

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Вологодский государственный технический университет

Кафедра промышленного и гражданского строительства

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Учебное пособие. Часть 2.

Факультет: инженерно-строительный

Направление: 270800.62 – Строительство

Профиль подготовки: Промышленное и гражданское строительство
Городское строительство и хозяйство

Вологда
2013

УДК

Реконструкция зданий и сооружений. – Учебное пособие. Часть 2. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 82 с.

В учебном пособии приводятся конструктивные решения по усилению несущих конструкций зданий из различных материалов. Рассматриваются вопросы усиления конструкций при большом физическом износе их как зданий старой постройки, так и современного строительства при увеличении на них нагрузок и воздействий в связи с изменением назначения зданий.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГТУ.

Составитель: И.С. Казакова, канд. техн. наук, доцент кафедры ПГС

Рецензенты:

И.Н. Старишко, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автомобильные дороги» ВоГТУ
Т.Я. Шестакова, гл. специалист архитектурно-строительного отдела ОАО ПИИ «Промлеспроект»

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для студентов направления: 270100.62 «Строительство». Они могут использоваться на практических занятиях по дисциплине «Реконструкция зданий и сооружений», при выполнении выпускной квалификационной работы, а также для самостоятельной работы. В них приводятся варианты конструктивных решений по усилению несущих конструкций зданий. Предварительно следует ознакомиться с технической литературой [1-4,6,7,10] и методическим пособием по реконструкции зданий [11], где рассматриваются общие вопросы.

1. УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ

Все способы усиления оснований можно разделить на две основные группы (см. таблицу):

1. Усиление путем закрепления грунтов;
2. Повышение прочности оснований уплотнением грунтов.

Усиление оснований путем закрепления грунтов заключается в связывании частиц грунта. Закрепление повышает механическую прочность, водоустойчивость, долговечность. В зависимости от технологии закрепления и процессов, происходящих в грунте, методы закрепления делятся на три вида:

- а) химические (силикатизация, смолизация);
- б) физико-химические (цементация, грунтоцементация);
- в) термические.

Сущность химических методов состоит в том, что в грунт через инъекторы под давлением нагнетают маловязкие растворы (см. рис. 1.1). Инъектор представляет собой стальную толстостенную трубу с заостренным наконечником, перфорированную в нижней части на высоту 0,5...1,5 м. Инъекторы забивают на глубину до 7 м пневматическими молотами массой до 30 кг. Извлекают инъекторы лебедкой с помощью копра или 10-тонным домкратом.

Грунт закрепляют заходками - вертикальными зонами, равными длине перфорированной части трубы плюс 0,5 радиуса закрепления. Для нагнетания раствора используют гидравлические насосы производительностью до 0,01 м³/мин, создающие давление до 1,5 МПа.

Находясь в грунте, растворы вступают в химическую реакцию с грунтом и, отверждаясь в нем, улучшают химические свойства основания.

Химические способы делятся на две группы:

- использующие силикатные растворы и их производные;
- использующие органические полимеры (акриловые, карбомидные, фурановые смолы и др.).

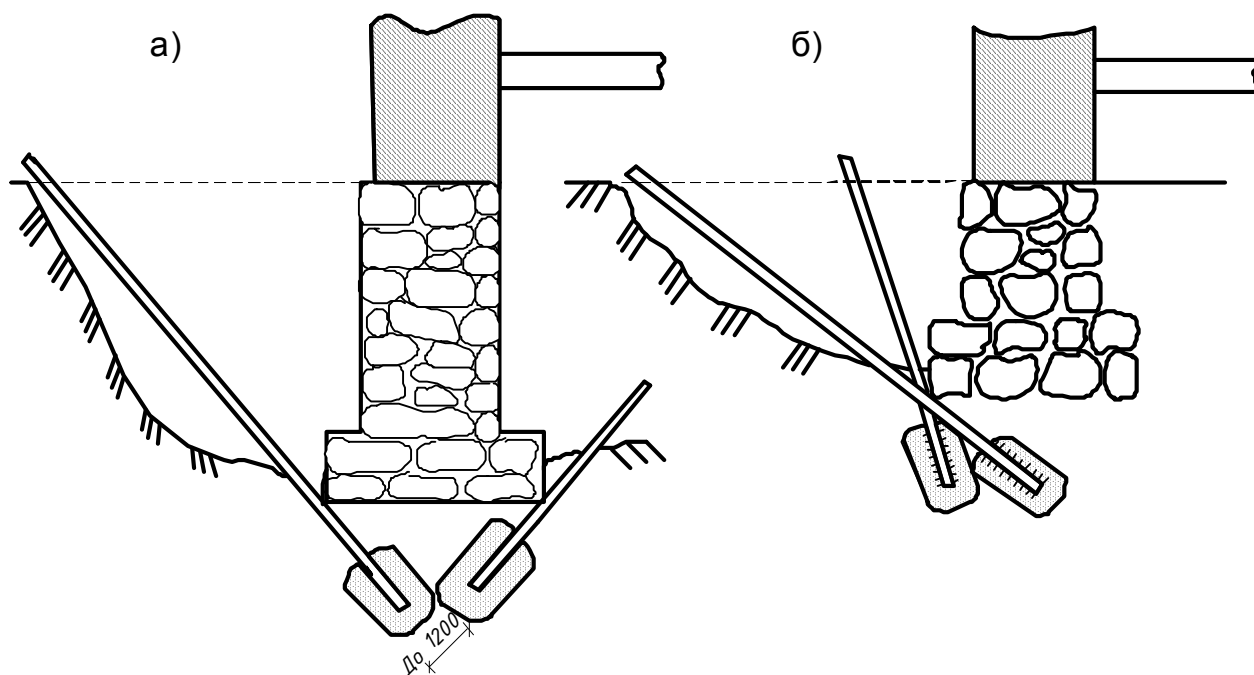


Рис. 1.1. Приемы усиления оснований:
а - усиление оснований инъекцией с двух сторон стены;
б - то же, с одной стороны

Наибольшее распространение имеют способы силикатизации. Материалом для силикатизации является жидкое стекло – коллоидный раствор силиката натрия.

При односторонней силикатизации в грунт инъектируется гелеобразующий раствор, состоящий из двух или трех компонентов: растворы силиката натрия и отверждающего реагента (раствор кислот, органических составов). В результате протекающей реакции грунт цементируется гелем кремниевой кислоты.

При двухрастворной силикатизации процесс закрепления сводится к попеременному нагнетанию в грунт раствора силиката натрия и раствора хлористого калия. В процессе взаимодействия растворов образуется гидрогель кремневой кислоты.

При электросиликатизации используются комбинированные применения постоянного электрического тока и силикатных растворов. Способ предназначен для закрепления переувлажненных мелкозернистых грунтов и супесей, в которые жидкое стекло проникает с трудом (коэффициент фильтрации менее 0,1 м/сут.)

При смолизации в грунты инъектируются водные растворы синтетических смол (карбомидных, эпоксидных, фурановых и др.) вместе с отвердителями (кислотами, кислыми солями). После взаимодействия с отвердителями смола полимеризуется. Смолизацию оснований применяют, как правило, для закреп-

ления песчаных грунтов при высоком уровне грунтовых вод. Смолу и отвердитель нагнетают в скважину под давлением.

При цементации в грунт через иньекторы нагнетается цементный, цементно-песчаный или цементно-глинистый раствор. Добавка глины до 5% способствует улучшению качества работ. Цементацию грунтов основания применяют только при наличии крупнопористой структуры, обеспечивающий радиус проникновения суспензии в пределах 0,3 – 1,2 м.

При грунтоцементации для укрепления оснований устраивают грунтоцементные сваи. Для устройства свай грунт в пробуриваемой скважине перемешивается с вяжущим материалом без выемки его из скважины. Метод применяется для закрепления слабых грунтов при возведении новых зданий вблизи эксплуатируемых, создании подземных конструкций в слабых грунтах.

Термическое закрепление грунтов (обжиг) применяются в основном при закреплении просадочных грунтов. В пробуренных в грунте скважинах сжигают газообразное, жидкое или твердое топливо.

Одновременно в скважину подают воздух. Обжиг производят при температуре 400...800°С в течение 5...10 дней. Вокруг скважины образуется столб закрепленного грунта диаметром 1,5...3,0 м с прочностью 1...3 Па.

Для повышения прочности оснований за счет уплотнения грунтов используются механические способы, устройство грунтовых свай из песка, песчано-гравиевой смеси, щебня и включение в основание жестких элементов.

Способ устройства грунтовых свай основан на погружении штампов, которые образуют скважины с вытеснением грунта радиально в стороны. В результате этого грунт вокруг скважины уплотняется. Погружение штампа выполняется проколом, забивкой, вибрированием. В отформованную скважину засыпают местный грунт или песок, песчано-гравийную смесь, щебень и снова ее отформовывают. Операции повторяют до тех пор, пока усредненная плотность грунтового массива не станет равной требуемой. Наибольший эффект уплотнения достигается при шахматном расположении скважин. Расстояние между осями скважин зависит от диаметра уплотняющего органа и требуемого коэффициента уплотнения.

Недостатком такого способа является наличие при забивке элементов колебаний, могущих вызвать недопустимые осадки зданий.

Снизить уровень колебаний позволяют следующие способы: погружение элементов в лидерные скважины, в тиксотропной рубашке и вдавливанием.

Подробнее об усилении оснований см. в [8].

Классификация основных методов усиления оснований

Метод усиления				Область применения	Итоговая прочность, МПа
Наименование		Конструктивно-технологическое решение			
Усиление путем закрепления грунтов	химический	Однорастворная силикатизация	Нагнетание раствора силиката натрия с отвердителем	Мелкие пылеватые пески	0,4÷0,5
		Двухрестворная силикатизация	Последовательное нагнетание растворов силиката натрия и хлористого кальция	Пески средней крупности и мелкие	0,5÷2
		Электросиликатизация	Последовательное нагнетание растворов силиката натрия и хлористого кальция в условиях электрического поля постоянного тока между зубчатыми электродами	Глины, суглинки и супеси	0,4÷0,8
		Смолизация	Нагнетание растворов карбидной, эпоксидной или фурановой смолы	Пески средней крупности и мелкие	1÷5
	физико-химический	Цементация	Нагнетание цементного раствора	Крупнозернистые пески	1÷4
		Грунтоцементация	Устройство грунто-цементных свай путем смешивания грунта в пробуриваемой скважине с вяжущим материалом	Пески средней крупности и мелкие	1÷4
	термический	Обжиг	Сжигание газообразного, жидкого или твердого топлива	Просадочные грунты (лессы)	1÷3
Уплотнение грунтов	поверхностное	Механические способы	Уплотнение трамбовками, трамбующими машинами, площадочными вибраторами, укатка катками и грузоплотняющими машинами	Пески, илистые и глинистые породы	0,15÷7
	глубинное	Устройство грунтовых свай	Создание стволов из песка, песчано-гравийной смеси, щебня		
		Включение в основание жестких элементов	Забивные, вдавливаемые сваи		

2. СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ

Выбор способов ремонта и усиления ленточных и столбчатых фундаментов мелкого заложения зависит от причин, вызывающих необходимость усиления, особенностей конструктивного решения фундаментов, действующих нагрузок, а также от инженерно-геологических условий и степени стесненности рабочей площадки. От принятого способа усиления или ремонта существенным образом зависит организация и технология производства работ.

