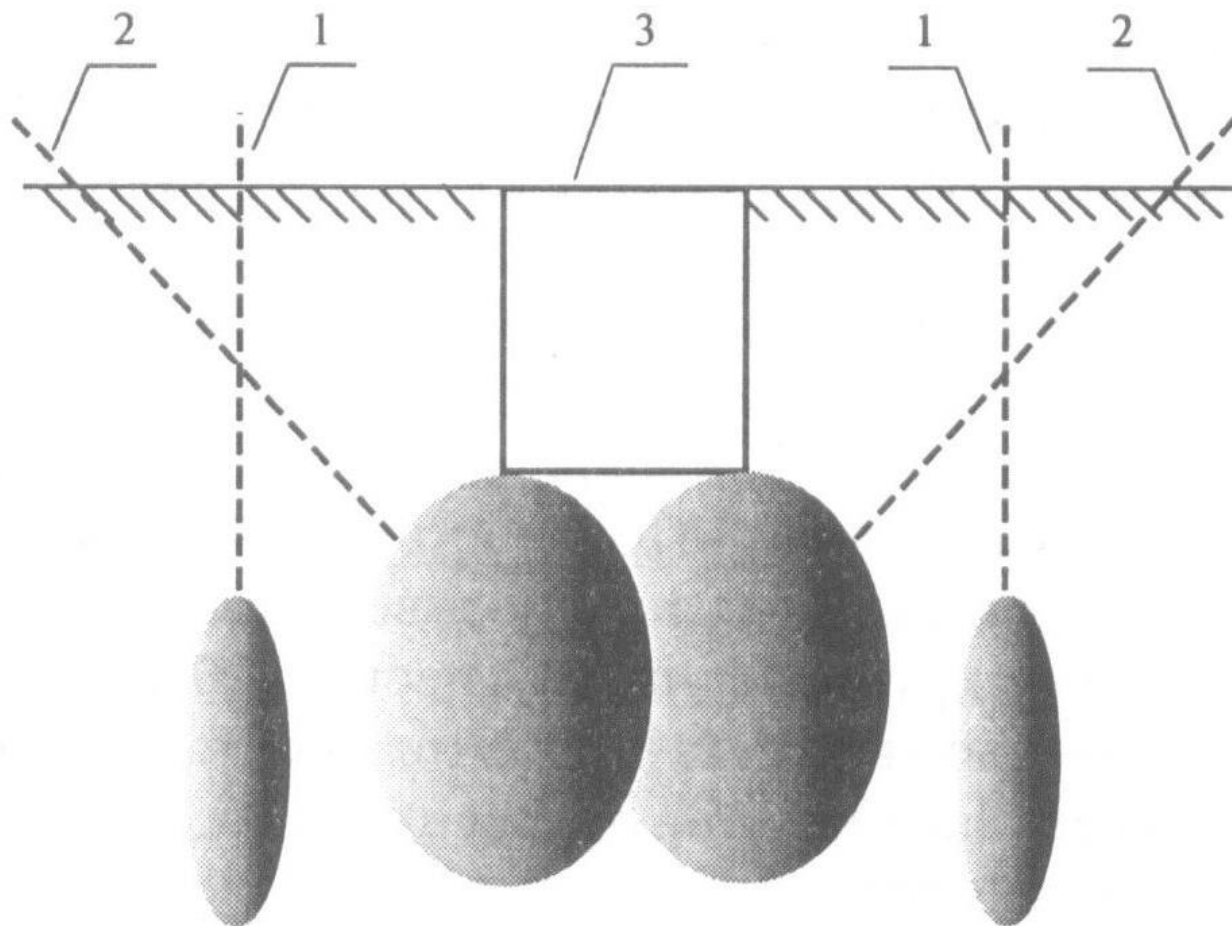


Рис. 6.1.1. Поэтапное укрепление грунта основания фундамента:
1 — положение инъекторов для формирования завес; 2 — основное положение инъекторов для усиления грунта под подошвой фундамента;
3 — фундамент сооружения

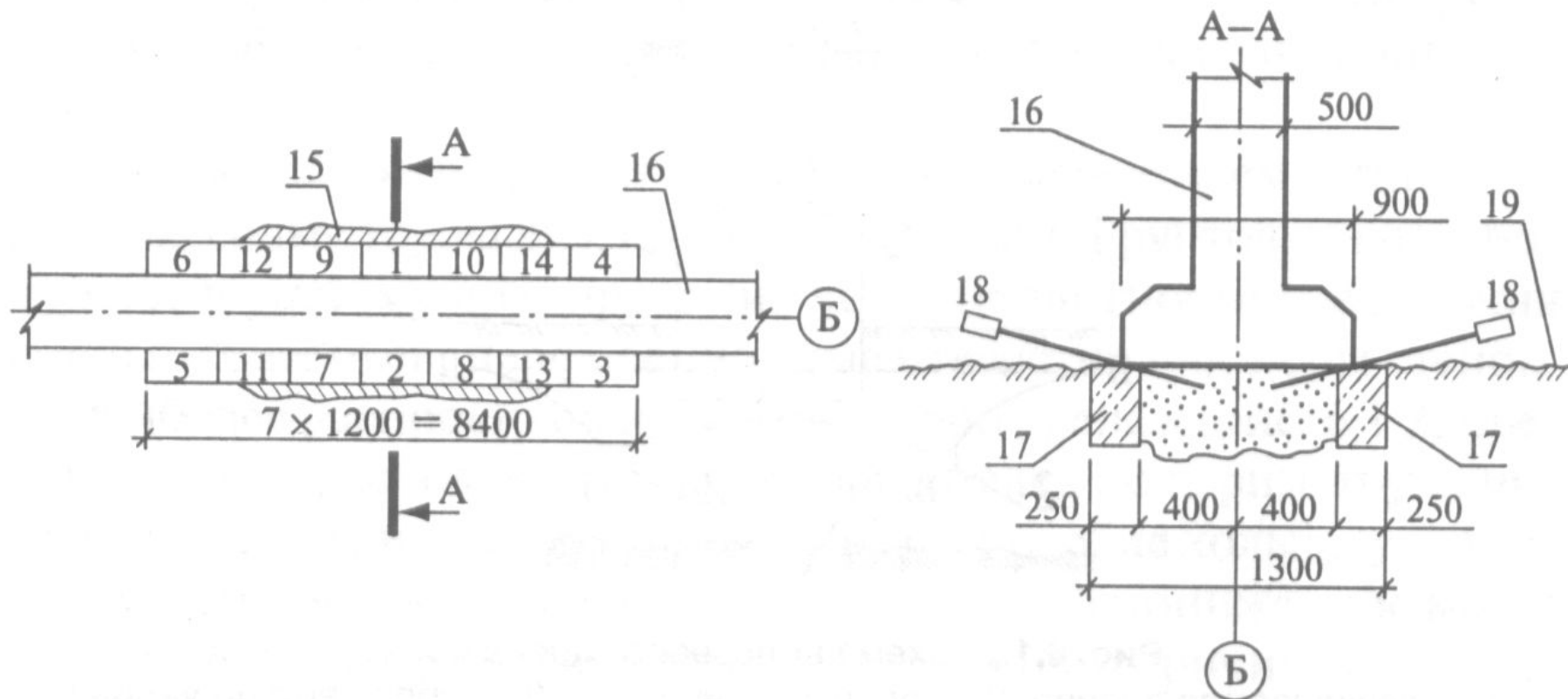


Рис. 6.1.3. Схема упрочнения основания здания:

1–14 — последовательность выемки грунта под фундаментом; 15 — зона просадки фундамента; 16 — фундамент здания; 17 — монолитные бетонные элементы, выполняющие роль завес; 18 — иньекторы для нагнетания цементного раствора; 19 — дно котлована

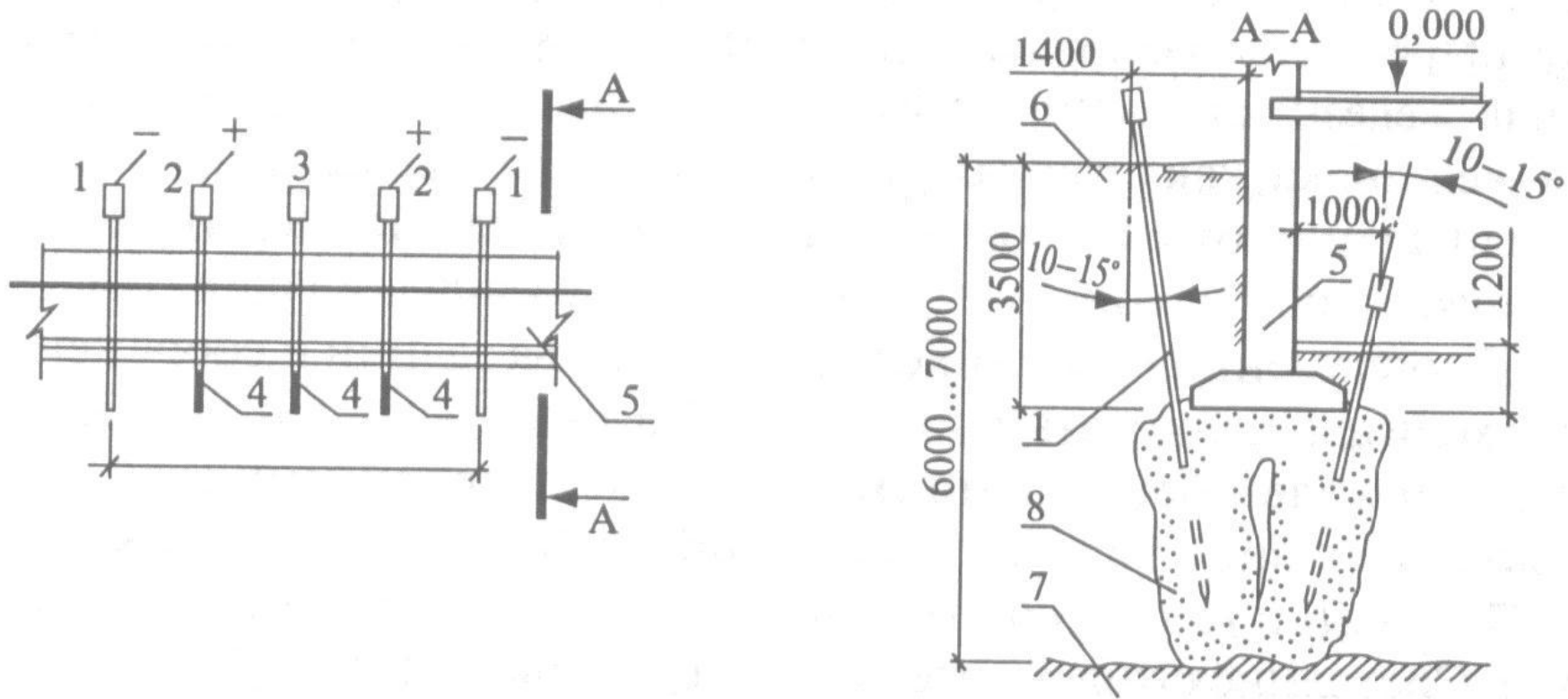


Рис. 6.1.4. Укрепление основания методом электросиликатизации:
 1 — инжекторы-катоды; 2 — инжекторы-аноды; 3 — нейтральный инжектор;
 4 — перфорированная часть инжектора; 5 — сборный ленточный фундамент;
 6 — просадочная толща лессовидных суглинков; 7 — непросадочный грунт;
 8 — массив грунта, закрепленный электросиликатизацией

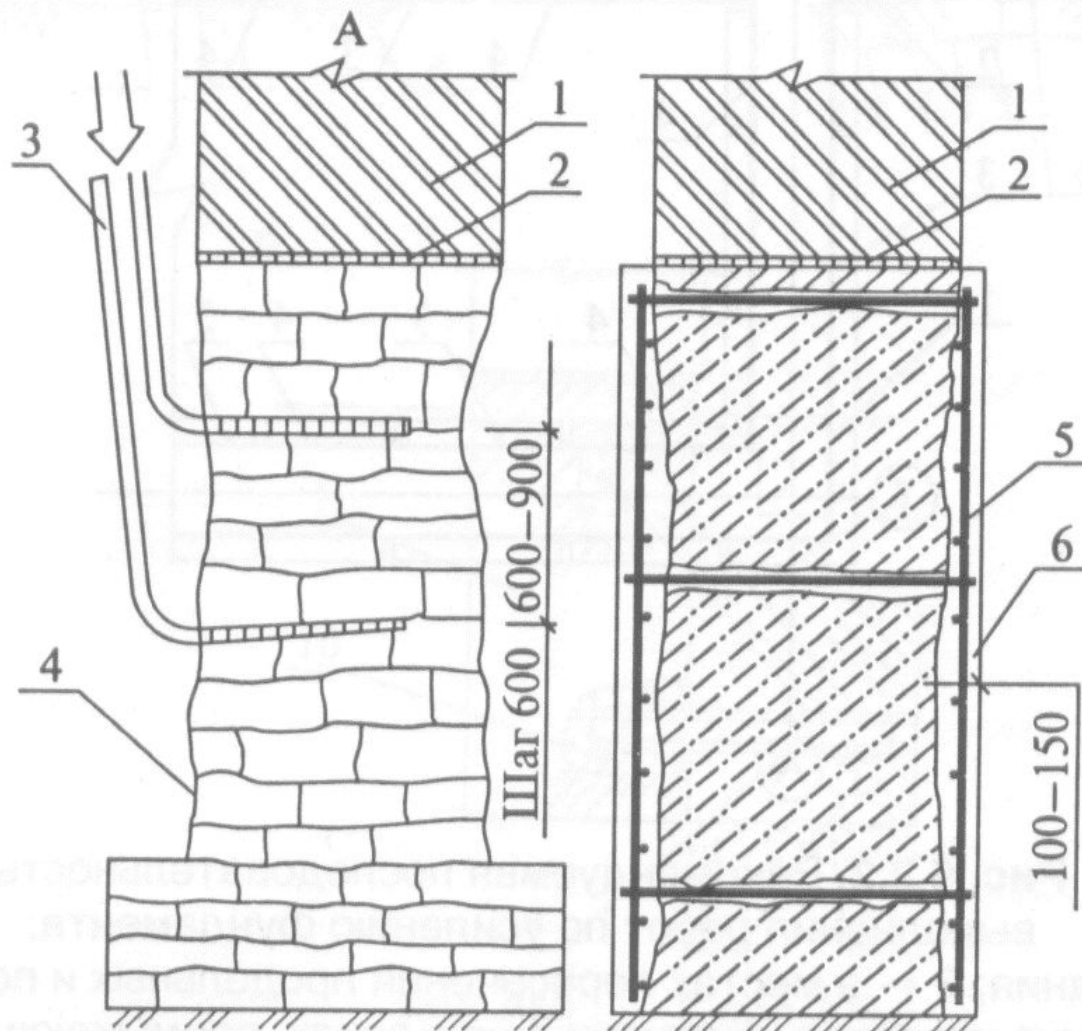


Рис. 6.2.1. Усиление фундамента и стен подвала:

- А — методом цементации; Б — устройством железобетонных обойм;
 1 — стена здания; 2 — гидроизоляция; 3 — инъекторы для нагнетания цементного раствора; 4 — наплывы раствора на поверхности фундамента;
 5 — арматурные каркасы; 6 — бетон омоноличивания

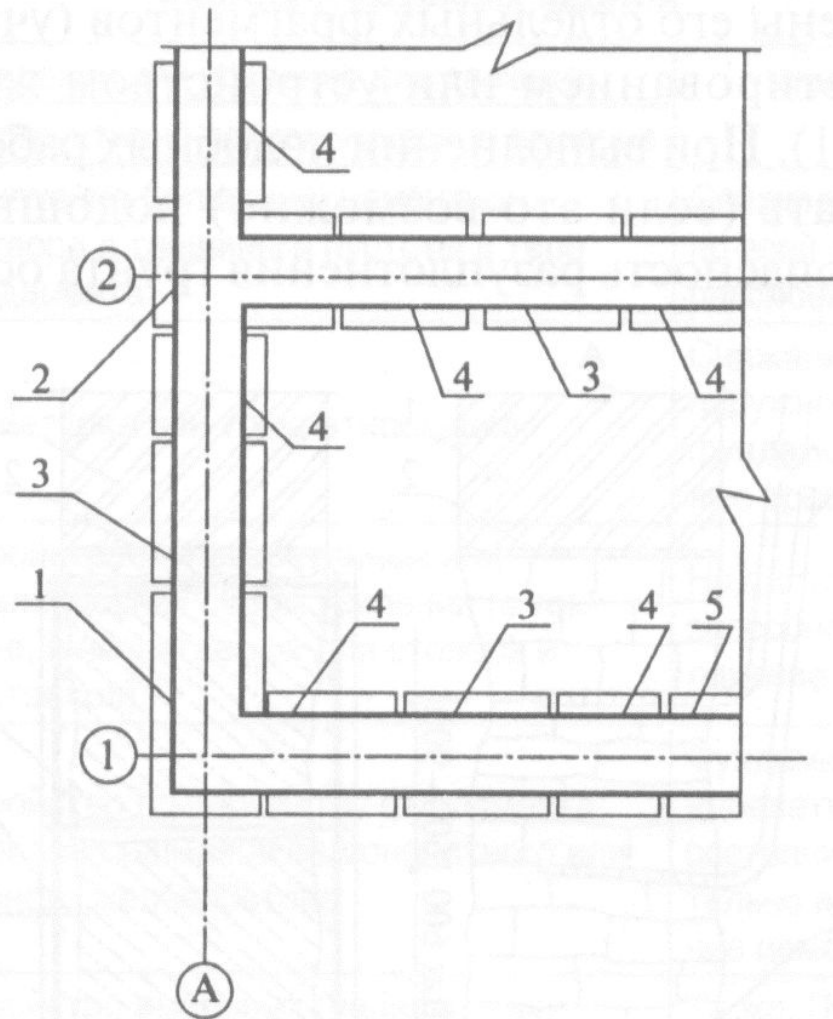


Рис. 6.2.2. Рекомендуемая последовательность выполнения работ по усилению фундамента:

- 1 — в углах здания; 2 — в местах пересечения продольных и поперечных стен;
- 3 — в середине участков усиления; 4 — в зонах, примыкающих к зонам 3;
- 5 — в промежуточных зонах, оставшихся без усиления

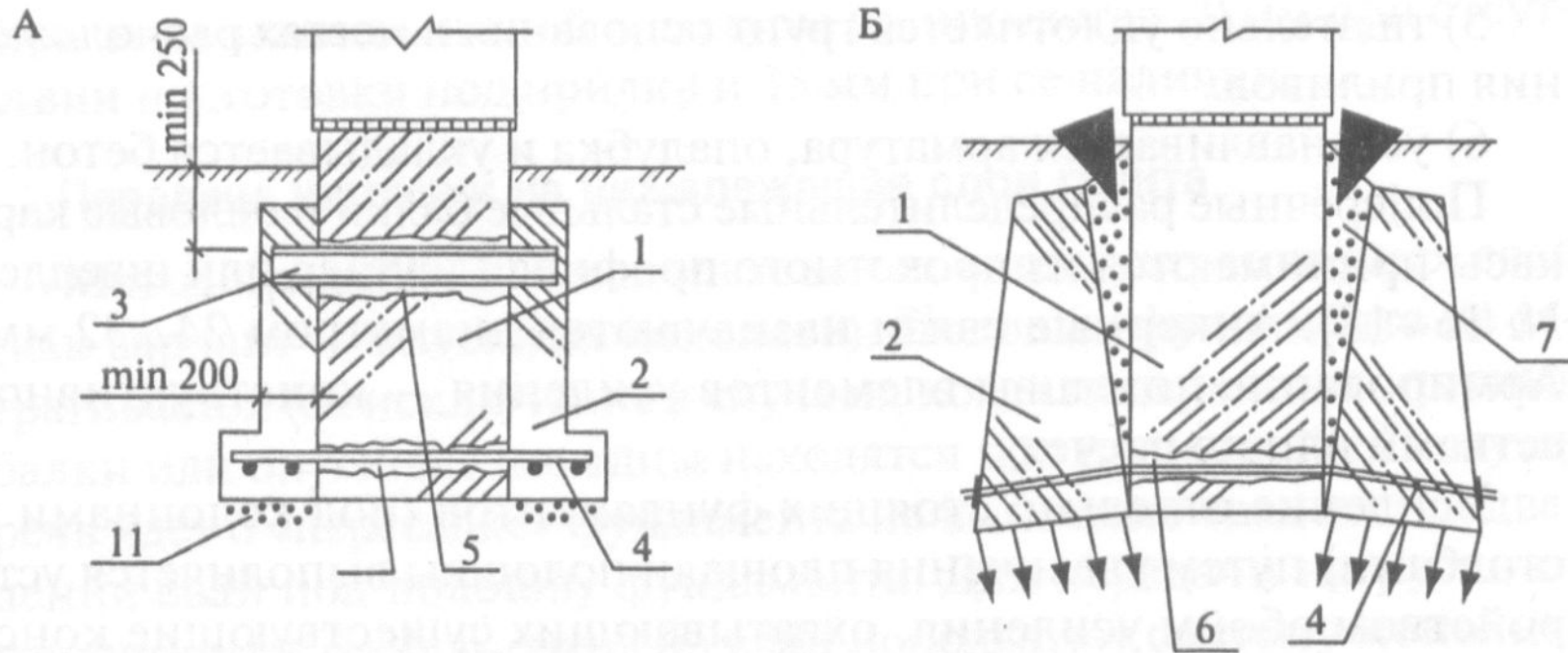


Рис. 6.2.3. Увеличение опорной площади ленточных фундаментов с помощью приливов:

А — из монолитного железобетона; Б — из сборных железобетонных элементов, обеспечивающих обжатие грунта основания; В — одностороннее расширение фундамента в стесненных условиях; 1 — существующий фундамент; 2 — устраиваемые приливы (башмаки, банкетты); 3 — распределительная стальная балка; 4 — анкерная связь (арматура); 5, 6 — отверстия для пропуска стальных элементов, заделываемые цементным раствором под давлением; 7 — клиновидные монолитные бетонные вставки, образующиеся в результате поворота сборных железобетонных приливов с помощью металлических клиньев или домкратов; 8 — каркас из профильного проката, передающий нагрузку на прилив; 9 — разгрузочная балка; 10 — анкеры; 11 — щебеночное уплотнение грунта основания под прилив

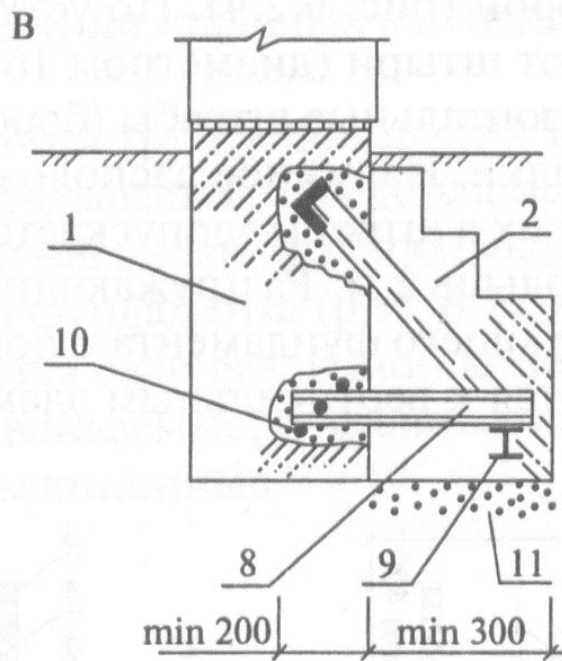


Рис. 6.2.3. Увеличение опорной площади ленточных фундаментов с помощью приливов:

А — из монолитного железобетона; Б — из сборных железобетонных элементов, обеспечивающих обжатие грунта основания; В — одностороннее расширение фундамента в стесненных условиях; 1 — существующий фундамент; 2 — устраиваемые приливы (башмаки, банкетты); 3 — распределительная стальная балка; 4 — анкерная связь (арматура); 5, 6 — отверстия для пропуска стальных элементов, заделываемые цементным раствором под давлением; 7 — клиновидные монолитные бетонные вставки, образующиеся в результате поворота сборных железобетонных приливов с помощью металлических клиньев или домкратов; 8 — каркас из профильного проката, передающий нагрузку на прилив; 9 — разгрузочная балка; 10 — анкеры; 11 — щебеночное уплотнение грунта основания под прилив

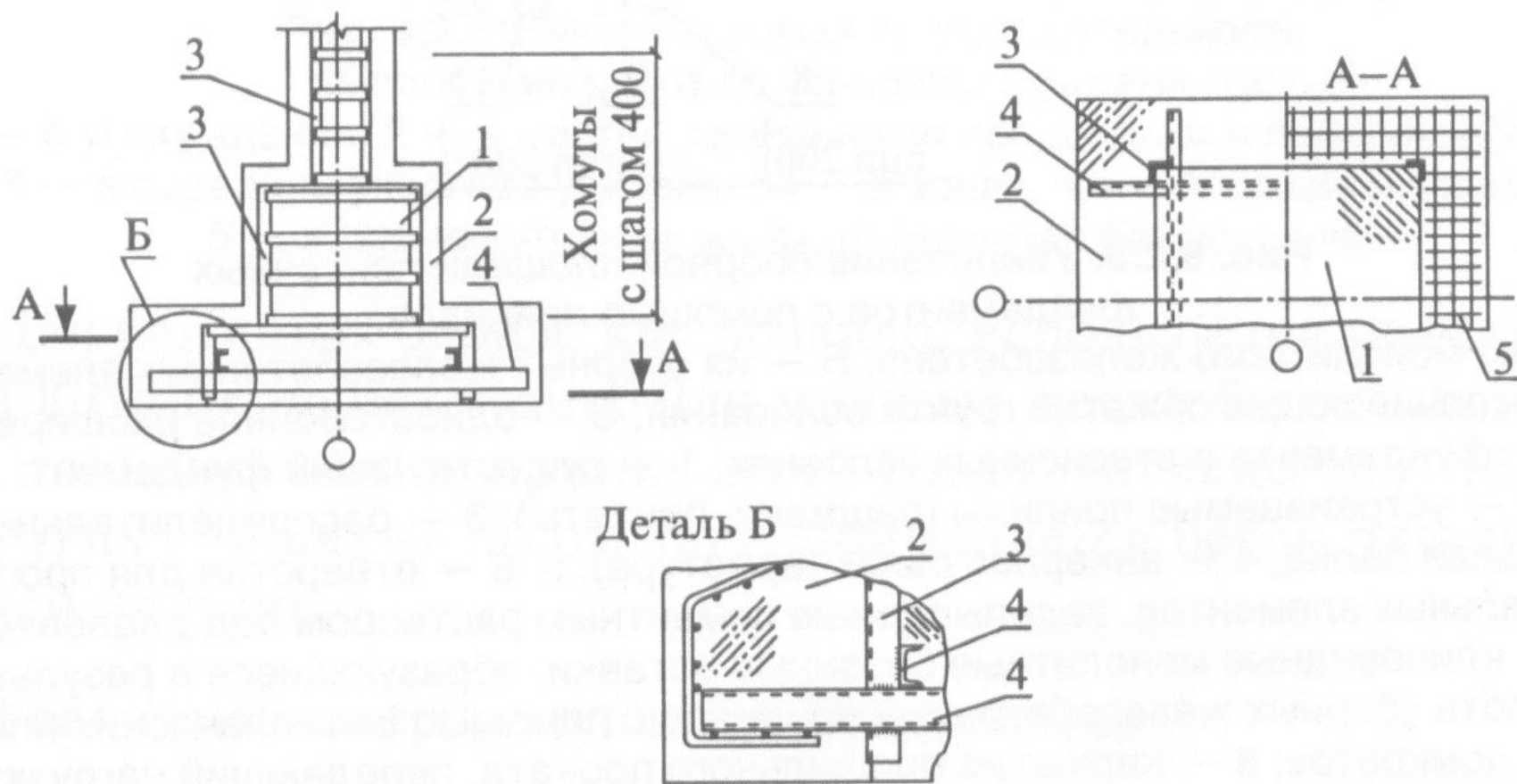


Рис. 6.2.4. Усиление отдельно стоящих опор под колонны и столбы:
 1 — существующий фундамент; 2 — железобетонная обойма усиления;
 3 — вертикальные жесткие элементы арматурного каркаса;
 4 — стальные балки, передающие усилие на монолитное усиление опоры;
 5 — армирование уширения фундамента