Основные способы усиления фундаментов мелкого заложения приводятся ниже:

1. Усиление и восстановление кладки фундаментов цементацией.

Способ применяется, когда кладка ослаблена по всей толщине, а увеличения нагрузки на фундамент нет. Цементация производится путем нагнетания в пустоты фундамента через инъекционные трубы цементного раствора консистенции от 1:1 до 1:2 и более под давлением 0,2...1,0 МПа [10]. Через один иньектор заполняется пространство диаметром 0,6...1,2 м. Число мест иньекций зависит от степени разрушения кладки фундаментов. Работы по укреплению ведутся захватками длиной 2,0...2,5 м. Иногда для уменьшения расхода раствора боковые поверхности фундамента перед цементацией покрывают цементной штукатуркой.

2. Усиление фундаментов материалами на основе полимеров.

Способ основан на использовании полимербетонов, полимерных растворов и мастик для заделки трещин в теле фундаментов и иньектирования их внутрь. Для заделки трещин шириной 2 мм и более и раковин глубиной до 50 мм используются полимеррастворы и полимермастики. При более значительных разрушениях и обнажении арматуры восстановление выполняют полимербетоном или полимерраствором, нанесением торкретбетона. При наличии пустот, трещин и других дефектов внутри тела для укрепления его используют иньекционное лечение полимерными смесями смол с отвердителями. В связи с высокой стоимостью смол иньектирование их ограничивается небольшими объемами дефектов.

3. Частичная замена кладки фундамента.

Производится при ремонтах со средней степенью разрушения тела фундамента. Способ применяется, когда нагрузка на фундамент увеличивается, а несущая способность основания достаточна. На рис. 2.1,а показана замена камней в нижних рядах фундамента.

4. Устройство защитных растворных рубашек (рис. 2.1,б).

Способ применяется при ремонте незначительных наружных повреждений фундаментов. Для этого в кладку в шахматном порядке через 0,5 м заделываются

ваются металлические анкеры, к которым прикрепляется арматурная сетка, и затем наносится раствор на крупном песке простым оштукатуриванием или торкретированием.

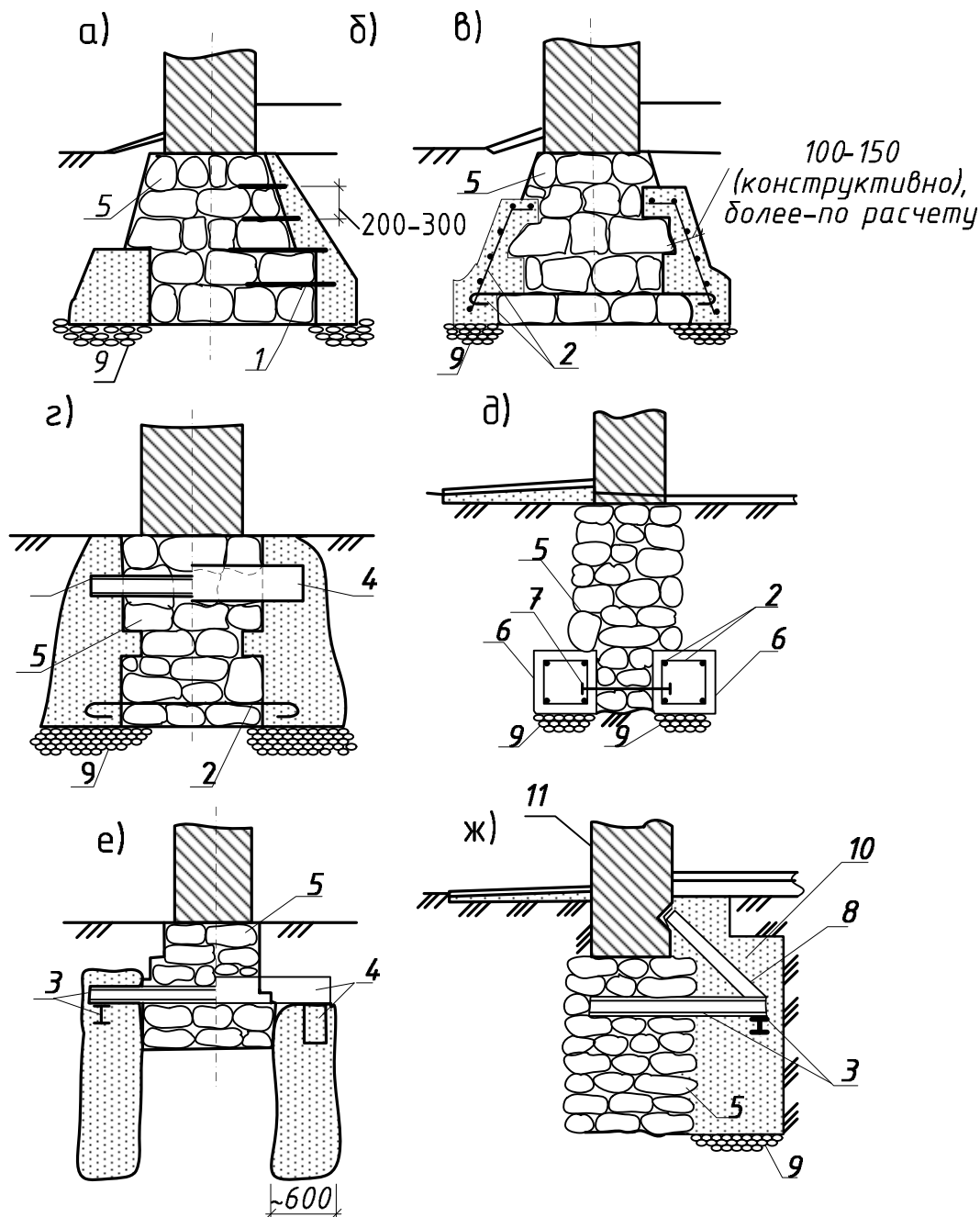


Рис. 2.1. Конструкции усиления бутовых и бутобетонных фундаментов:

а - замена камней в нижних рядах; б - устройство бетонной рубашки; в - железобетонная обойма; г - двусторонний банкет с передачей части нагрузки с помощью поперечных балок; д - железобетонные приливы (продольные балки) в нижней части фундамента; е - передача нагрузки за пределы подошвы фундамента на бетонные массивы; ж - односторонний банкет для увеличения опорной площади; 1 - металлические стержни $d=18-24$ мм; 2 - арматура $d=16-20$ мм; 3 - металлические балки; 4 - железобетонные перемычки или балки; 5 - фундамент; 6 - монолитные железобетонные приливы (продольные балки); 7 - затяжка стальная; 8 - подкос; 9 - уплотненный грунт; 10 - бетонный банкет; 11 - упорный уголок.

5. Усиление фундаментов обоймами, приливами, железобетонными монолитными подушками, рамами.

Ввиду простоты и надежности устройства эти методы получили широкое распространение в практике. Обоймы, устраиваемые без углубления фундамента, могут выполняться как без увеличения площади подошвы, так и с ее уширением. По материалу они могут быть бетонными и железобетонными. Последние более надежны, так как охватывают усиливаемый фундамент, обжимая его при усадке бетона.

5.1. Обоймы без увеличения площади подошвы фундаментов.

Применяются редко. Используются в тех случаях, когда тело фундамента имеет недостаточную прочность, а его подошва и основание находятся в хорошем состоянии.

5.2. Обоймы с увеличением площади подошвы фундамента.

Обоймы устраиваются в фундаментах мелкого заложения, выполненных из различных кладок, бетона или железобетона. Изготовление обоймы возможно как на всю высоту фундамента, так и на часть высоты. Принимают данный способ при необходимости увеличения нагрузки на фундамент и недостаточной несущей способности основания. По этим причинам обоймы достаточно часто используют для усиления бутовых и бутобетонных фундаментов при надстройке или других видах реконструкции зданий старой постройки. Обоймы устраивают как в подвальных, так и бесподвальных зданиях. Для обеспечения хорошего сцепления бетона обоймы с фундаментом поверхность его очищают и дополнительно обрабатывают, нанося насечки или устраивая штрабы. При необходимости дополнительного увеличения сцепления обоймы с фундаментом ее анкеруют путем устройства шурфов и установки в них анкерных стержней. В ленточных фундаментах противоположные стенки обоймы крепят между собой анкерами (см. рис. 2.1, в) или поперечными балками.

5.3. Усиление бутовых и бутобетонных фундаментов железобетонными приливами (продольными балками) (рис. 2.1,д).

5.4. Усиление сборных железобетонных ленточных фундаментов.

Увеличивают опорную площадь фундаментов путем устройства дополнительных подушек из монолитного бетона (рис.2.2,а) или железобетонной обоймы (рис.2.2,б).

5.5. Усиление столбчатых фундаментов производится путем устройства железобетонной рамы (рис.2.2,в).

6. Увеличение опорной площади фундаментов с помощью односторонних (см. рис. 2.1,ж) или двусторонних банкетов.

Односторонние банкеты используются при внецентренной нагрузке, двусторонние – при центральной нагрузке на фундамент. Банкеты для расширения подошвы фундамента и существующие фундаменты соединяются жестко, для

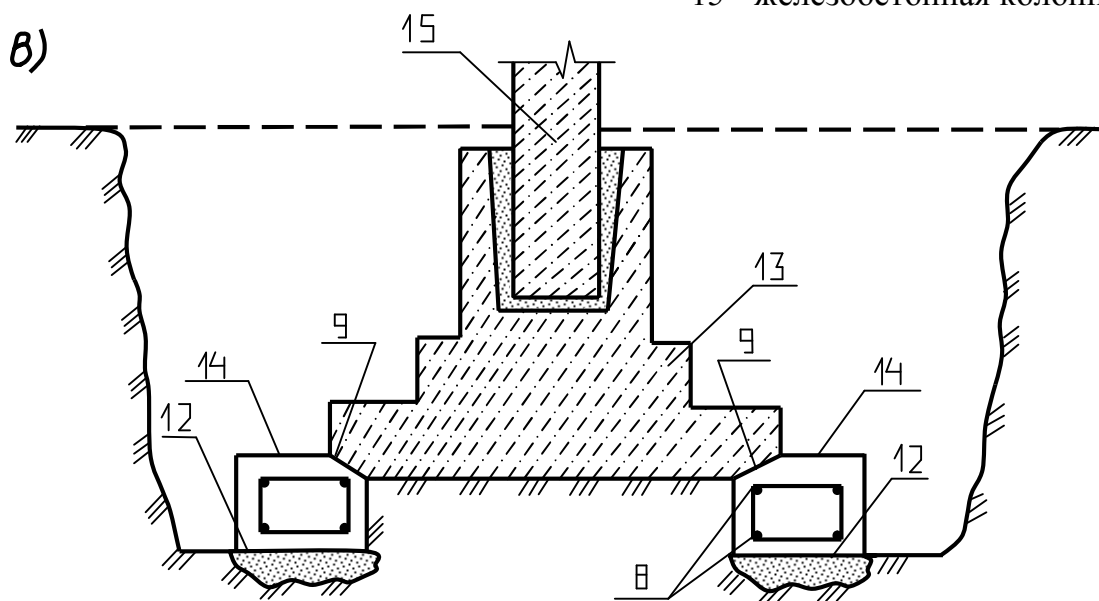
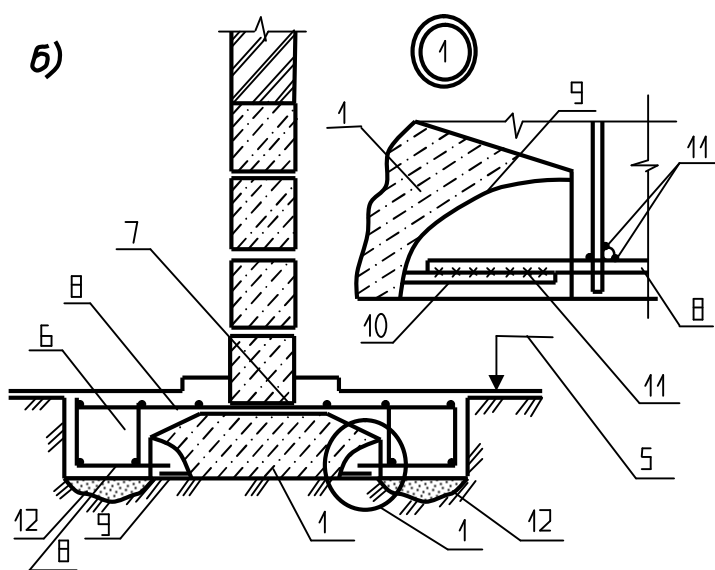
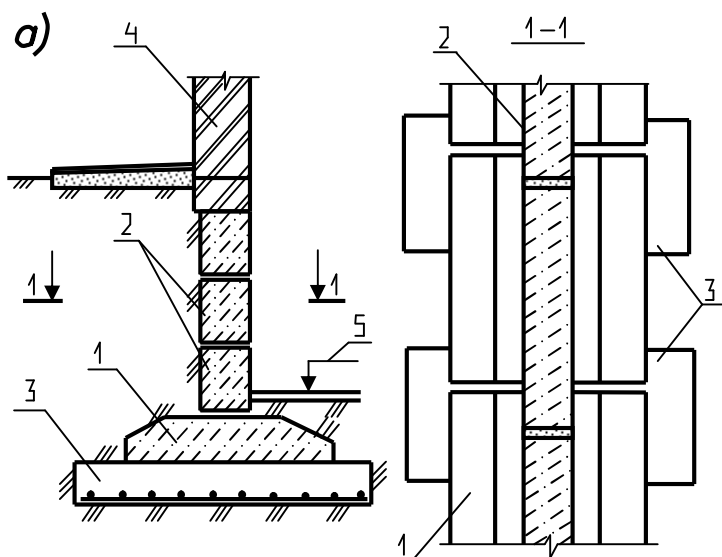


Рис. 2.2. Конструкция усиления бетонных и железобетонных фундаментов

а) Увеличение опорной площади ленточного фундамента с помощью дополнительных подушек из монолитного железобетона; б) то же, с помощью железобетонной обоймы; в) увеличение опорной площади столбчатого фундамента путем устройства железобетонной рамы; 1 - подушка существующего фундамента; 2 - фундаментные блоки; 3 - дополнительные подушки из монолитного железобетона; 4 - кирпичная кладка; 5 - отметка пола подвала; 6 - железобетонная обойма; 7 - отверстия в швах между блоками для установки рабочей арматуры; 8 - основная рабочая арматура усиления; 9 - сколотая поверхность бетона; 10 - выпуски арматуры в подушке; 11 - сварка; 12 - зоны уплотненного грунта; 13 - усиливаемый столбчатый фундамент; 14 - опорная рама из монолитного железобетона, устраиваемая по периметру существующей подошвы фундамента; 15 - железобетонная колонна.

чего используются штрабы или специальные металлические или железобетонные балки (см.рис.2.1 г,ж). Ширина банкета в нижней части принимается не менее 30 см, а в верхней - 20 см. Банкеты следует изготавливать из бетона класса не ниже В12.5. Участки грунта вдоль существующего фундамента следует предварительно уплотнять тщательным втрамбовыванием щебеночной или гравийной смеси.

7. Изменение конструктивного решения фундаментов.

В практике используются приемы усиления путем переустройства столбчатых фундаментов в ленточные (см. рис. 2.3). Такие случаи возникают при значительных неравномерных деформациях основания, изменении величины нагрузок и статической схемы работы фундаментов, установке нового оборудования, изменении конструктивной схемы здания или сооружения, необходимости значительного повышения жесткости здания и в ряде других случаев.

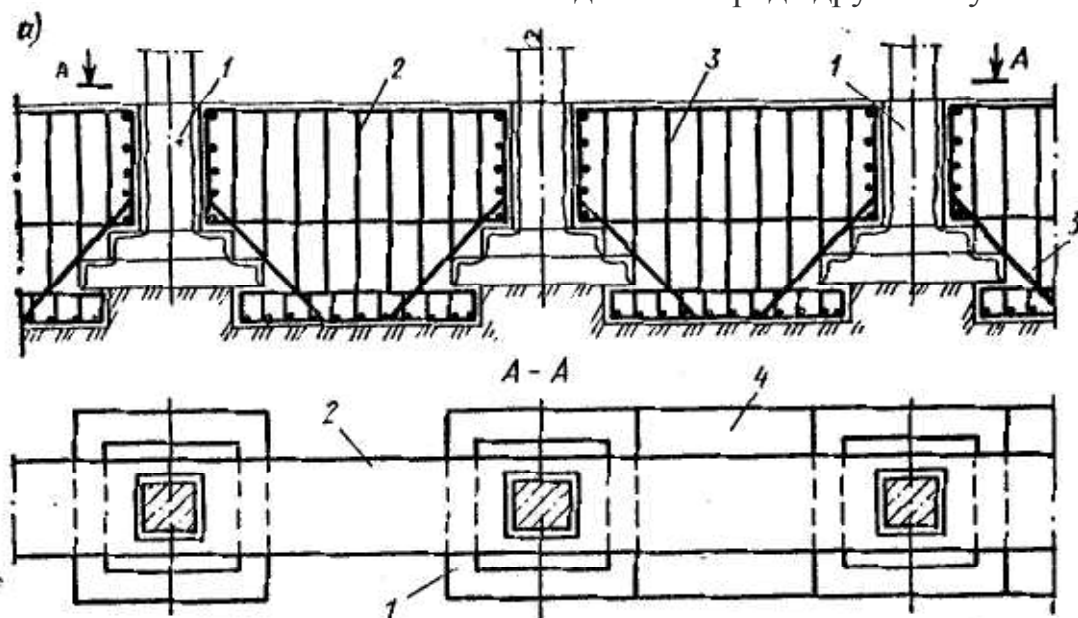


Рис. 2.3. Схема переустройства столбчатых фундаментов в ленточные
1 - столбчатый фундамент; 2 - железобетонная перемычка; 3 - арматурные каркасы; 4 - уширенная часть железобетонной перемычки.

Для переустройства столбчатого фундамента в ленточный между существующими фундаментами устраивается железобетонная стенка в виде перемычки. Для лучшего сопряжения перемычки на существующих фундаментах делаются насечка и штрабы, а также оголяется арматура для приварки арматуры перемычки. Кроме того, нижняя часть перемычки подводится под подошву существующего столбчатого фундамента. Перемычка охватывает подколонтник железобетонной оберткой. Для повышения несущей способности нижняя часть перемычки может выполняться уширенной. При необходимости устройства подвала перемычка делается на всю высоту столбчатых фундаментов. В других

случаях она может выполняться меньшей высоты. Арматуру устанавливали таким образом, чтобы во вновь образованном ленточном фундаменте все перемычки работали совместно. Для этой цели арматурные стержни перепускаются у подколонника из одной перемычки в другую, а понизу арматурные каркасы заводятся под подошву существующих фундаментов.

При значительном увеличении нагрузки столбчатые фундаменты переустраиваются в перекрестно-ленточные и плитные, а ленточные в плитные (см. рис. 2.4). При этом очень важно обеспечить совместную работу существующих фундаментов с вновь устраиваемыми конструктивными элементами фундаментов (для лучшего сопряжения необходима система насечек, штраб и перевязки арматуры). Края вновь возводимых фундаментных плит в обязательном порядке выполняют со шпоночными связями (см. рис.2.4,а) или подводятся под существующие фундаменты(см.рис.2.4,б).

К современным способам относится усиление фундаментов сваями. Сваи применяют для передачи нагрузки от фундаментов на более прочные слои грунта в тех случаях, когда основание имеет высокую деформативность и наблюдаются подземные воды, осложняющие процесс уширения или заглубления фундаментов.

1. Усиление набивными и буронабивными сваями (см. рис. 2.1,е).

Набивные сваи устраивают погружением в основание обсадочных труб диаметром 250...375 мм с последующим извлечением из них грунта и заполнением их бетоном с трамбованием или уплотнением сжатым воздухом (пневмонабивные сваи). В случае устройства буронабивных свай пробуривают скважины, устанавливают арматурные каркасы и бетонируют ствол.

Недостатки буронабивных свай:

- низкая несущая способность;
- невозможность устройства ствола сваи из тяжелого бетона;
- сложность формирования необходимого диаметра.

При усилении ленточных фундаментов выносные сваи размещают параллельными рядами с обеих сторон фундамента. Вынос свай определяется удобством расположения бурового оборудования. В случае усилении выносными сваями фундаментов из бутовой кладки (см. рис. 2.1,е) в них на требуемой высоте устраивают штрабы, в которые монтируют металлические продольные балки (рандбалки). Под продольными балками устанавливают поперечные металлические балки. Шаг балок 2,0...3,5 м. После установок балок по верху свай бетонируется ленточный ростверк. Для обеспечения совместной работы фундамента и установленных свай производят расклинивание промежутка между ростверком и поперечными балками.