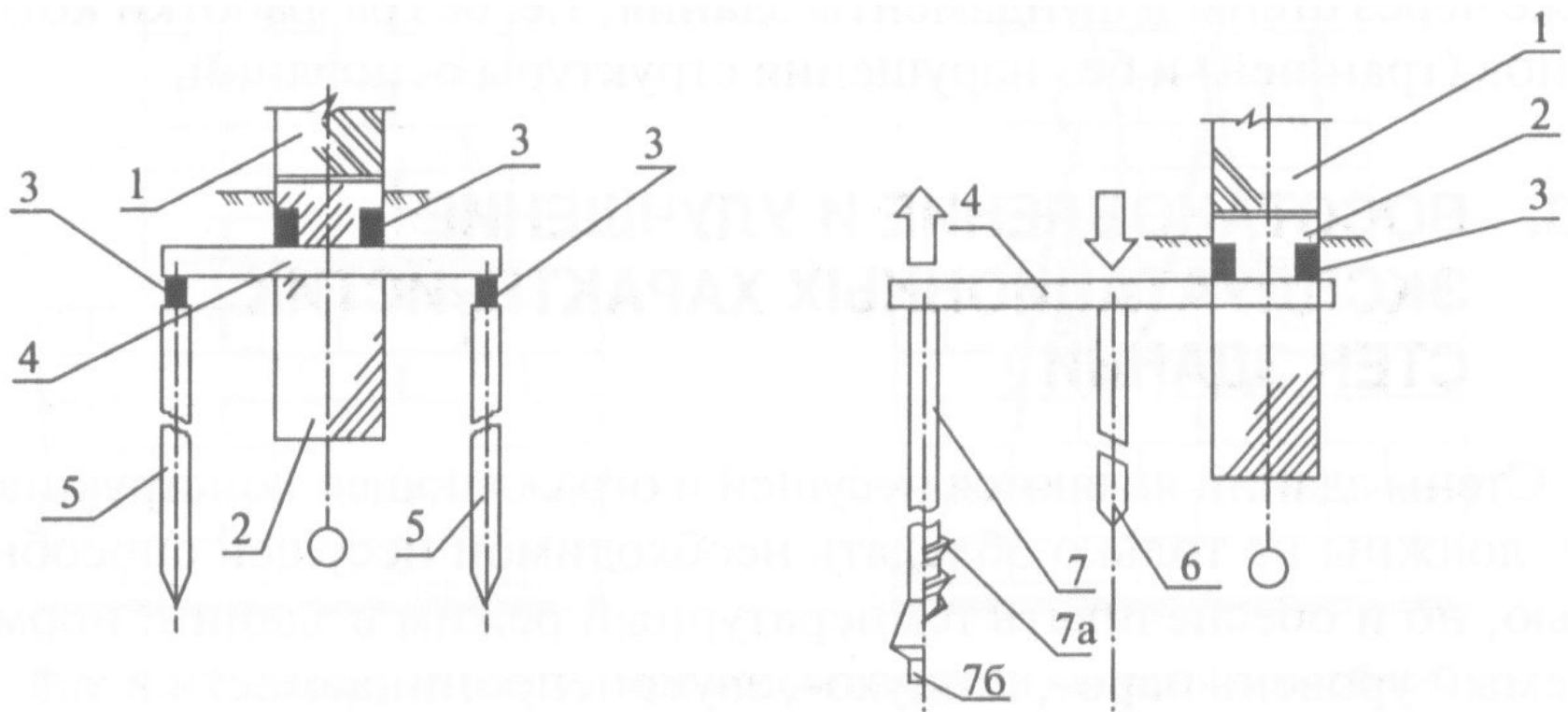


Рис. 6.2.5. Схема усиления фундаментов передачей нагрузки на сваи:
 1 — стена здания; 2 — фундамент; 3 — рандбалки (железобетонные или стальные омоноличенные); 4 — поперечные балки (железобетонные или стальные омоноличенные); 5, 6 — сваи, работающие на вдавливание; 7 — сваи (винтовые 7а или буронабивные с уширенной пятой 7б), работающие на выдергивание

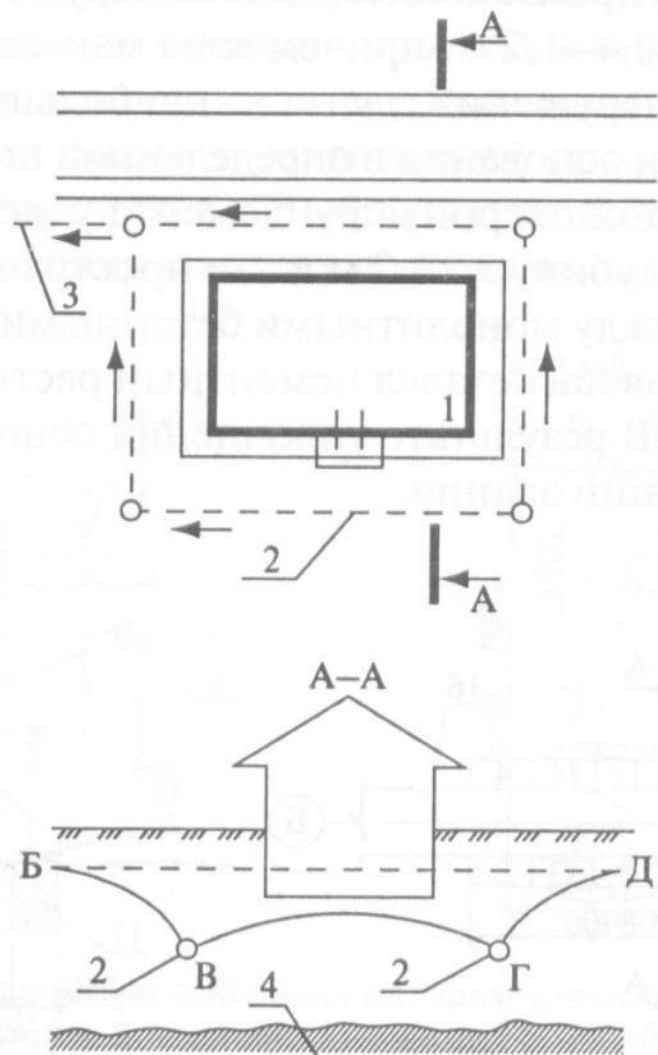


Рис. 6.1.2. Схема кольцевого дренажа:

1 — защищаемое здание; 2 — дренажи-сборители; 3 — сброс вод по уклону местности; 4 — водоупорный грунт; БД — уровень грунтовых вод в естественном состоянии; БВГД — уровень грунтовых вод после устройства дренажа

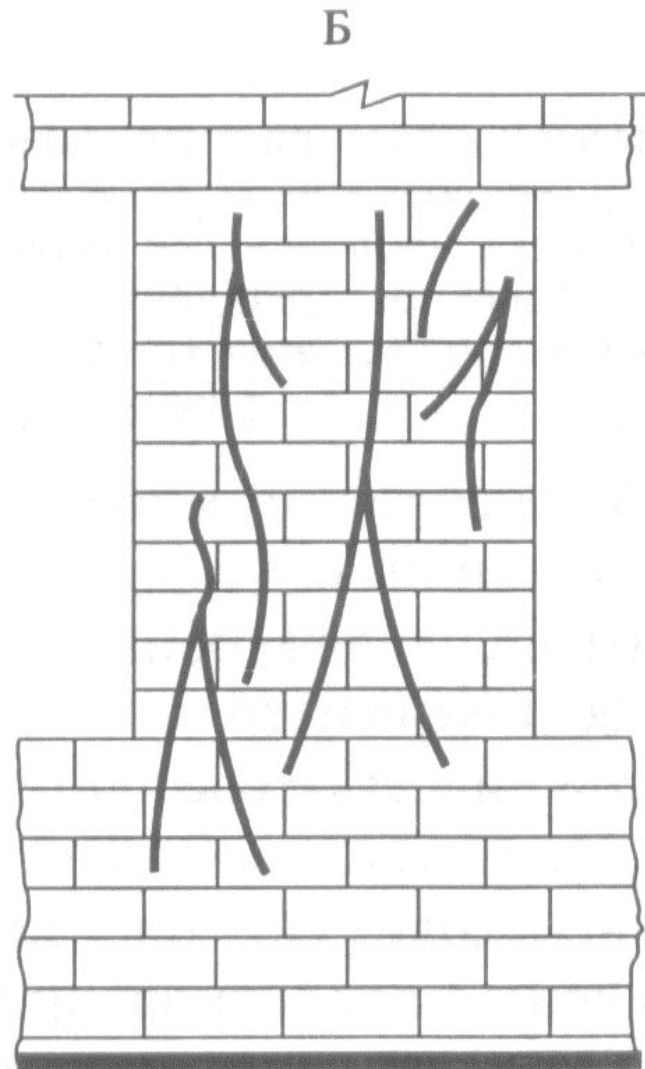
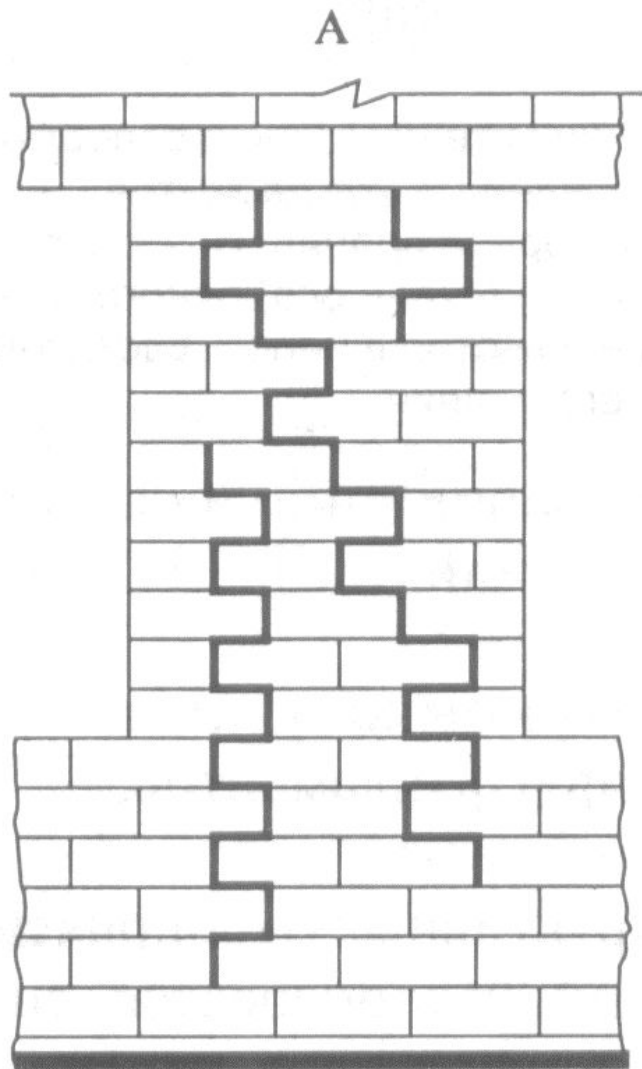


Рис. 6.3.1. Характер трещин при несоответствии несущей способности кирпичной кладки на сжатие фактической нагрузке:

- А — при удовлетворительном состоянии кладки (физический износ менее 40%);
Б — при неудовлетворительном состоянии кладки (износ более 40%)

Сквозная почти вертикальная трещина относительно постоянной ширины появляется при резко отличающихся величинах осадок двух частей здания (рис. 6.3.2, В).