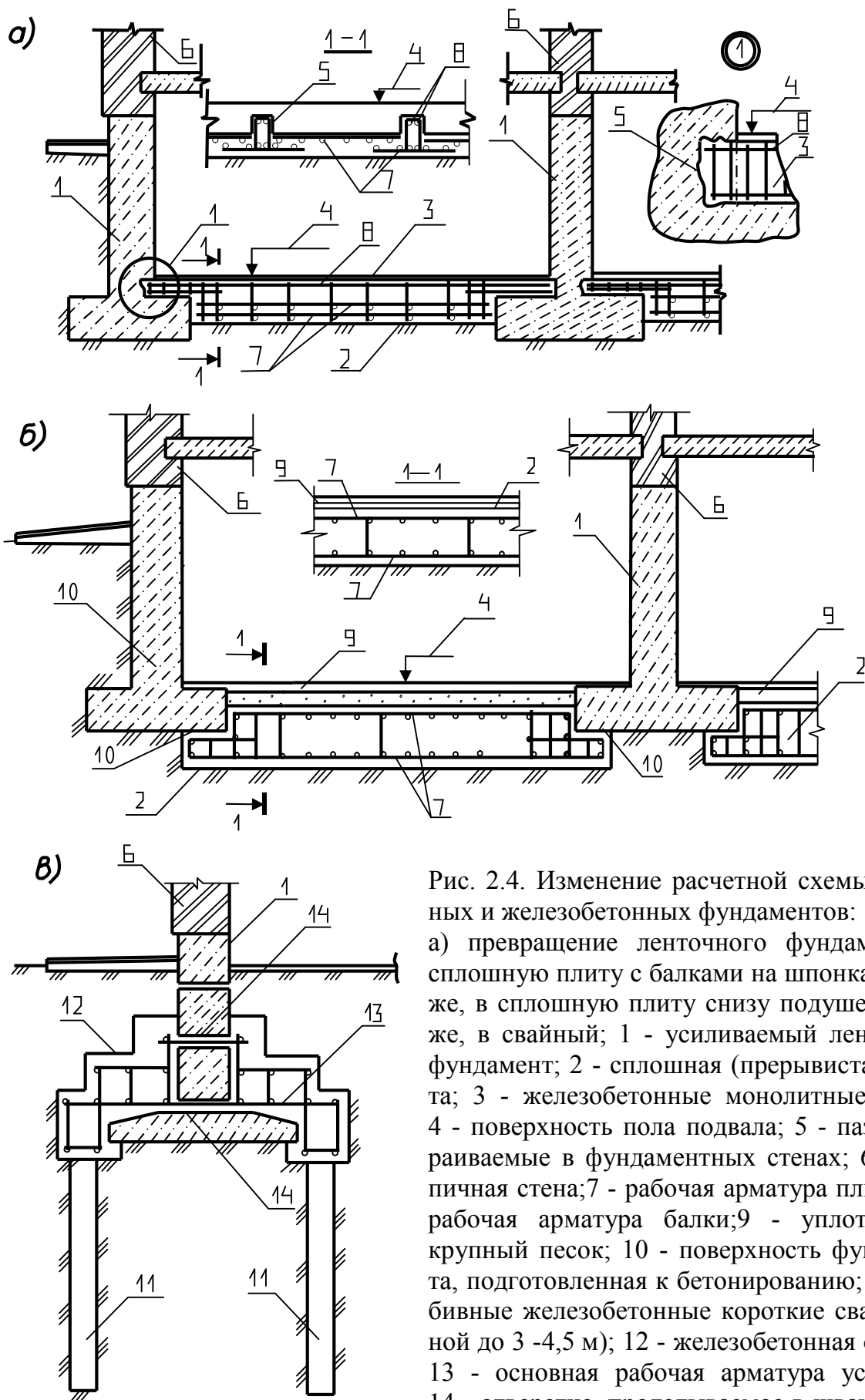


Рис. 2.4. Изменение расчетной схемы бетонных и железобетонных фундаментов:

а) превращение ленточного фундамента в сплошную плиту с балками на шпонках; б) то же, в сплошную плиту снизу подушек; в) то же, в свайный; 1 - усиливаемый ленточный фундамент; 2 - сплошная (прерывистая) плита; 3 - железобетонные монолитные балки; 4 - поверхность пола подвала; 5 - пазы, устраиваемые в фундаментных стенах; 6 - кирпичная стена; 7 - рабочая арматура плиты; 8 - рабочая арматура балки; 9 - уплотненный крупный песок; 10 - поверхность фундамента, подготовленная к бетонированию; 11 - забивные железобетонные короткие сваи (длиной до 3 -4,5 м); 12 - железобетонная обойма; 13 - основная рабочая арматура усиления; 14 - отверстие, проделываемое в швах между фундаментными блоками.

2. Усиление вдавливаемыми сваями (см. рис.2.4, в).

В настоящее время накоплен большой опыт повышения несущей способности фундаментов вдавливаемыми сваями. Сваи могут быть как цельными, так и составными из отдельных элементов. Этот способ имеет целый ряд преимуществ: отсутствие динамических и вибрационных воздействий на здание при устройстве усиления, нет необходимости в усиленном армировании ствола сваи, высокая точность установки свай, минимальное загрязнение окружающей среды и незначительные энергозатраты при устройстве.

Ленточные фундаменты можно усиливать с помощью выносных вдавливаемых свай из трубчатых элементов длиной 0,8...1,2 м, располагаемых попарно с двух сторон стены.

3. Усиление винтовыми сваями.

Винтовые сваи представляют собой металлическую трубу с прикрепленными буровыми лопастями. Лопастей устроены таким образом, что при закручивании грунт не разрыхляется, а наоборот, уплотняется. Если длины сваи недостаточно, ее можно нарастить. В настоящее время выпускаются сварные винтовые сваи длиной до 9 метров. После установки сваи, полость заполняется бетоном класса В15. Для большей сохранности винтовые сваи покрывают слоем двухкомпонентного полимерного состава, который защищает не только внешнюю часть, но и внутреннюю. Срок эксплуатации свай составляет от 80 до 100 лет.

4. Усиление буроинъекционными корневидными сваями.

Экономичный и экологичный способ. Позволяет производить работу без разработки котлованов, обнажения тела фундаментов и нарушения структуры грунта основания.

Сущность этого способа заключается в устройстве под фундаментом жестких корневидных свай, передающих большую часть нагрузки на более плотные слои грунта. Сваи выполняют вертикальными или наклонными с помощью установок вращательного бурения, позволяющих пробуривать скважины через расположенные выше стены и фундаменты (см. рис. 2.5). В скважины устанавливают арматурные каркасы и через инъекционные трубы нагнетают цементно-песчаный раствор или мелкозернистый бетон. Отличительной особенностью данного типа свай является их малый диаметр (127...190 мм) и относительно большое по сравнению с диаметром заглубление (более 100). Наибольшее распространение буроинъекционные сваи получили при усилении оснований и фундаментов реконструируемых и реставрируемых зданий.

Более подробно способы усиления фундаментов зданий старой застройки приведены в [8, 9,10,11].

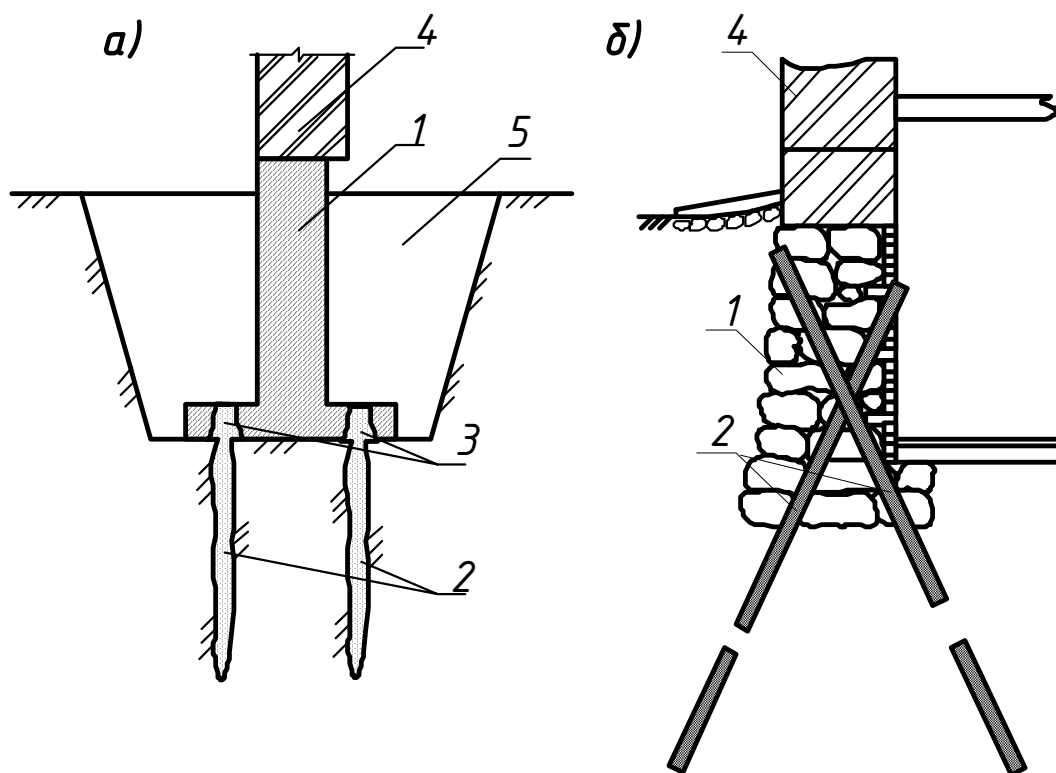


Рис. 2.5. Передача нагрузки от стены на буроналивные сваи:

а - вертикальные сваи; б - наклонные сваи; 1 - усиливаемый ленточный фундамент; 2 - буроналивные (корневидные) сваи, устраиваемые через плитную часть усиливаемого фундамента; 3 - конусные отверстия в плитной части фундамента, устраиваемые после инъекции цементно-песчаного раствора; 4 - кирпичная стена; 5 - пазух, заполняемый грунтом после устройства стыка свай с плитной частью фундамента.

3. СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ КАМЕННЫХ СТЕН И СТОЛБОВ

Способы ремонта и усиления каменных конструкций зависят от технического состояния стен и столбов. Выделяются следующие:

1. Заделка трещин в каменных стенах (рис. 3.1);

Если несущая способность кладки достаточна и общее состояние конструкций удовлетворительное, то достаточно заделать имеющиеся трещины полимерным, цементно-песчаным или цементным раствором.

Для заделки небольших трещин в кладке (до 1,5 мм) применяются полимерные растворы на основе эпоксидной смолы в следующем соотношении 100:30:15 50 (эпоксидная смола: модификатор: отвердитель: тонкомолотый песок). Также применяют цементно-песчаные растворы 1:0,1:0,25 (цемент: добавки пластификатора на основе нафталиноформальдегида: тонкомолотого песка).

При значительном раскрытии трещин используют полимерные растворы состава 1: 0,15: 0,3 (цемент: полимер ПВА: песок) или цементно - песчаные растворы состава 1: 0,05: 0,3 (цемент: пластификатор нитрит натрия: песок).