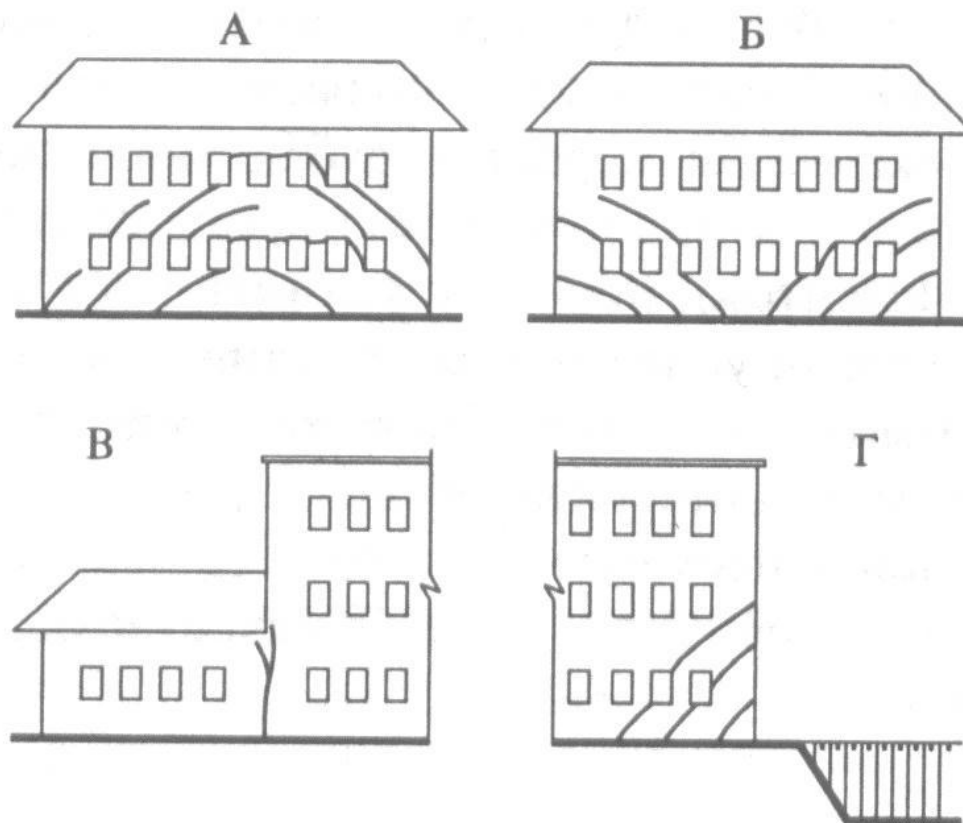


Рис. 6.3.2. Характер трещин в наружных несущих стенах здания вследствие неудовлетворительного состояния оснований и фундаментов:
А — осадка средней части здания; Б — осадка торцов здания; В — различная величина просадки двух частей здания при отсутствии осадочного шва;
Г — обширная выемка грунта или новое строительство в непосредственной близости от существующего здания

В период эксплуатации кирпичных зданий часто происходит разрушение облицовочного слоя кирпича в наиболее нагруженных простенках нижних этажей. Ремонт может заключаться в заделке трещин инъецированием или заменой части разрушившихся кирпичей (рис. 6.3.3).

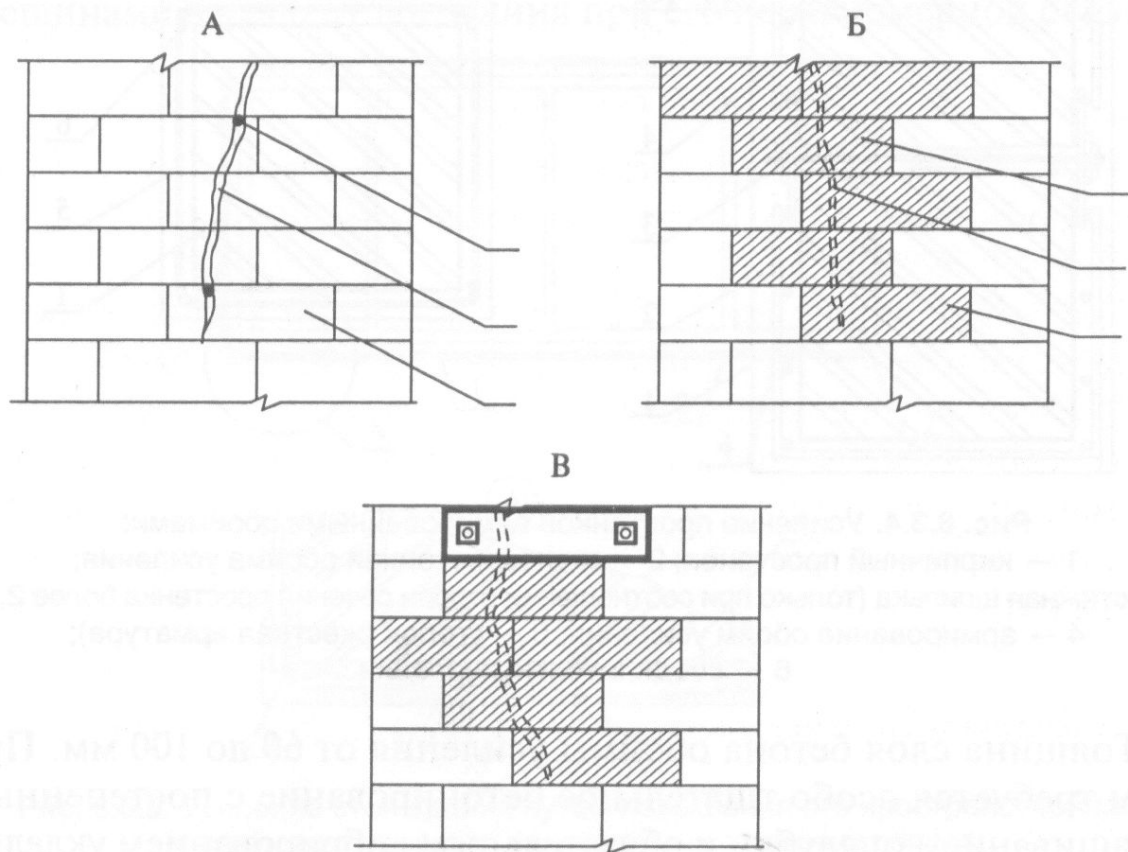


Рис. 6.3.3. Усиление кирпичных простенков с трещинами:

- А — инъецирование трещин с раскрытием до 10 мм цементным раствором;
 Б — вставкой кирпичных «замков»; В — вставкой «замков» с металлическими «якорями»; 1 — простенок; 2 — трещина; 3 — инъекторы для цементации трещин; 4 — кирпичные «замки» толщиной $\frac{1}{2}$ кирпича, выкладываемые участками с обеих сторон простенка; 5 — «якоря» из полосовой стали, стянутые болтами

Усиление многопустотных плит перекрытий

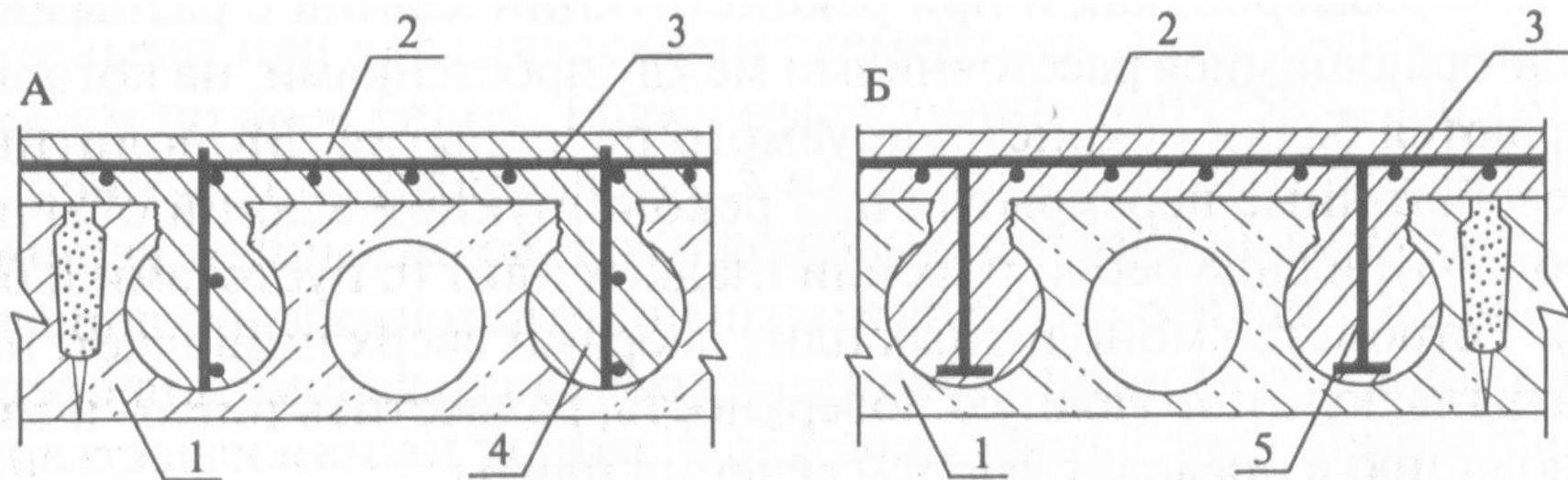


Рис. 6.4.4. Усиление сборной многопустотной плиты перекрытия:

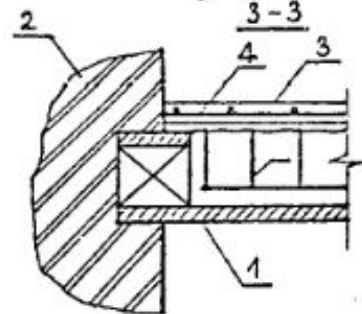
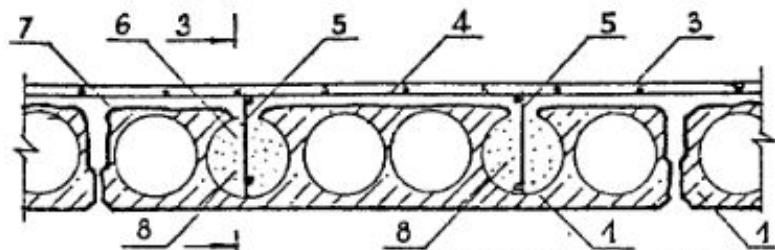
А — с применением гибкого армирования плиты усиления;

Б — с применением жестких армирующих элементов усиления;

— существующая плита; 2 — бетон усиления; 3 — горизонтальное армирование усиления; 4 — вертикальные каркасы усиления; 5 — прокатные двутавровые балки в качестве арматуры усиления

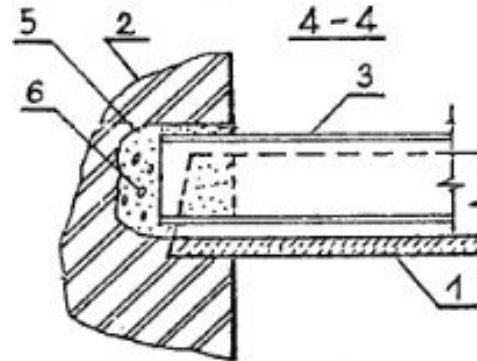
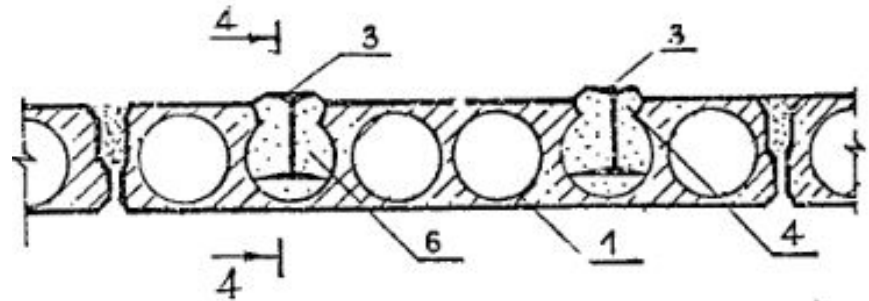
Усиление многопустотных плит перекрытий

НАРАЩИВАНИЕ ПЛИТ СВЕРХУ
ПРИ НЕДОСТАТОЧНОМ СЦЕПЛЕНИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ



- 1- усиливаемая плита;
- 2- кирпичная стена;
- 3- монолитный слой бетона;
- 4- арматурная сетка;
- 5- арматурные каркасы;
- 6- вырубленные полки плит для установки каркасов;
- 7- поверхность сцепления монолитного бетона с плитами;
- 8- бетон замоноличивания вырубленных полок и пустот

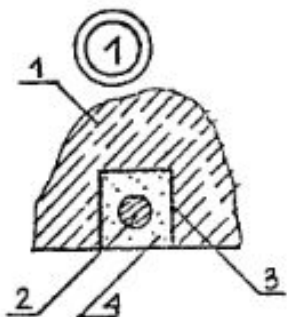
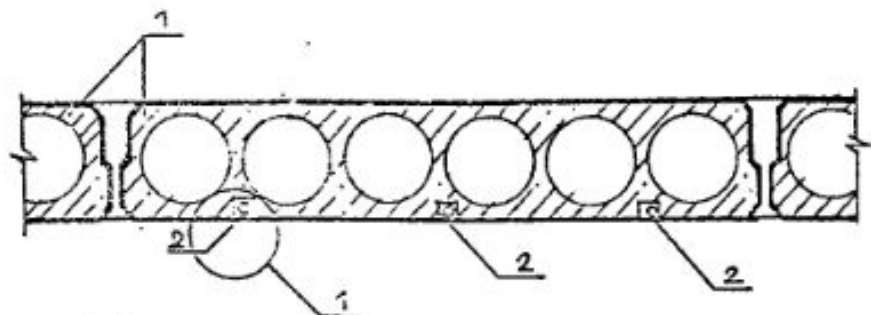
ПОДВЕДЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАЗГРУЖАЮЩИХ
БАЛОК СВЕРХУ



- 1- усиливаемые плиты;
- 2- кирпичная стена;
- 3- разгружающие балки из двутавров;
- 4- вырубленные полки плит для установки балок;
- 5- вырубленные ниши в стенах для заведения балок;
- 6- бетон замоноличивания вырубленных полок, ниш и пустот

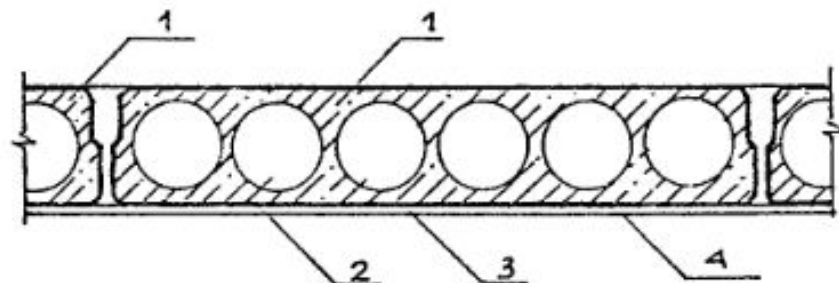
Усиление многопустотных плит перекрытий

УСТАНОВКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ
НА ПОЛИМЕРРАСТВОРЕ



- 1- усиливаемые плиты;
- 2- дополнительная арматура;
- 3- пазы в бетоне, вырезанные фрезой;
- 4- защитно-конструкционный полимерраствор

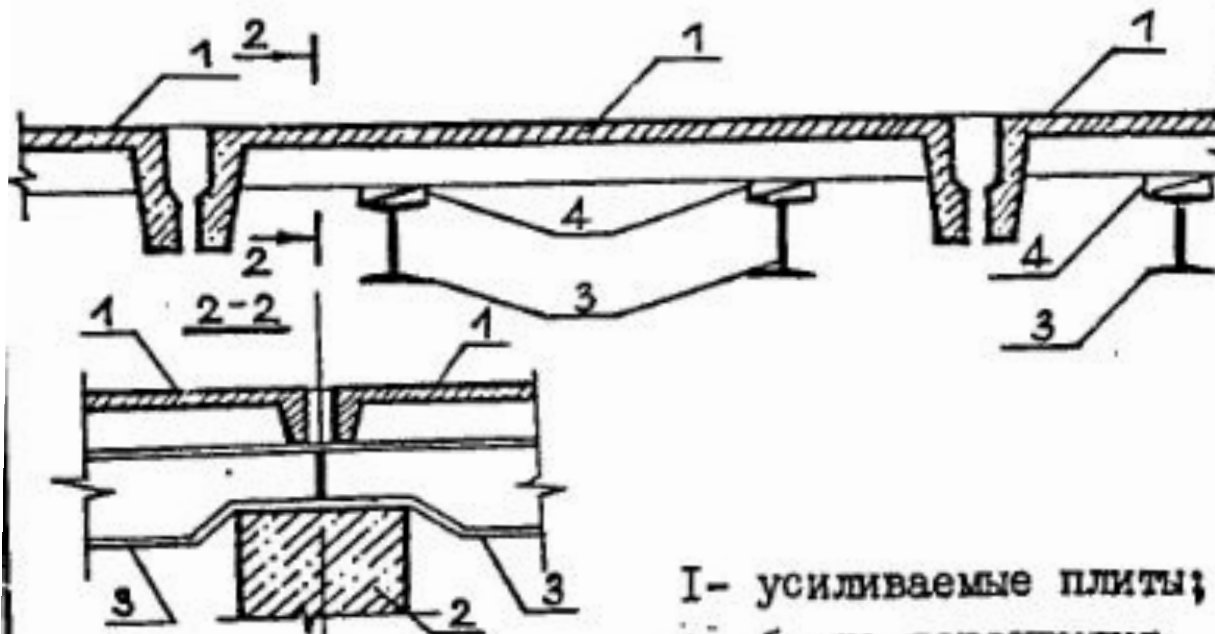
НАКЛЕЙКА СТЕКЛОТКАНИ ИЛИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА
НА ПОЛИМЕРРАСТВОРЕ



- 1- усиливаемые плиты;
- 2- очищенная и обезжиренная поверхность плит;
- 3- защитноконструкционный полимерраствор;
- 4- листовой металл (очищенный от окислы и ржавчины и обезжиренный ацетоном) или несколько слоев стеклоткани марок СТ-II, СТ-13 или стеклосетки марок РС₂-1, РС₂-2 и др. (очищенные от замасливания)

Усиление ребристых плит покрытия

ПОДВЕДЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАЗГРУЖАЮЩИХ БАЛОК



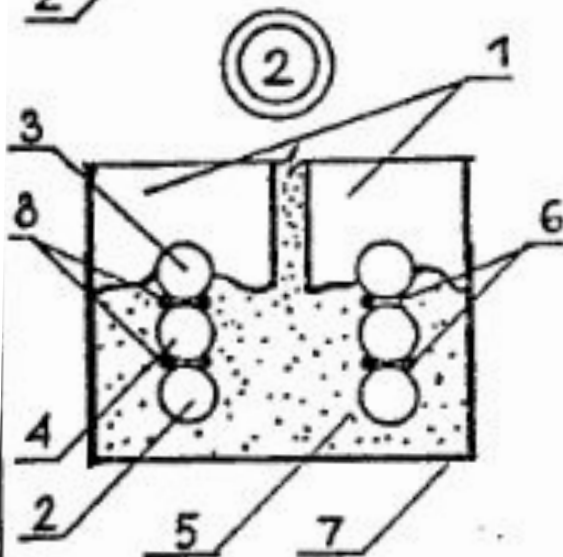
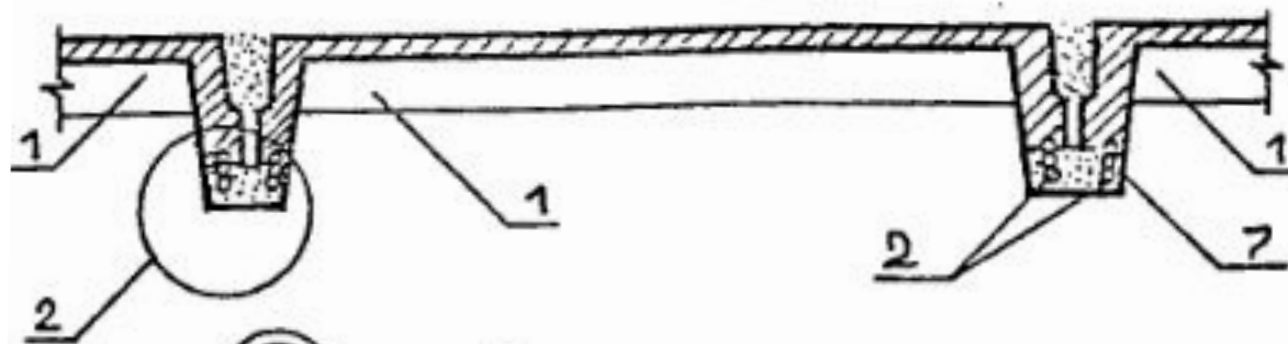
1- усиливаемые плиты;
2- балка перекрытия
(покрытия);

3- разгружающие балки из двутавров с под-
резками у опор;

4- металлические пластины-клинья для вклю-
чения разгружающих балок в работу

Усиление ребристых плит покрытия

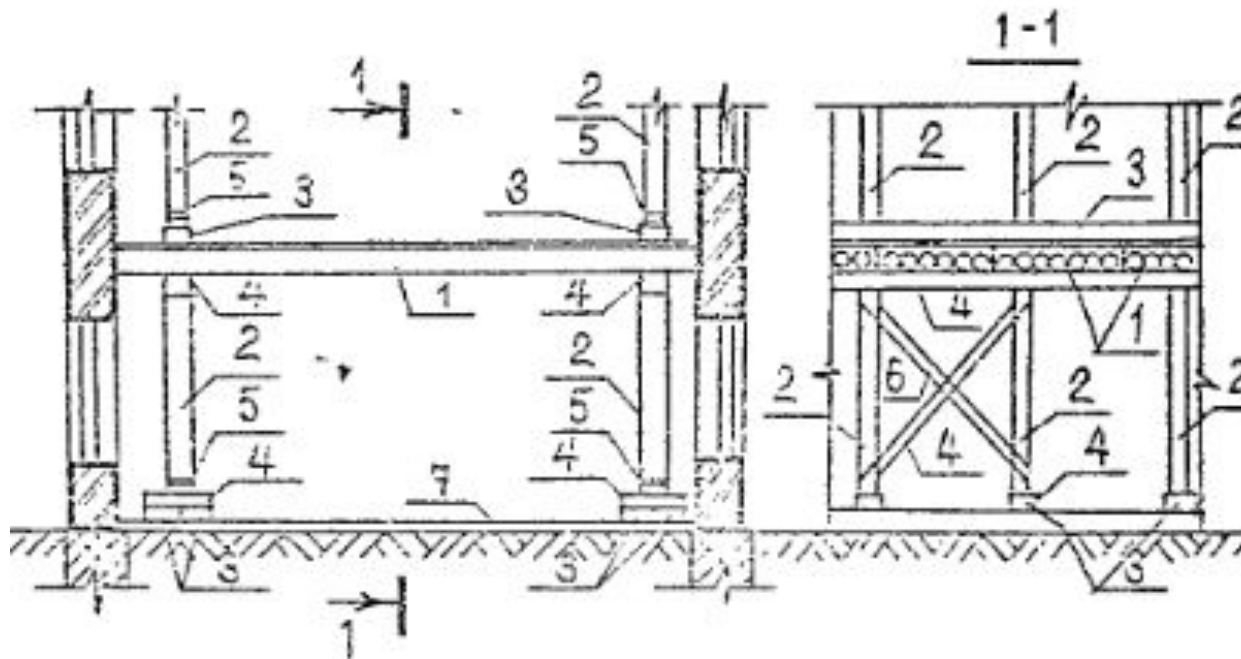
УСТАНОВКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РАБОЧЕЙ АРМАТУРЫ



- 1- усиливаемые плиты; 2- дополнительная арматура; 3- арматура плит, оголенная на участках длиной 100мм через 1.0м по длине; 4- арматурные коротыши длиной 80-100мм; 5- бетон или раствор; 6- сварка; 7- антикоррозийное лакокрасочное покрытие

Способы временного усиления аварийных плит

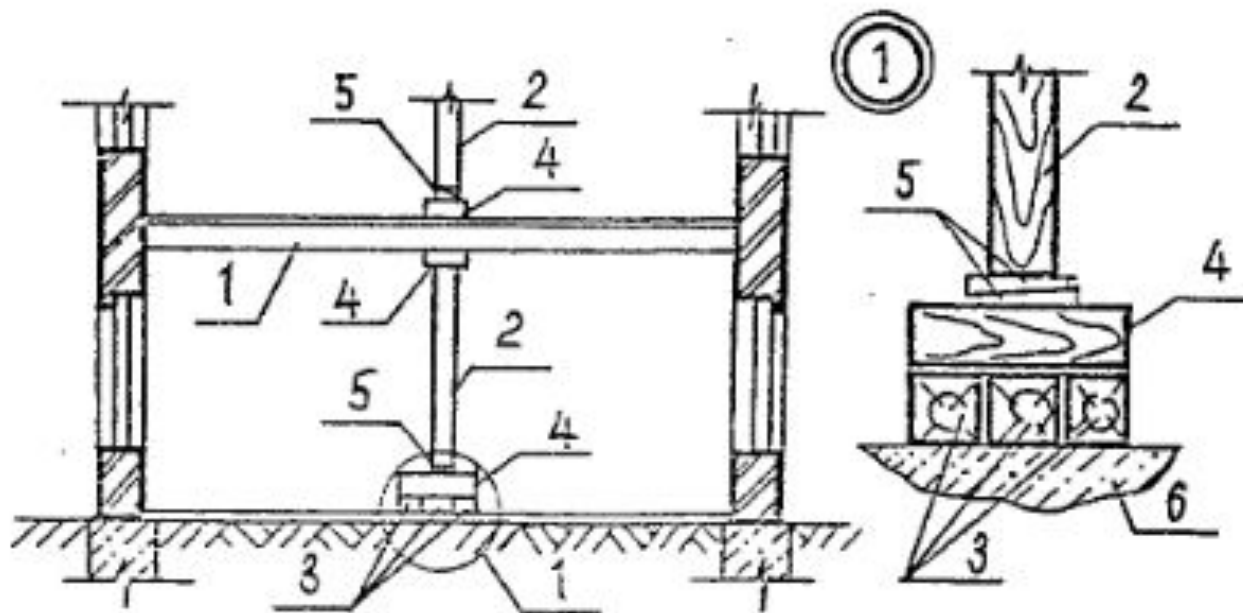
ПОДВЕШЕНИЕ СТОЕК ВБЛИЗИ ОПОР



1 - укрепляемые железобетонные плиты перекрытия; 2 - разгружающие металлические или деревянные стойки; 3 - лежни из бруса; 4 - подкладки из бруса; 5 - клинья для включения стоек; 6 - связи из досок; 7 - пол здания

Способы временного усиления аварийных плит

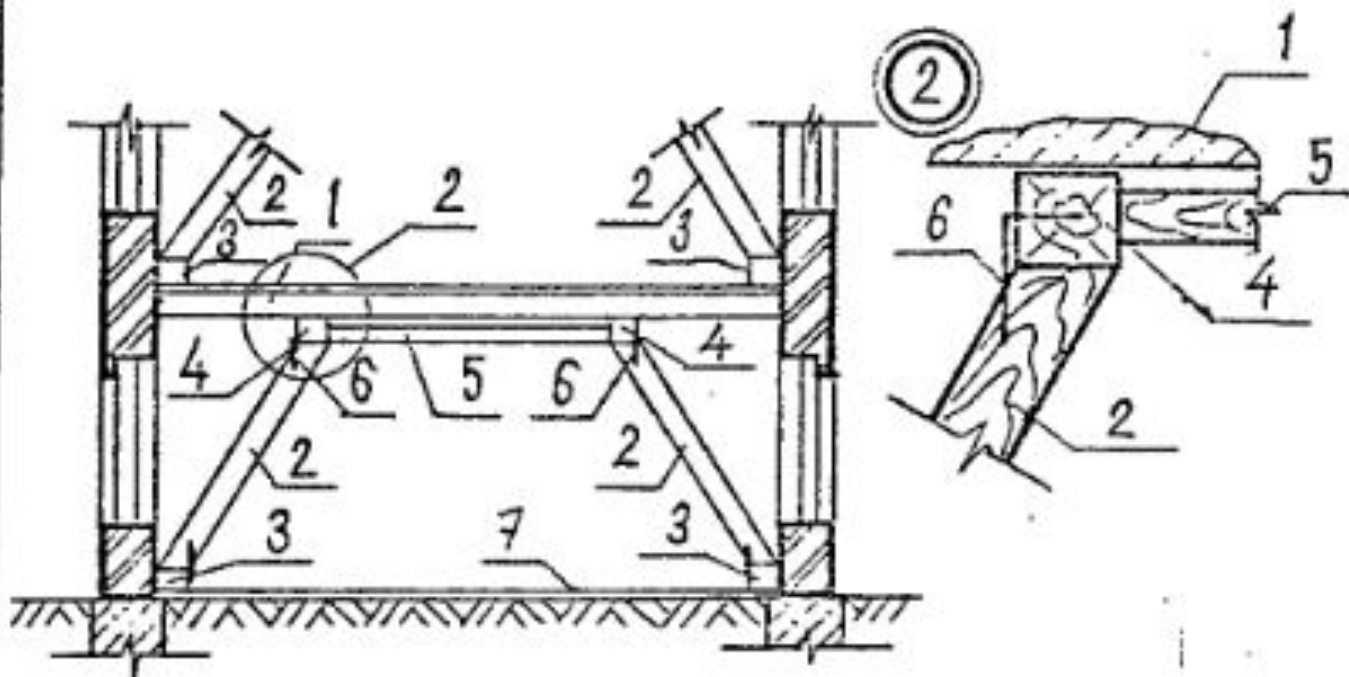
ПОДВЕДЕНИЕ СТОЕК В СЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА



- 1 - усиливаемые железобетонные плиты перекрытия;
2 - разгружающие деревянные или металлические стойки; 3 - лежни из бруса; 4 - подкладки из бруса; 5 - клинья для включения стоек в работу; 6 - пол здания

Способы временного усиления аварийных плит

ПОДВЕДЕНИЕ ПОДКОСОВ



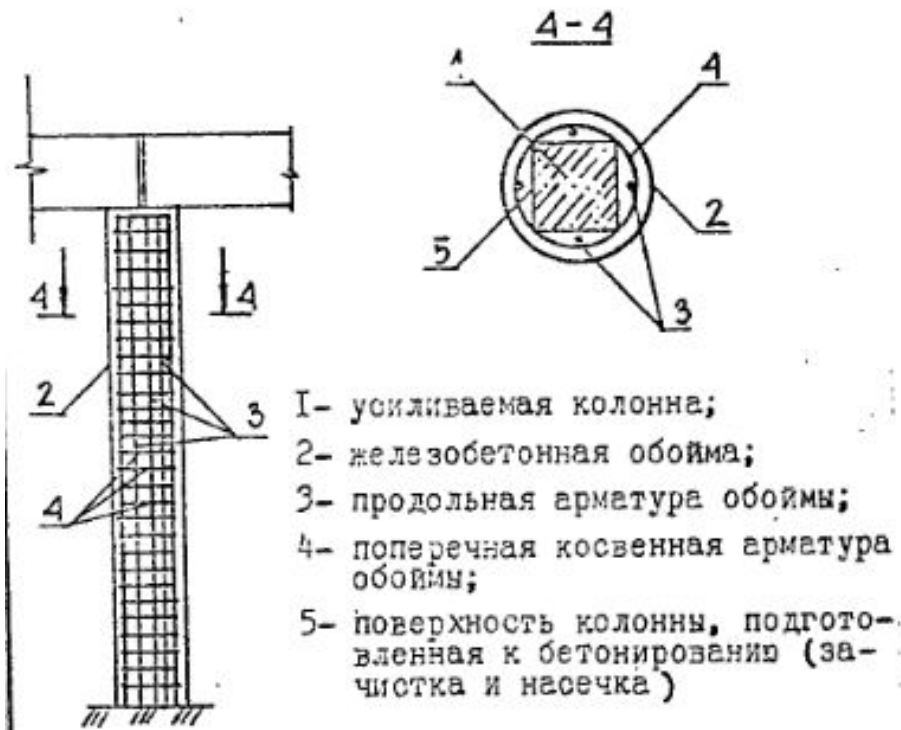
1 – усиливаемые железобетонные плиты перекрытия;
2 – разгружающие подкосы из бруса; 3 – лежни из бруса; 4 – опорный брус; 5 – распорки из бруса одновременно служат для включения подкосов в работу; 6 – схватки; 7 – пол здания

Усиление железобетонных колонн

УСТРОЙСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБОЙМЫ



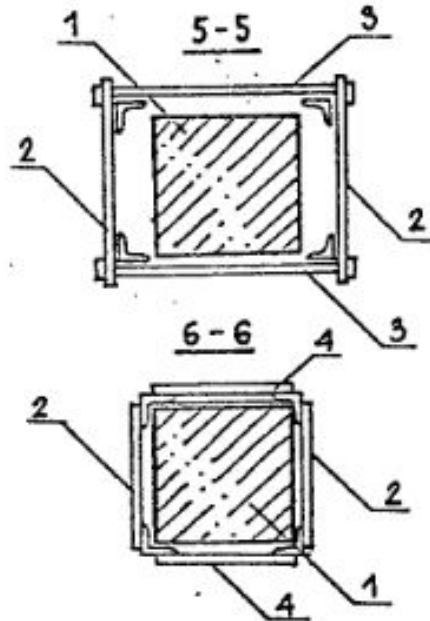
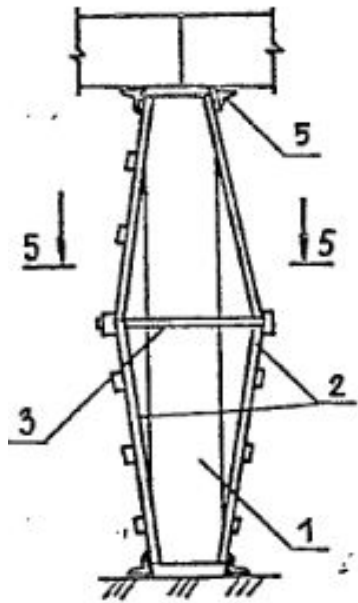
УСТРОЙСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБОЙМЫ С КОСВЕННЫМ АРМИРОВАНИЕМ



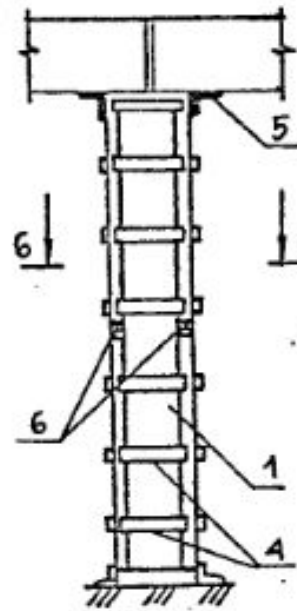
Усиление железобетонных колонн

Установка распорок

а/ период монтажа;



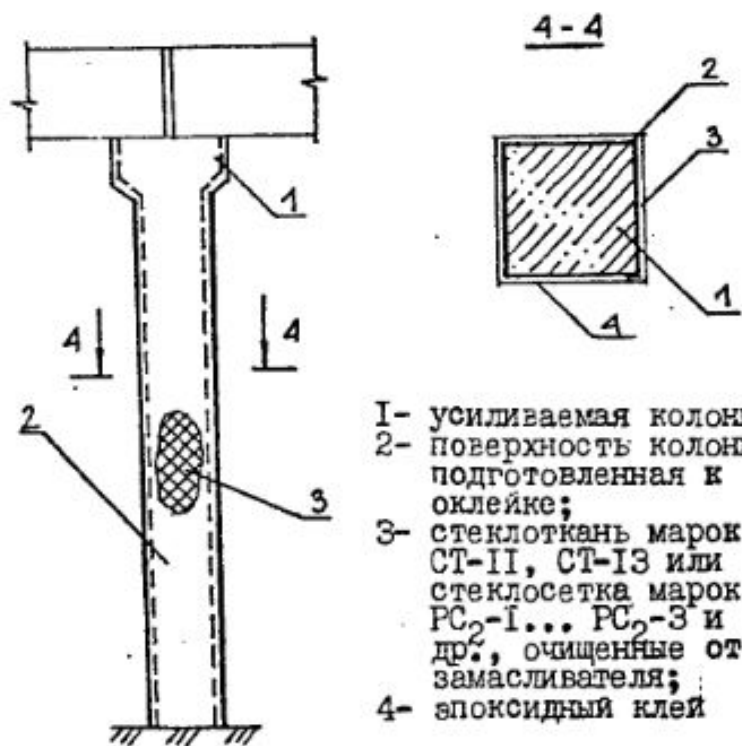
б/ проектное положение



- 1- усиливаемая колонна;
- 2- распорки из уголков и планок;
- 3- натяжные монтажные болты;
- 4- соединительные планки, привариваемые после установки распорок;
- 5- упорные элементы;
- 6- накладки, наваренные на места выреза полки уголков распорок

Усиление железобетонных колонн

УСТРОЙСТВО ОБЕИМЫ ИЗ ПОВЕРХНОСТНООКЛЕИЧНОГО СТЕКЛОПЛАСТИКА



- 1- усиливаемая колонна;
- 2- поверхность колонны, подготовленная к оклейке;
- 3- стеклоткань марок СТ-II, СТ-13 или стеклосетка марок РС₂-I... РС₂-3 и др., очищенные от замасливателя;
- 4- эпоксидный клей

УСТАНОВКА ПРИСТАВНЫХ РАЗГРУЖАЮЩИХ СТОЕК



- 1- усиливаемая колонна;
- 2- балки покрытия;
- 3- приставная разгружающая стойка из швеллера;
- 4- опорные пластины;
- 5- стяжные болты;
- 6- уголок-шайба;
- 7- лист стяжного хомута;
- 8- упорный уголок стяжного хомута;
- 9- пластины-клинья для включения разгружающих стоек в работу

УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИИ УГЛЕПЛАСТИКОМ

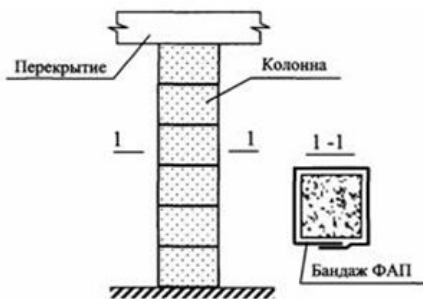


Рисунок 1. Принципиальная схема усиления колонны

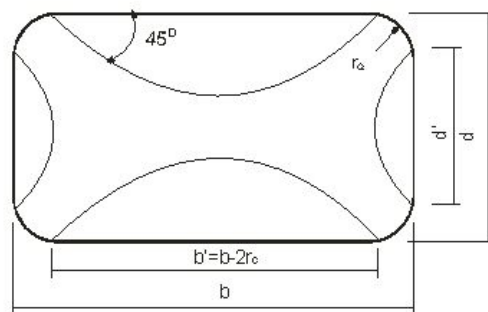


Рисунок 2. Активные зоны при усилении прямоугольных сечений колонн



Рисунок 3. Подготовка углов конструкции перед наклеивкой углеродной ткани

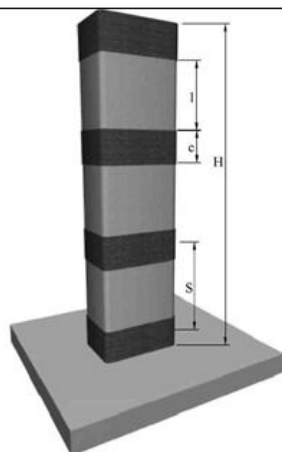


Рисунок 4. Схема усиления колонны.

H - высота колонны в чистоте
S - шаг поперечных бандажей
l - расстояние между бандажими
c - ширина углеволокнистого холста

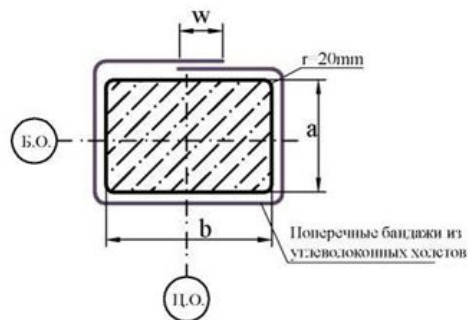


Рисунок 5. Поперечное сечение колонны

a, b - размеры поперечного сечения
w - нахлест холста в направлении волокон
r - радиус закругления угла колонны