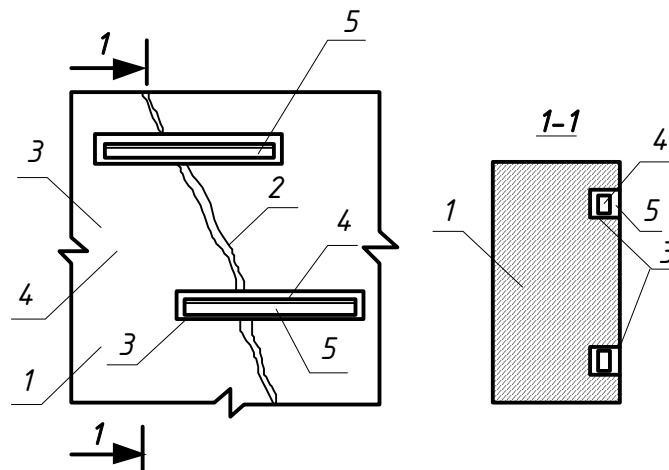


Рис. 3.1. Установка шпонок из прокатного металла:

1 - усиливаемая стена; 2- трещина в стене шириной до 10 мм; 3 - штроба в стене; 4 - шпонка из прокатного металла (швеллер, уголок); 5 - полости, заполненные бетоном или раствором

2. Заделка трещин вставкой простых кирпичных замков (рис.3.2,а);

Для заделки трещин с шириной раскрытия более 10 мм дополнительно при заделке растворами делается вставка «кирпичных замков» с обеих сторон стены.

3. Заделка трещин вставкой кирпичных замков с якорем (рис. 3.2,б);

Используется при заделке широких трещин. Металлические якоря из полосовой стали или прокатных уголков стягиваются болтами.

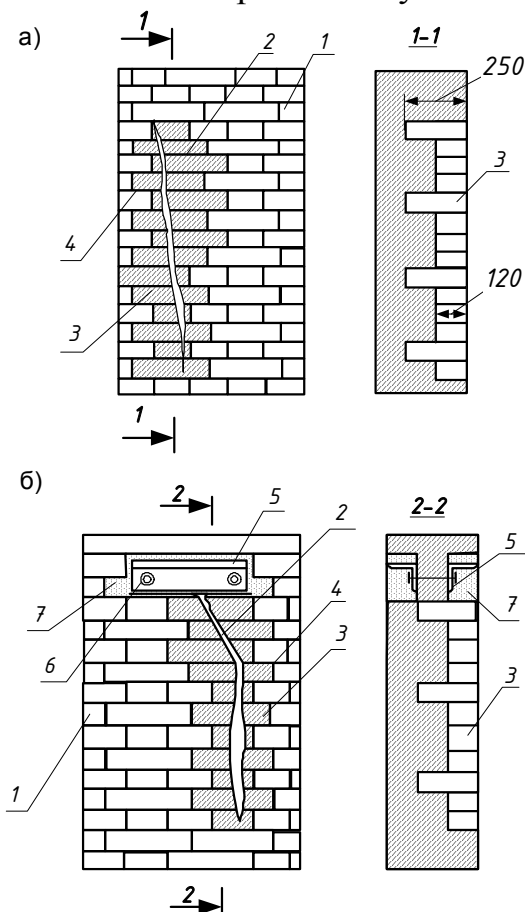


Рис. 3.2. Способы заделки трещин в кирпичных стенах:

а - вставка простых кирпичных замков; б - вставка кирпичных замков с якорем;

1 - усиливаемая стена; 2 - трещина в стене шириной до 10 мм; 3 - кирпичный замок, установленный с двух сторон на месте разрушенной кладки; 4 - граница разборки разрушенной кладки; 5 - якорь из прокатного металла (швеллер, двутавр) с двух сторон; 6 - анкерные связи (болты); 7 - полости, заполненные бетоном или раствором.

4. Усиление каменных конструкций, если несущая способность кладки по расчету недостаточна.

Оно может быть в виде:

а) установки металлических или железобетонных обойм (рис. 3.3).

Усиление столбов и простенков обоймами- весьма эффективный способ повышения несущей способности ремонтируемых конструкций.

По характеру работы обоймы можно разделить на три типа:

1) сдерживающие поперечные деформации; несущая способность увеличивается в результате создания в усиливаемом элементе объемного напряженного состояния;

2) воспринимающие часть нормальных усилий, передаваемых на усиливаемый элемент; желаемый эффект достигается увеличением площади поперечного сечения либо введением в существующие габариты материала с повышенными физико-механическими свойствами;

3) комбинированные, выполняющие одновременно функции обойм первого и второго типов.

По роду используемого материала обоймы бывают стальные, железобетонные и армированные растворные.

Стальные обоймы наиболее просты в изготовлении; состоят из вертикально устанавливаемых уголков-стоек и соединяющих их планок из полосовой или круглой стали (см. рис. 3.3 а)

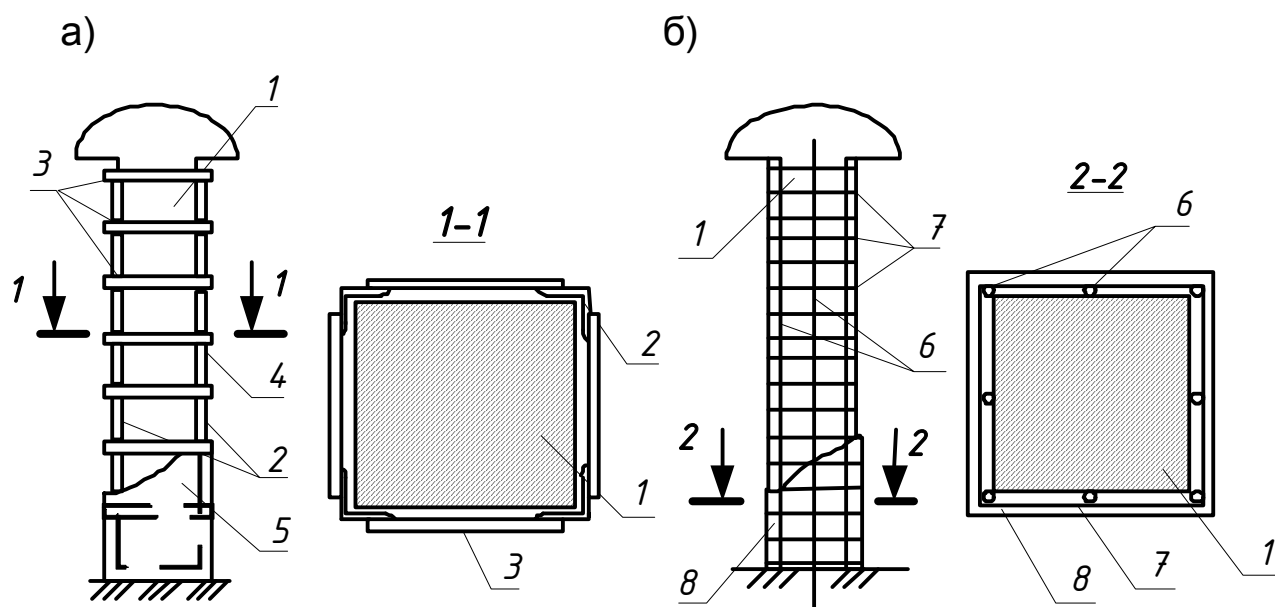


Рис. 3.3. Виды усиления кирпичных столбов: а - с помощью металлических обойм; б - с помощью ж/б обоймы;

1 – усиливаемый столб; 2 - уголок обоймы; 3 - поперечные планки обоймы; 4 – сварка; 5 - штукатурка цементно-песчаным раствором; 6 - стержни (диаметром 5-12 мм); 7 – хомуты; 8 – бетон

Основной недостаток стальных обоев - опасность появления мостиков холода при установке их на наружных стенах. Чтобы избежать это, принимают дополнительные меры по теплоизоляции.

Обои 1-го типа устраивают следующим образом. Поверхность столба или простенка в местах установки уголков-стоек тщательно очищают от штукатурки и выравнивают, чтобы обеспечить плотное прилегание уголков к поверхности усиливаемого элемента. Уголки устанавливают в проектное положение на тонком слое цементно-песчаного раствора и фиксируют проволочными скрутками или струбцинами. Совместную работу обоев и простенка или столба обеспечивает предварительное напряжение планок, привариваемых к уголкам. Наиболее простой и надежный способ создания предварительного напряжения - термический. Для этого поперечные планки непосредственно перед установкой нагревают до температуры 150...200 °С, затем, не давая им остыть, приваривают к уголкам. Расстояние между поперечными планками не должно быть меньше толщины усиливаемого элемента

Обои 2-го типа также выполняют из уголков-стоек и поперечных планок, шаг которых не должен превышать 40 радиусов инерции уголка наименьшего профиля в обое. Наиболее ответственным этапом установки обоев этого типа является включение их в работу. Поскольку обоев призвана воспринимать и передавать вертикальную нагрузку, необходимо обеспечить достаточную площадь опирания уголка сверху и снизу. Для этого в месте опирания обоев устраивают постель из жесткого цементного раствора марки не ниже 100. Для включения обоев в работу под опоры забивают стальные клинья. В наиболее ответственных случаях усилия, создаваемые в вертикальных элементах, контролируют по деформациям уголков. После достижения заданных деформаций обоев выдерживают до проявления деформаций обмятия у опор и проявления пластических деформаций, затем окончательно подбивают клинья и фиксируют их положение.

Второй способ включения обоев 2-го типа в работу состоит в том, что уголки-стойки заготавливают длиннее, чем расстояние между верхней и нижней опорами, и устанавливают их на место, слегка изогнув по длине). Напряжение создается в результате выравнивания уголков стяжными болтами, расположенными по высоте обоев. Установив в проектное положение, уголки соединяют между собой поперечными планками. Длину уголков-стоек определяют непосредственно перед установкой их на место, исходя из фактических размеров между опорными площадками, заданного уровня предварительного напряжения и физико-механических свойств материала.

Обои 3-го типа (комбинированные) устанавливают в проектное поло-

жение с соблюдением правил по установке обойм 1-го и 2-го типов.

Наибольшего эффекта усиления простенков, столбов и поврежденных участков стен можно добиться одновременной установкой обойм и инъектированием в поврежденную кладку цементного раствора.

После установки стальные обоймы защищают от коррозии слоем цементного раствора толщиной 25...30 мм по металлической сетке.

Железобетонная обойма (рис. 3.3, б) представляет собой тонкую плиту, охватывающую усиливаемый элемент по периметру. Толщину обоймы назначают по расчету (40...120 мм). В конфигурации опалубки учитывают возможность восстановления четвертей проемов. Если необходимо сохранить без изменения поперечное сечение простенка, кладка которого находится в удовлетворительном состоянии, перед устройством обоймы его обрубают по торцам на толщину обоймы. При этом простенок разгружают установкой временных опор. Для сохранения или незначительного изменения габаритов проема допускается уменьшение толщины обоймы до 30...40 мм.

Бетон для обойм должен быть марки не ниже 150; его готовят на щебне с максимальной фракцией 10...15 мм. Армирование целесообразно выполнять из сеток и каркасов заводского изготовления. Расстояние между хомутами не должно превышать 150 мм. При соотношении сторон усиливаемого простенка или столба более 1:2,5 арматурные сетки, расположенные по большей стороне, соединяют между собой.

Бетон укладывают в опалубку послойно, тщательно уплотняя каждый слой вибрированием. Высокое качество работ получается при устройстве обойм из торкрет-бетона, каждый последующий слой которого толщиной не более 10 мм наносят после схватывания предыдущего. Количество наносимых слоев определяется проектной толщиной обоймы.

Перед бетонированием усиливаемую конструкцию тщательно очищают от налета, штукатурного слоя, грязи и мусора для обеспечения адгезии бетона обоймы с материалом конструкции. Кирпичные простенки и столбы перед началом бетонирования рекомендуется смачивать водой.

В железобетонных обоймах 1-го типа обжатие столба или простенка происходит за счет уменьшения габаритов обоймы в результате усадки свежесуложенного бетона. Обоймы 2-го типа включают в работу тщательной зачеканкой жестким цементным раствором зазоров между верхом обоймы и низом существующей конструкции. В случае необходимости в зазоры после приобретения бетоном 70 %-ной проектной прочности забивают стальные клинья. Обоймы 3-го типа выполняют с соблюдением всех перечисленных выше требований.

Армированные растворные обоймы выполняют аналогично железобетон-

ным, только вместо бетона арматуру покрывают слоем цементного раствора марки 75...100.

При устройстве таких обойм четверти в оконных проемах можно не удалять. Достаточно просверлить отверстия и пропустить через них хомуты, расположенные по торцам простенка. Установленные в проектное положение сетки соединяют между собой сваркой и расклинивают для обеспечения заданной толщины защитного слоя. Оштукатуривание производят послойно вручную или торкретированием. Толщина слоя штукатурки по арматуре должна быть не менее 20 мм. Как и при устройстве железобетонных обойм, для сохранения габаритов оконных проемов разрешается уменьшать толщину обоймы на торцевых поверхностях простенков.

Как правило, армированные растворные обоймы усиливают простенки за счет создаваемого в них объемного напряженного состояния. Использование таких обойм для восприятия нормальных усилий нецелесообразно ввиду незначительной толщины слоя цементного раствора.

Расчет усиления каменных стен и столбов см. [12].

б) установки внутренних анкеров (см. рис. 3.4);

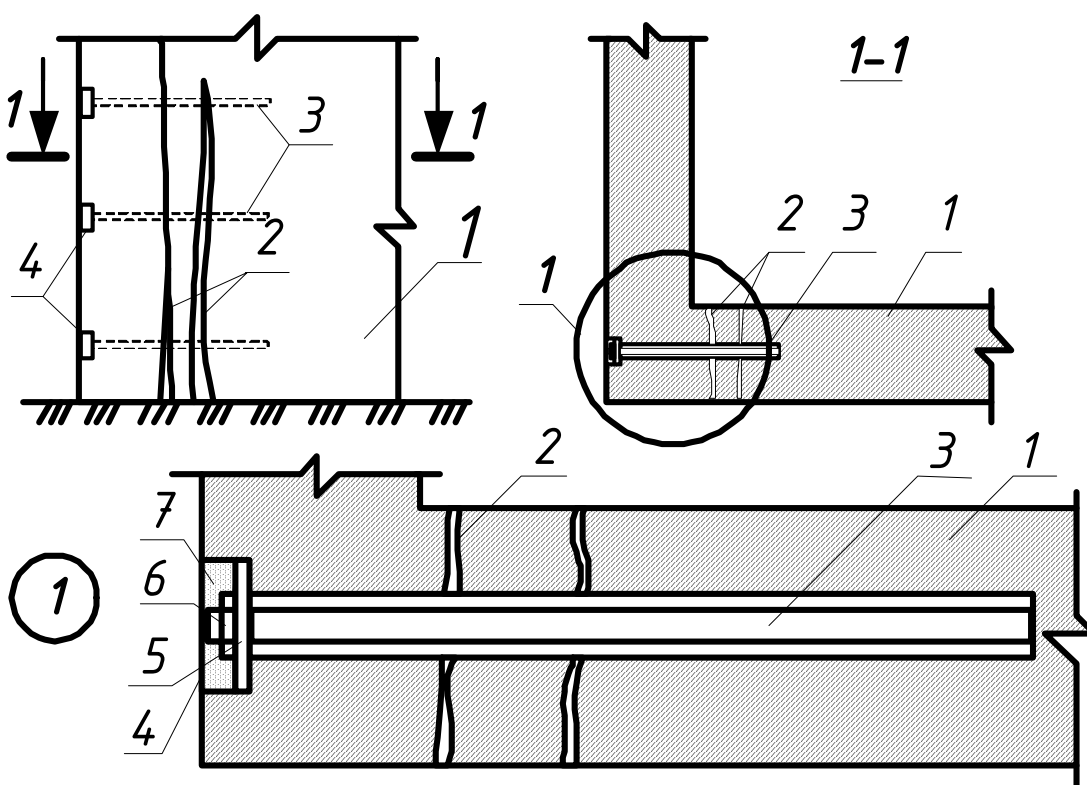


Рис. 3.4. Установка внутренних анкеров:

1 - усиливаемая стена; 2 - трещина в угловой части стены (после установки заполнить цементно-песчаным раствором); 3 - анкера (диаметром 12-16 мм из арматурной стали); 4 - ниша в стене; 5 – шайба; 6 - гайка для натяжения анкеров; 7 - заделка цементно-песчаным раствором

в) установки металлических полос и предварительно напряженных железобетонных анкеров (см. рис.3.5);

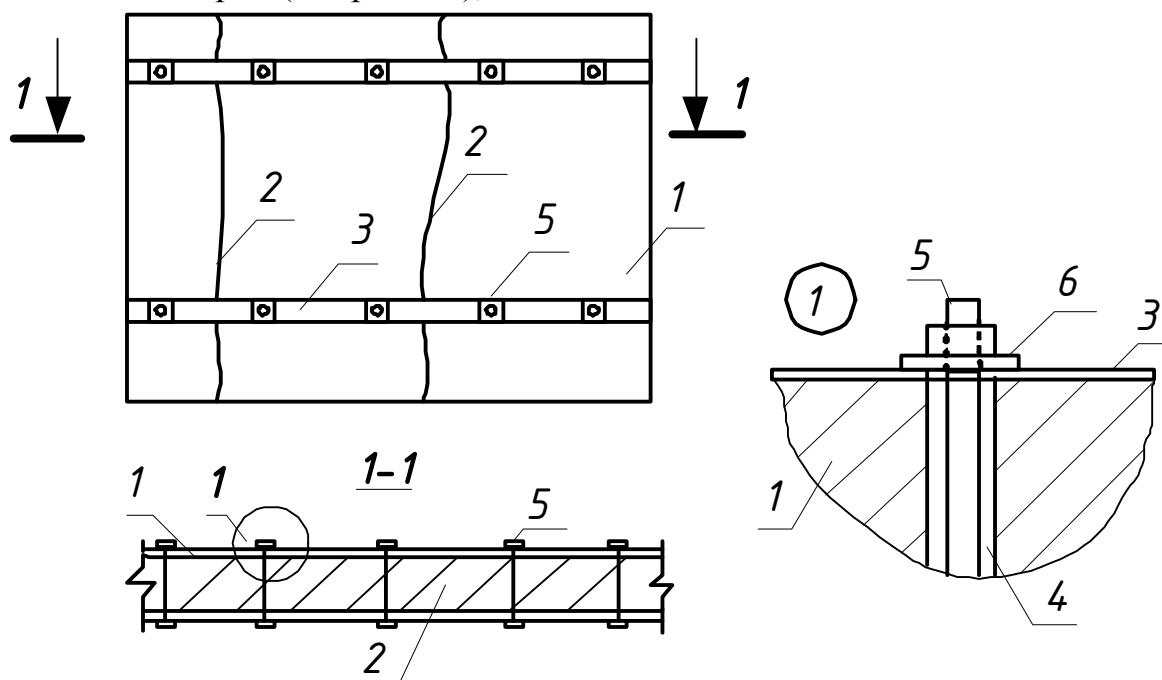


Рис. 3.5. Установка металлических полос и предварительно напряженных железобетонных анкеров:

1 - усиливаемая стена; 2 - трещины в стене (после усиления заполнить раствором); 3 - металлические полосы размером 10(12)x50 ÷ 80 мм; 4 - отверстия диаметром 30-40мм через 0.8-1.2 м (заполнить цементно-песчаным раствором состава 1:2); 5 - предварительно напряженные анкеры диаметром 14-20 мм; 6 – шайбы

г) устройства несущего сердечника (см. рис.3.6)

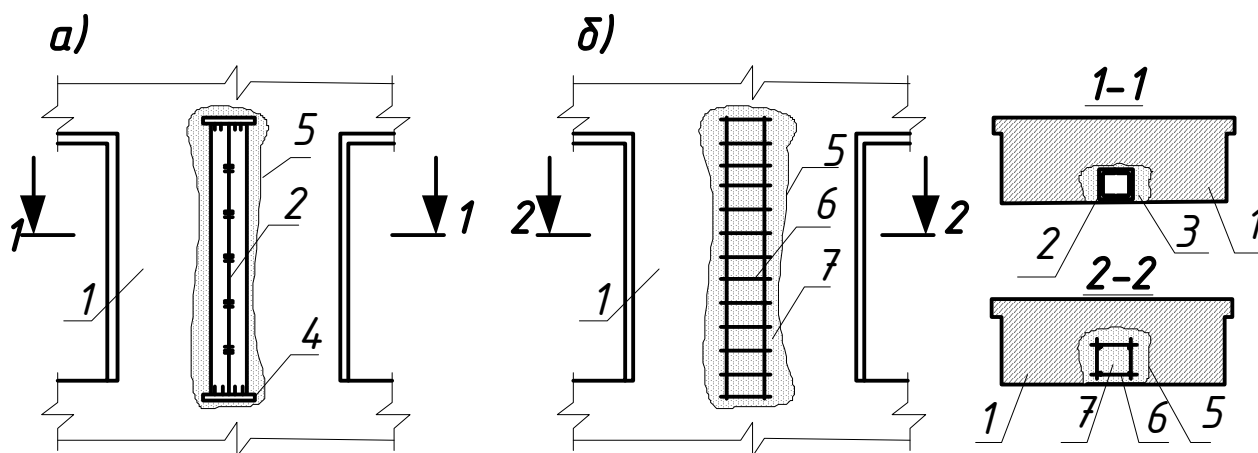


Рис. 3.6. Усиление каменных простенков устройством несущего сердечника:

а – стального из двух сваренных швеллеров; б – железобетонного; 1- усиливаемый простенок; 2 – стальной сердечник; 3 – цементно- песчаный раствор; 4 – опорные пластины стального сердечника; 5 – вертикальная ниша, пробитая в простенке; 6 – арматурный каркас; 7 – бетон.