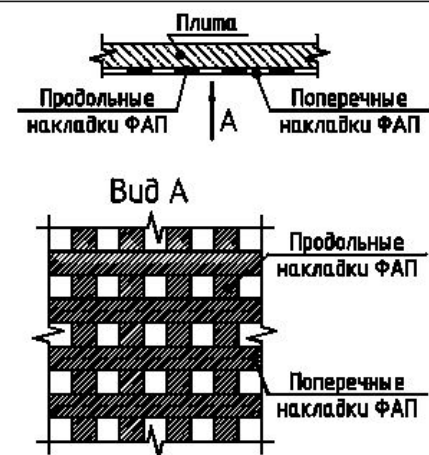


Рисунок 6. Принципиальная схема усиления плит

Углеволокно



Двухкомпонентный эпоксиполиуретановый клей

Усиленные элементы



Усиленные элементы

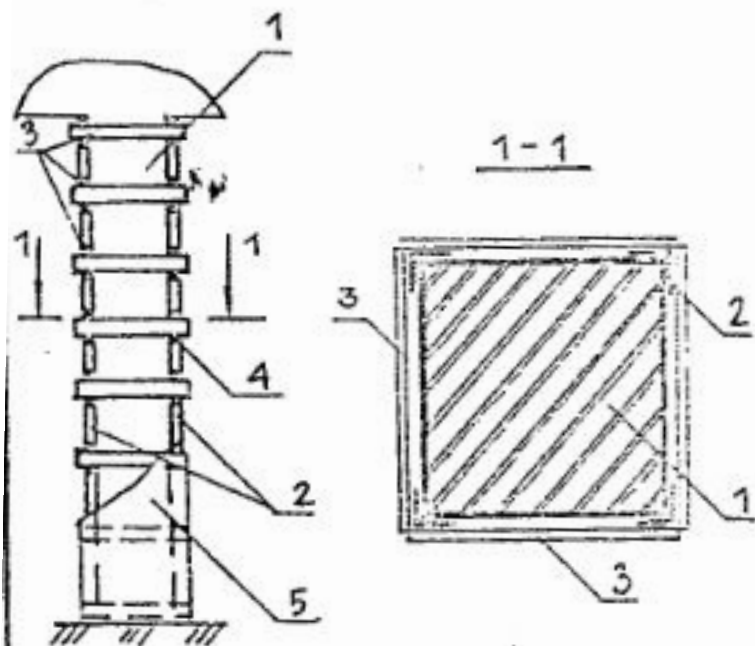


Усиленные элементы



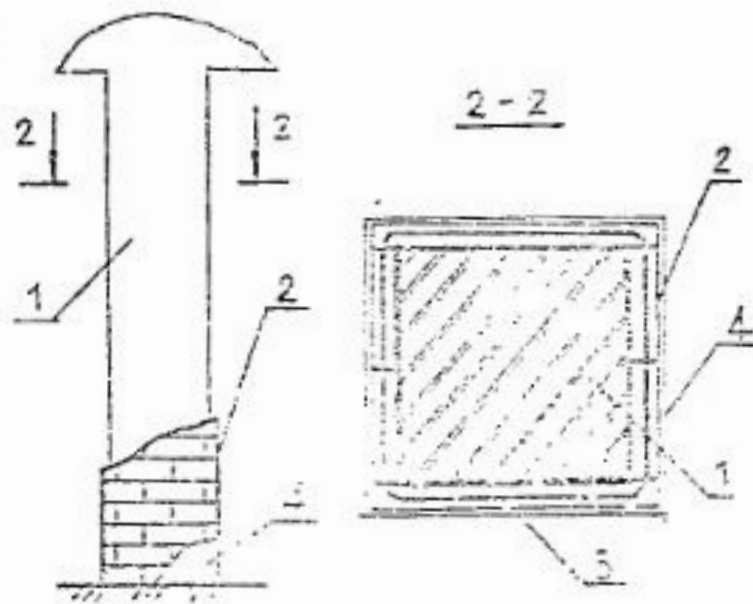
Усиление кирпичных столбов и простенков

УСТРОЙСТВО СТАЛЬНОЙ ОБОЙКИ



- 1- усиливаемый столб (простенок);
- 2- уголки обойки;
- 3- поперечные планки обойки;
- 4- сварка;
- 5- штукатурка цементно-песчаным раствором

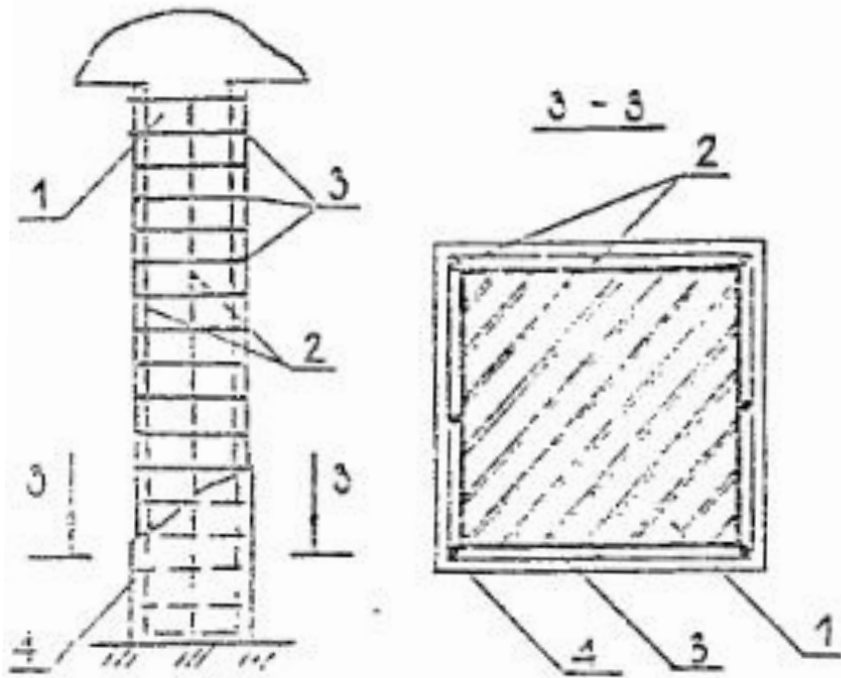
УСТРОЙСТВО КИРПИЧНОЙ ОБОЙКИ



- 1- усиливаемый столб (простенок);
- 2- кирпичная обойка из кирпича на ребро;
- 3- замкнутые арматурные пункты в каждом горизонтальном шве обойки;
- 4- штукатурка

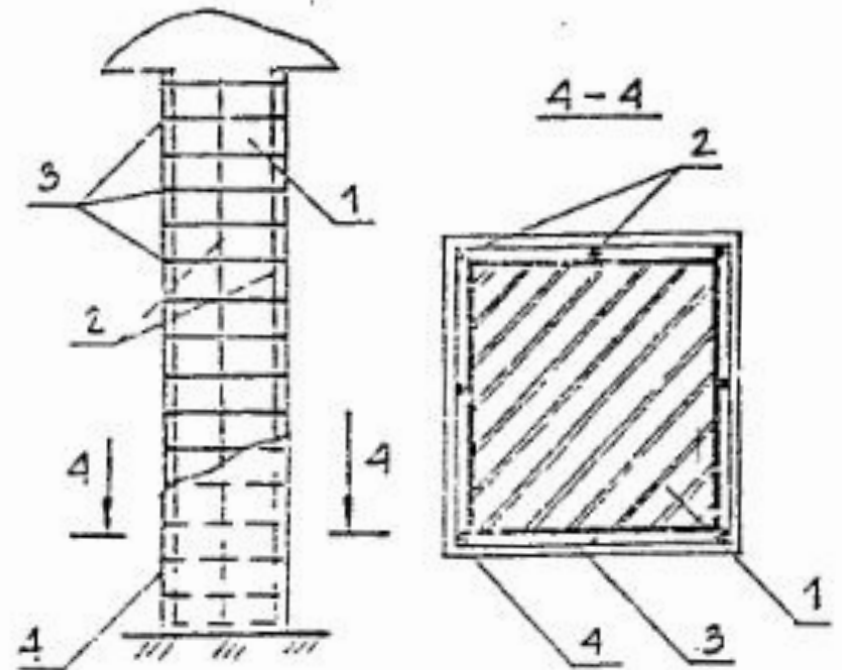
Усиление кирпичных столбов и простенков

УСТРОЙСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБОЙКИ



- 1 - усиливаемый столб (простенок);
- 2 - стержни диаметром 12мм;
- 3 - хомуты диаметром 3-6 мм;
- 4 - бетон класса В15

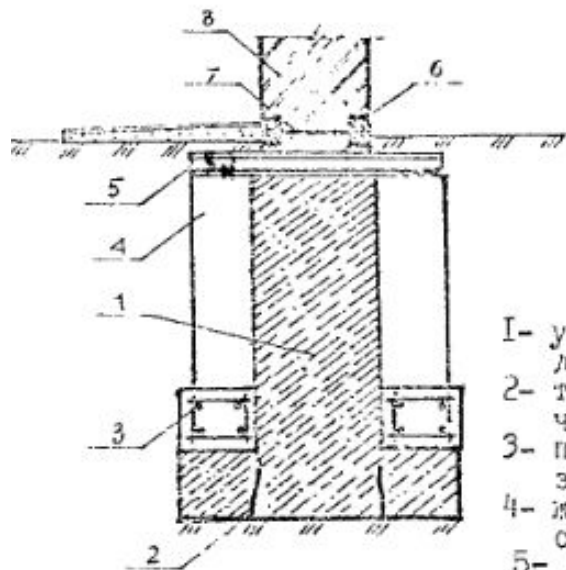
УСТРОЙСТВО АРМИРОВАННОЙ РАСТВОРНОЙ ОБОЙКИ



- 1 - усиливаемый столб (простенок);
- 2 - стержни диаметром 6-12мм;
- 3 - хомуты диаметром 3-6 мм;
- 4 - раствор марки 75-100

Усиление фундаментов

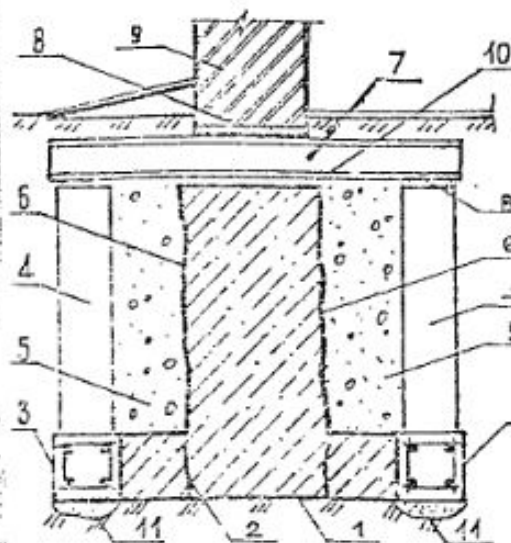
УСТРОЙСТВО ПРОДОЛЬНЫХ БАЛОК
СО СТОЙКАМИ НА СТУПЕНЯХ



- 1- усиленный фунда-
мент;
- 2- трещины в плитной
части фунда-
мента;
- 3- продольные желе-
зобетонные бал-
ки;
- 4- железобетонные
стойки;
- 5- поперечные метал-
лические балки, ус-
танавливаемые в отверстия, пробитые в стене;

6- продольные металличе-
ские балки, устанавли-
ваемые в штрабах;
7- стальные болты;
8- кирпичная стена

УВЕЛИЧЕНИЕ ОПОРНОЙ ПЛОЩАДИ
УСТРОЙСТВОМ ПРОДОЛЬНЫХ БАЛОК НА УРОВНЕ ПОДОШВЫ

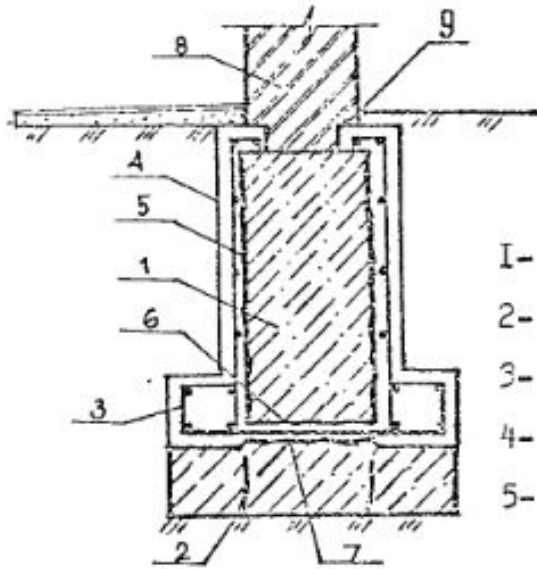


- 1- усиленный фунда-
мент;
- 2- трещины в плитной
части фунда-
мента;
- 3- продольные желе-
зобетонные бал-
ки;
- 4- железобетонные
стойки;
- 5- монолитный бе-
тон;
- 6- поверхность, под-
готовленная к бето-
нированию;
- 7- поперечные ме-
таллические балки;

8- прокладки; 9- кирпичная
стена; 10- проемы в стене (после установ-
ки балок заполняемые бетоном); 11- зона уплотненного
грунта

Усиление фундаментов

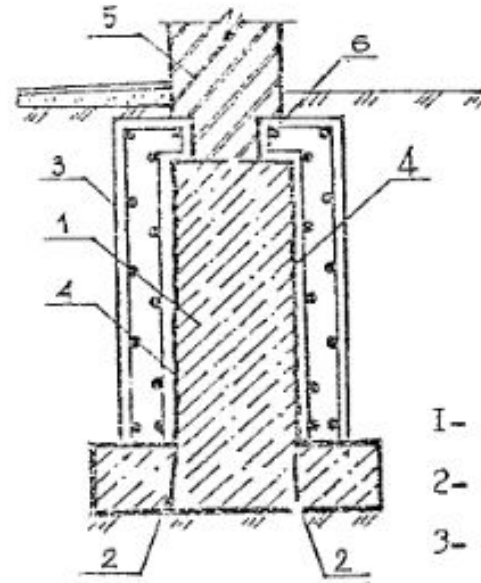
УСТРОЙСТВО ПРОДОЛЬНЫХ БАЛОК НА СТУПЕНЯХ
СОБЕСТНО С ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ РУБАШКОЙ



- 1- усиливаемый фунда-
мент;
- 2- трещины в плитной
части фундамента;
- 3- продольные железобетонные балки;
- 4- железобетонная рубашка;
- 5- поверхность, под-
готовленная к бето-
нированию (на-
сечка, зачистка);
- 6- отверстие, заполня-
емое жидким цемен-

тно-песчаным раствором; 7- анкер из арматур-
ной стали; 8- кирпичная стена; 9- штраба в

УСИЛЕНИЕ ПЛИТНОЙ ЧАСТИ УСТРОЙСТВОМ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБОИМЫ

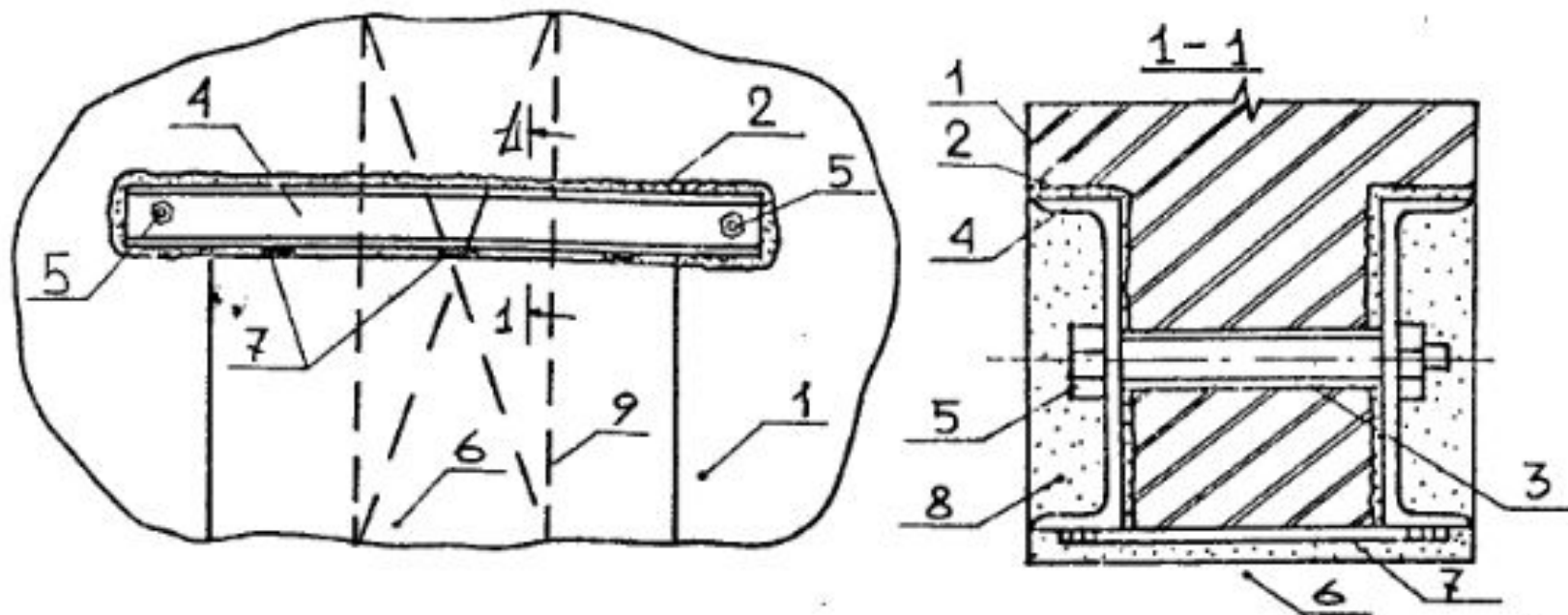


- 1- усиливаемый фунда-
мент;
- 2- трещины в плитной
части фундамента;
- 3- железобетонная обо-
йма;
- 4- поверхность фундамен-
та, подготовленная к
обетонированию (на-
сечка, зачистка, про-
мывка);

5- кирпичная стена; 6- штраба в стене

Усиление конструкций при устройстве проемов

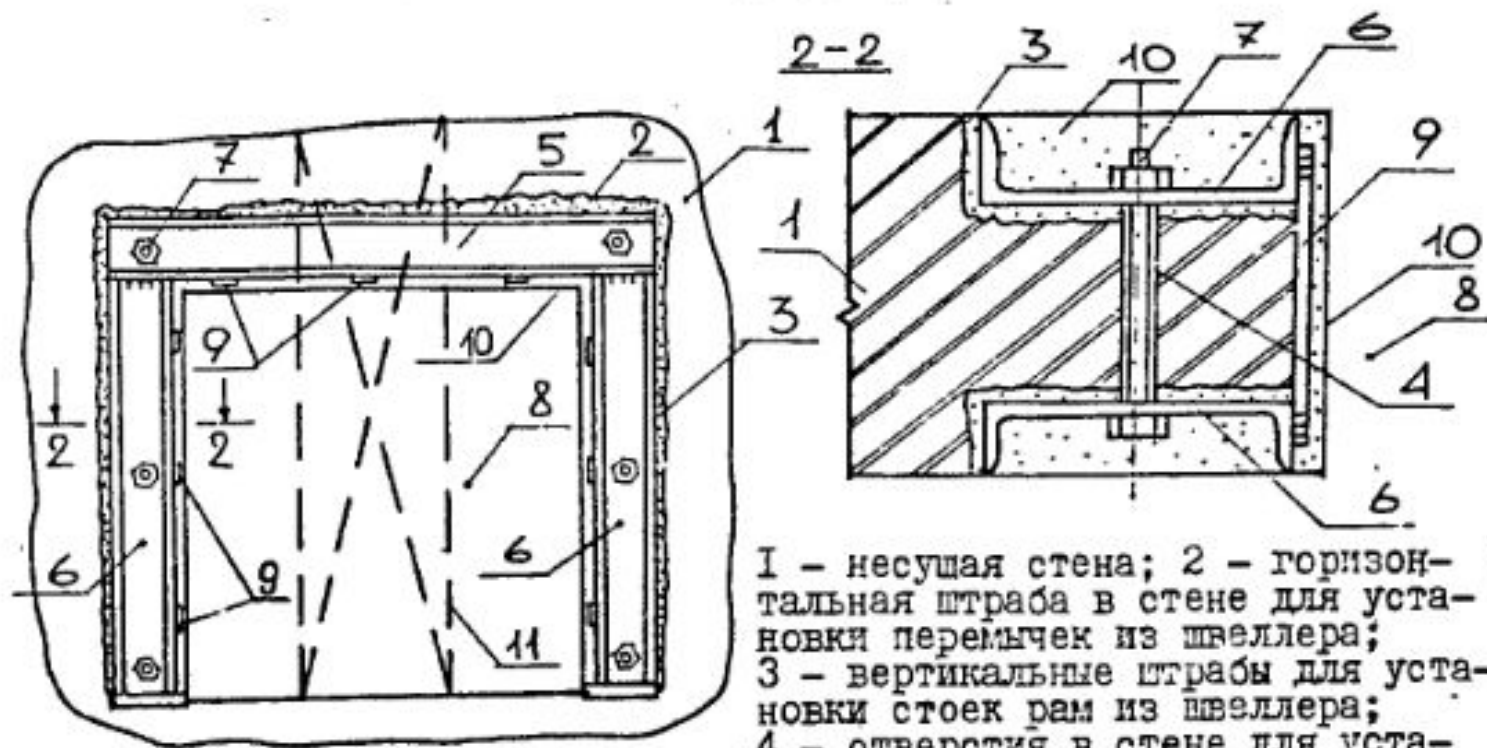
ПРОЕМЫ В САМОНЕСУЩИХ И НЕСУЩИХ СТЕНАХ С ПОДВЕДЕНИЕМ ПЕРЕМЫЧЕК ИЗ ШВЕЛЛЕРА



1 - самонесущая или несущая стена; 2 - штрабы в стене для установки перемычек из швеллера; 3 - отверстия в стене для установки стяжных болтов; 4 - перемычки из швеллера; 5 - стяжные болты; 6 - проем в стене, устраиваемый после подведения перемычек; 7 - соединительные планки на сварке; 8 - штукатурка по сетке; 9 - временные разгружающие стойки под перекрытие над устраиваемым проемом для несущих стен.

Определение прочности материалов каменной кладки

ПРОЕМЫ В НЕСУЩИХ СТЕНАХ С ПОДВЕДЕНИЕМ РАМ ИЗ ШВЕЛЛЕРА

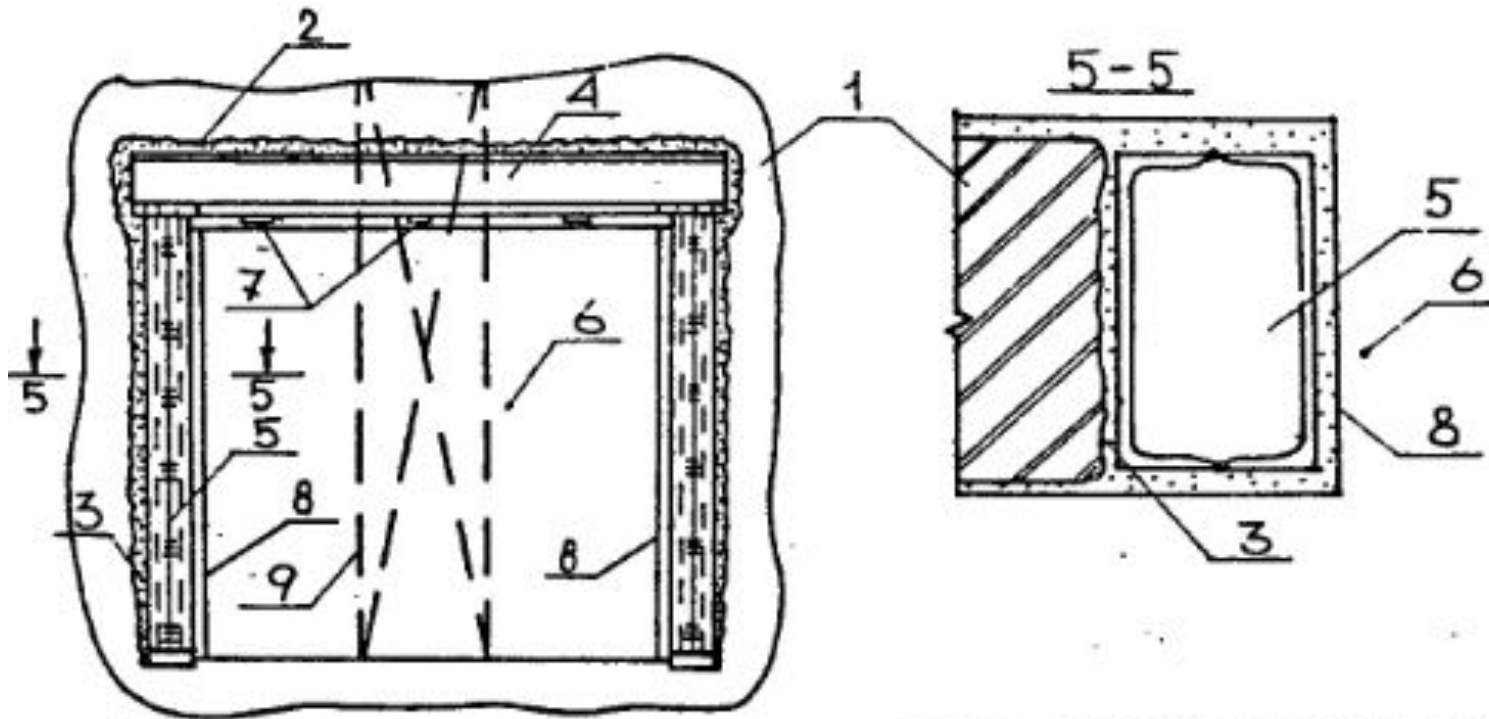


1 - несущая стена; 2 - горизонтальная штраба в стене для установки перемычек из швеллера; 3 - вертикальные штрабы для установки стоек рам из швеллера; 4 - отверстия в стене для установки стяжных болтов; 5 - перемычки из швеллера; 6 - стойки

рамы из швеллера с опорными базами; 7 - стяжные болты; 8 - проем в стене, устраиваемый после подведения рам; 9 - соединительные планки на сварке; 10 - штукатурка по сетке; 11 - временные разгружающие стойки под перекрытие над устраиваемым проемом.

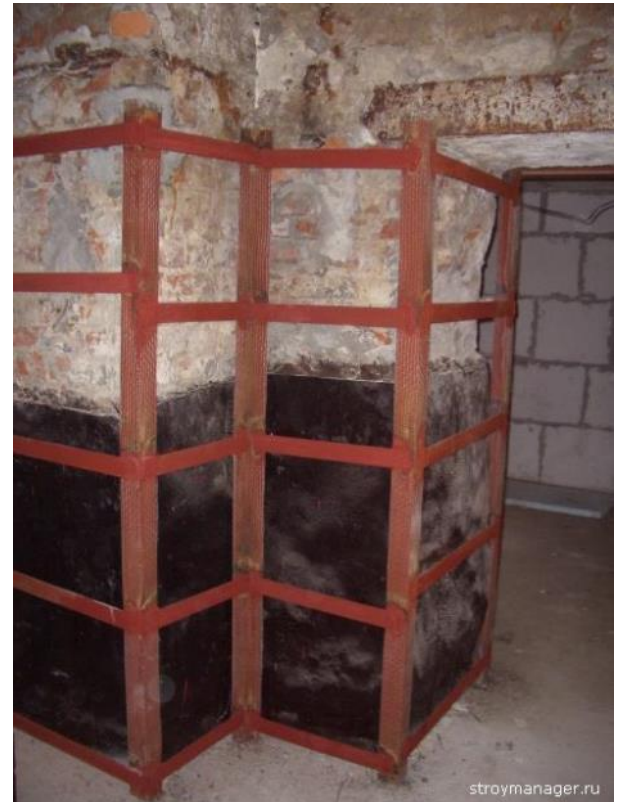
Усиление конструкций при устройстве проемов

ПРОЕМЫ В НЕСУЩИХ СТЕНАХ С ПОДВЕДЕНИЕМ РАМ ИЗ ШВЕЛЛЕРА



1 - несущая стена; 2 - горизонтальная штраба в стене для установки перемычек из швеллера; 3 - проем в стене для установки стоек из швеллера, сваренных в коробку (ширина проема на 50 мм больше ширины стоек); 4 - перемычки из швеллера, приваренные к стойкам; 5 - стойки рамы из швеллеров, сваренных в коробку, с опорными базами; 6 - проем в стене, устраиваемый после подведения рам; 7 - соединительные планки на сварке; 8 - штукатурка по сетке; 9 - временные разгружающие стойки под перекрытие над устраиваемым проемом.

Усиление конструкций при устройстве проемов



Усиление конструкций при устройстве проемов



Усиление конструкций при устройстве проемов



Усиление конструкций