Если простенки с наружной стороны по архитектурным или иным соображениям нарушать запрещается или при небольших размерах их поперечных сечений и необходимости значительно увеличить на них нагрузку, то усиление простенка может быть выполнено устройством металлического или железобетонного сердечника, размещаемого в вертикальной нише, вырубленной в простенке (см. рис. 3.6). Устройство железобетонных сердечников может быть осуществлено с одной или двух сторон стены;

д) усиления стен объемным обжатием (см. рис. 3.7);

При отклонении стены от вертикального положения повышение ее устойчивости осуществляется устройством специальных стальных тяжей диаметром 25 – 36 мм и накладок. Вначале на каждом этаже или через один этаж под потолком в бороздах сечением 70×80 мм устанавливаются горизонтальные тяжи (заделываются цементным раствором или располагаются по поверхности стен и затем оштукатуриваются). Концы тяжей снабжены винтовой нарезкой, они пропускаются через заранее просверленные отверстия в наружных стенах. Тяжи крепятся к уголкам, которые устанавливаются на углах здания с каждой его стороны. Натяжение производится одновременно по всему контуру здания. Натяжение производится стяжными муфтами с внутренней двойной резьбой (предварительно муфты необходимо разогреть). Далее вручную осуществляется механическое натяжение с помощью рычага длиной 1,5 м с усилием от 300 до 400 Н. Общее усилие натяжения составляет около 50 кН. Натяжение считается достаточным, если на тяжах нет значительных провесов.

5. Усиление узлов сопряжения кирпичных стен

Усиление узлов сопряжения выполняется в виде:

а) соединения наружных и внутренних стен тяжами (рис. 3.8,а),

б) соединения угловых наружных стен железобетонными или штукатурными обоями (рис. 3.8,б),

в) соединения угловых наружных стен металлическими накладками (рис. 3.8,в). При появлении трещин в углах здания усиление производят накладками из швеллера, уголка или полосовой стали. Накладки размещают на внутренней и наружной поверхностях стены и соединяют с помощью болтов, проходящих через заранее просверленные отверстия. Длину накладок назначают в пределах 1,5 - 3 м в зависимости от вида и степени разрушения.

Более подробно об усилении каменных конструкций см. в [8,9].

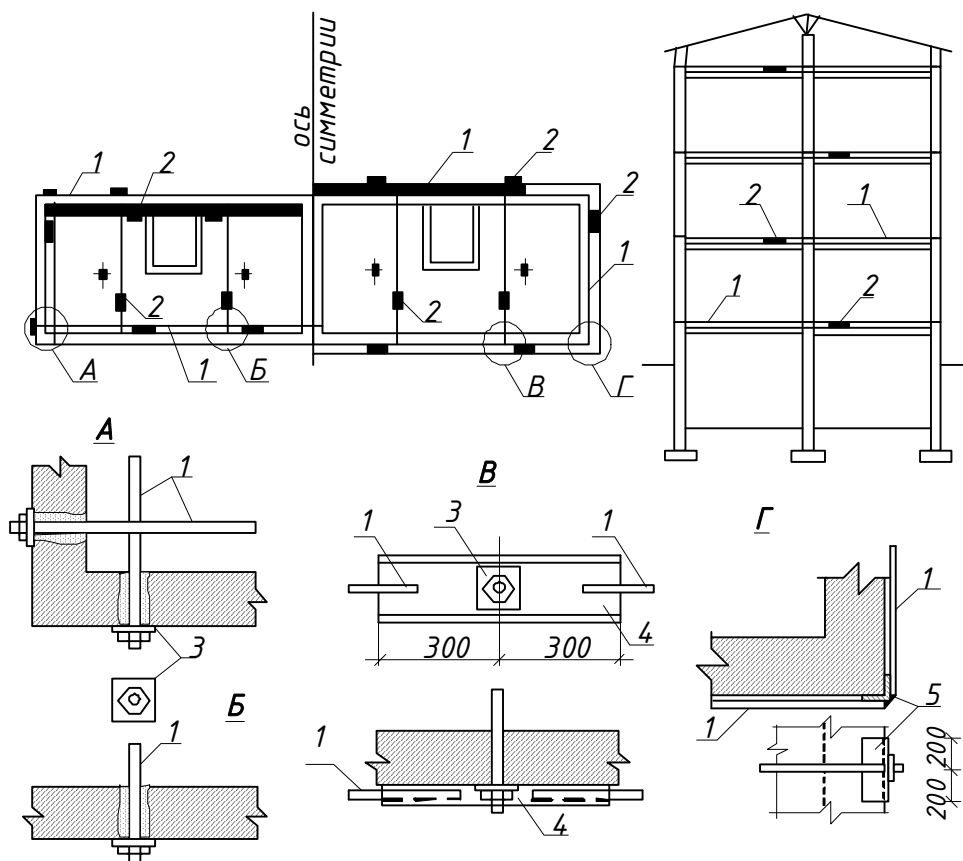


Рис. 3.7. Усиление стен объемным обжатием:

1 – тяжи; 2 – муфта натяжения; 3 – металлическая накладка; 4 – швеллер №16-20; 5 – уголок

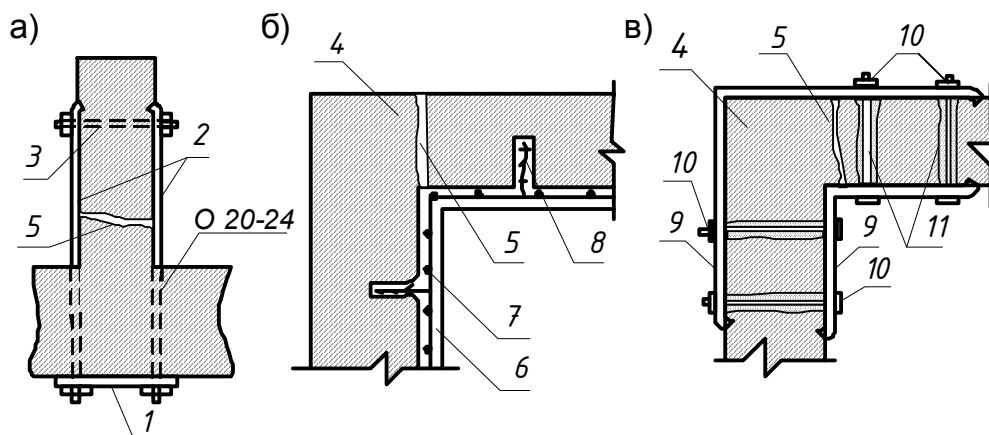


Рис. 3.8. Виды усиления узлов сопряжения кирпичных стен:

а - двусторонними металлическими накладками в месте примыкания внутренней стены; б - соединение угловых наружных стен железобетонными или штукатурными обоями; в - соединение угловых наружных стен металлическими накладками; 1 – накладка из полосовой стали 50x10мм; 2 – круглая сталь с винтовой нарезкой $d=20-24$ мм; 3 – то же, с нарезкой на двух концах; 4 - наружные угловые стены; 5 - трещина в стыке стен (заполнить раствором); 6 - штукатурная или железобетонная обойма; 7 - арматурная сетка; 8 - анкеры из арматуры; 9 - двусторонние металлические накладки из полосы через 500 мм по высоте; 10 - стяжные болты; 11 - отверстия, просверленные в стене (заполнить раствором после установки болтов)

4. УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Используют различные способы усиления железобетонных конструкций в зависимости от их вида, особенностей работы и напряженного состояния.

4.1. Усиление железобетонных балок

1. Усиление балок обоймами и полуобоймами.

Усиление изгибаемых элементов можно осуществлять торкрет-бетоном толщиной до 30мм, который наносится на очищенную и промытую бетонную поверхность старого бетона, обернутую сеткой с ячейкой 30...60 мм из проволоки диаметром 1...2 мм, прикрепленной к конструкции дюбелями с помощью строительного пистолета.

Для более существенного повышения несущей способности балки выполняют наращивание сечения с увеличением площади сечения арматуры. Если по расчету требуется незначительное увеличение сечения арматуры (2...4 стержня), осуществляют подварку новой арматуры к существующим стержням боковых каркасов. Для этого скалывают защитный слой, оголяют арматуру и приваривают к ней прерывистым швом коротыши диаметром 10...40 мм, длиной 50...200 мм с шагом 200... 1000 мм - для растянутых стержней и не более 20 диаметров продольной арматуры, но не более 500 мм - для сжатой (рис. 4.1). К коротышам приваривают дополнительную продольную арматуру, которую допускается применять тех же классов. При арматуре класса А500 и выше из высокопрочной проволоки и канатов, а также при сильной коррозии арматуры применение сварки не допускается и усиление конструкций методом наращивания не рекомендуется.

После установки дополнительной арматуры производится ее торкретирование или заделка цементной штукатуркой, при этом размер сечения элемента увеличивается на 20...80 мм. При большей толщине наращивания применяют вертикальные и наклонные соединительные элементы.

Для увеличения сцепления старого и нового бетона на поверхности усиливаемого элемента перед наращиванием выполняют насечку, которую тщательно очищают от пыли и грязи водой под давлением. Минимальный диаметр арматуры при наращивании - 10 мм. При необходимости более мощного усиления устраивают наружные уголковые полуобоймы.

Для совместной работы с железобетонной конструкцией металлоконструкции усиления должны быть обязательно приварены к существующей арматуре. С этой целью угловые стержни арматурного каркаса оголяются на ограниченных участках длиной 6...12 см с шагом 60...120 см (рис. 4.1,б,в). К арматуре приваривают короткие арматурные стержни, диаметр которых

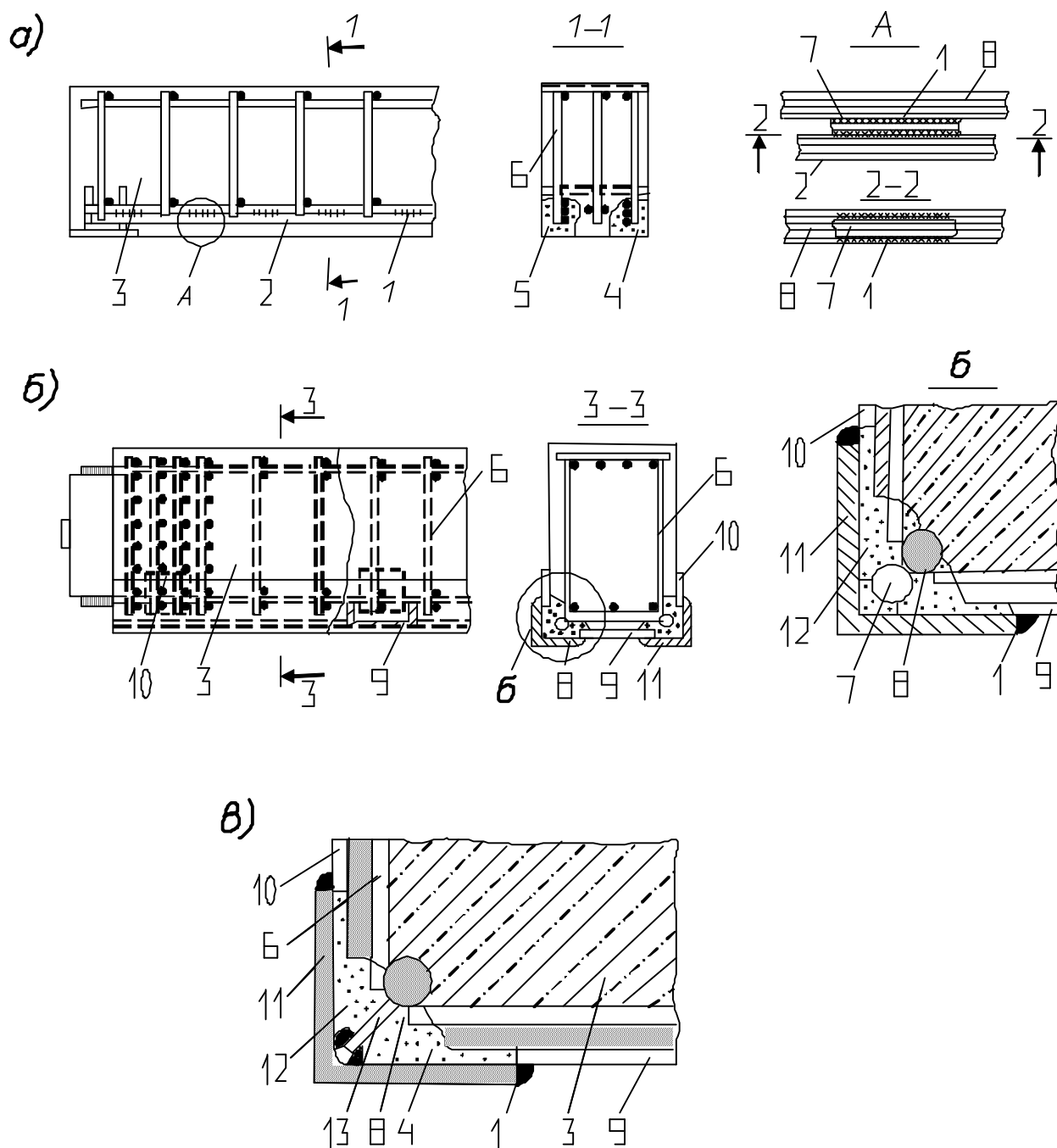


Рис. 4.1. Усиление балок полуобоймами:

а - добавление стержневой арматуры; б - усиление наружной уголковой обоймы, приваренной к существующей арматуре; в - деталь приварки уголка с помощью диагональных ребер из листовой стали; 1 - сварные швы; 2 - добавочная арматура усиления; 3 - усиливаемый элемент; 4 - сколотый бетон защитного слоя угловых стержней с последующим его восстановлением; 5 - защитное покрытие из перхлорвинилового лакокрасочного материала; 6 - поперечные стержни крайних сварных каркасов; 7 - стержни - прокладки-коротыши; 8 - угловые стержни крайних сварных каркасов; 9 - соединительные планки обоймы; 10 - боковые листовые прокладки; 11 - уголки обоймы; 12 - пространство, заполненное цементным раствором; 13 - листовая диагональная подкладка

принимают таким, чтобы они были заподлицо с наружными гранями сечения. Затем к коротким прокладкам приваривают планки обойм, плотно прилегающие к телу бетона. Обоймы из уголков приваривают непосредственно к соединительным планкам обойм. 2. Усиление балок «рубашками» - незамкнутыми с одной стороны обетонками. Способ рекомендуется при усилении балок ребристых перекрытий (см. рис. 4.2).

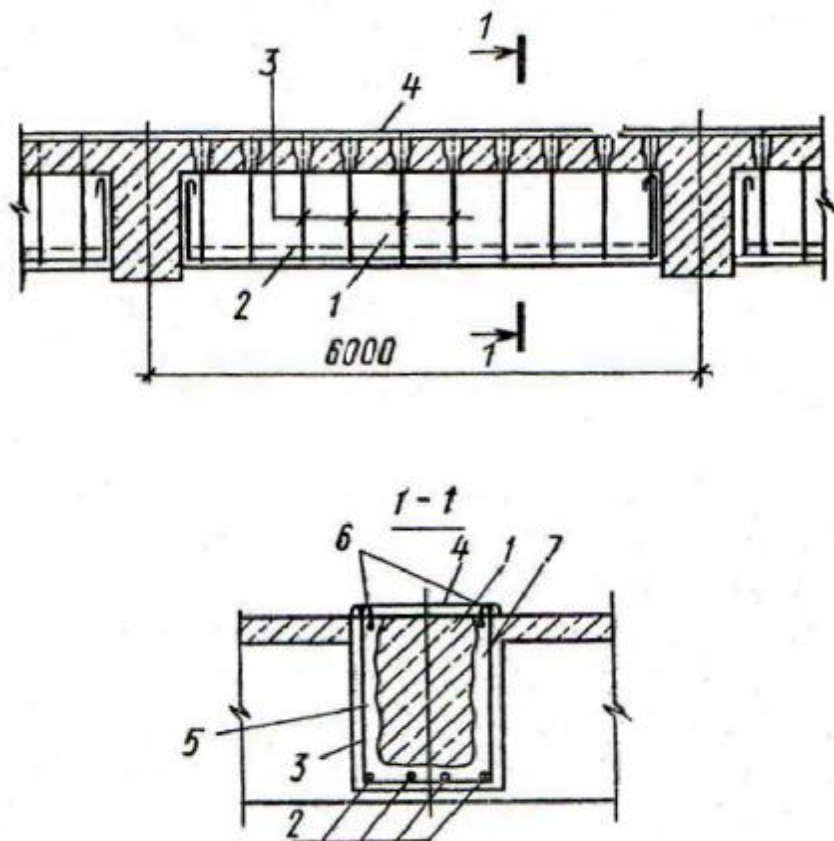


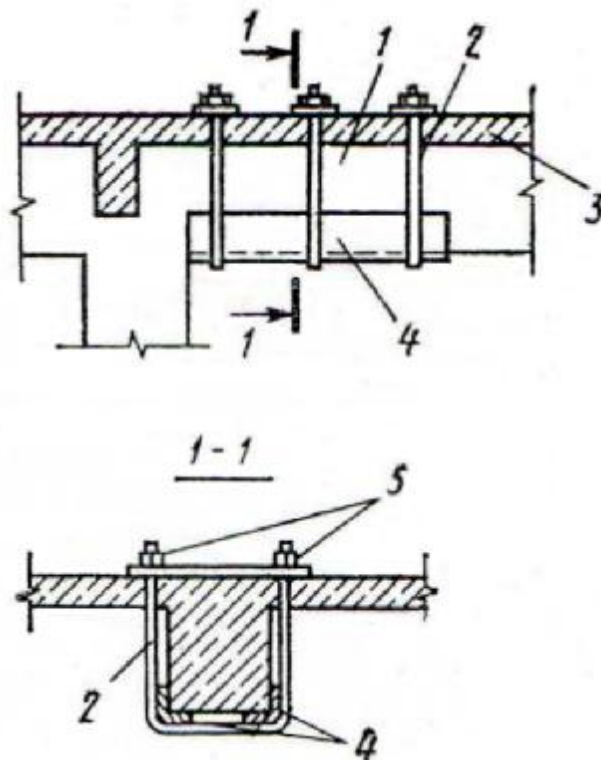
Рис. 4.2. Усиление балок «рубашкой»

1 - усиливаемая балка; 2 - рабочая арматура; 3 - хомуты; 4 - стяжка; 5 - насечка; 6 - монтажная арматура «рубашки»; 7 - «рубашка»

3. Усиление балок хомутами по наклонному сечению.

При усилении изгибаемых элементов только по наклонному сечению устанавливают дополнительную поперечную или наклонную арматуру. Простым способом усиления является установка накладных хомутов расчетного сечения. Для этой цели в плите перекрытия просверливают отверстия с обеих сторон усиливаемой балки. В эти отверстия снизу заводятся хомуты, которые на концах имеют нарезку для болтов. Закручиванием гаек с двух сторон создается предварительное напряжение в хомутах и их включение в совместную работу с балкой (рис. 4.3).

а)



б)

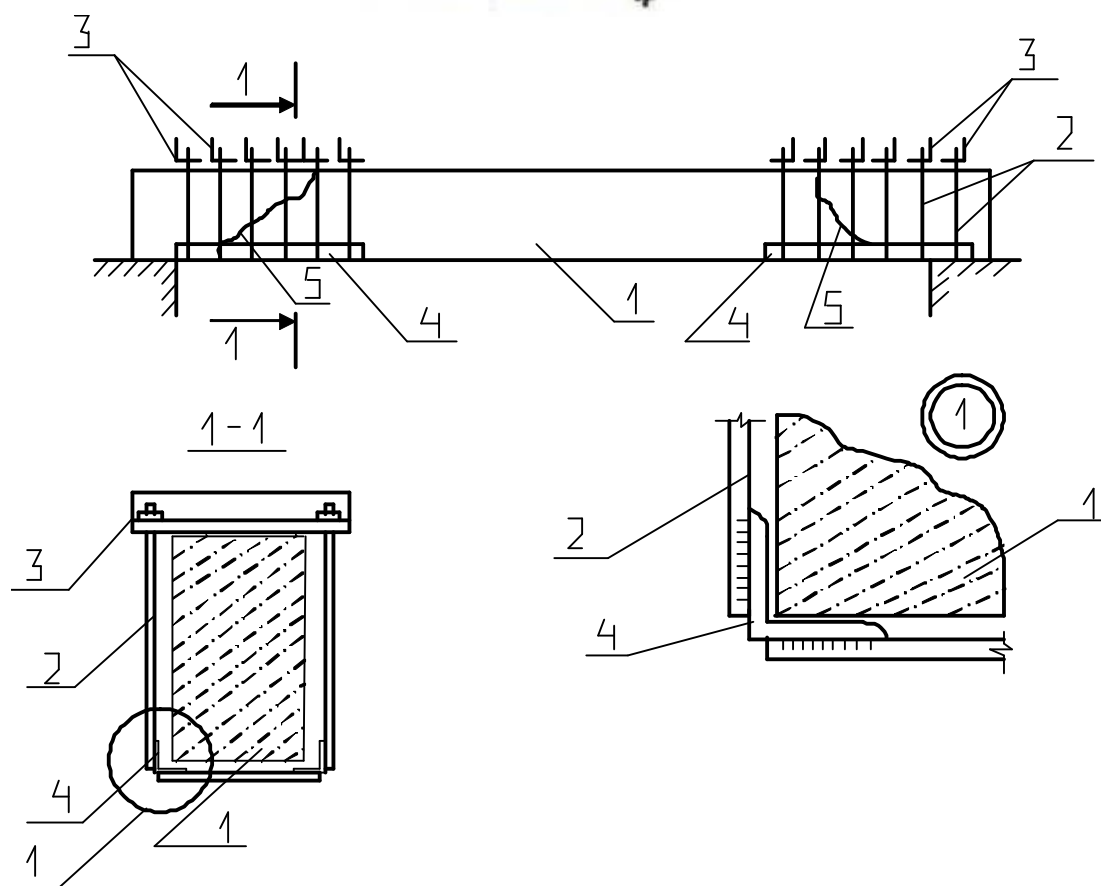


Рис. 4.3. Усиления балок по наклонному сечению хомутами:

а) 1 – усиливаемая балка; 2 – хомуты; 3 – плита перекрытия; 4 – упорные уголки; 5 – гайка;

б) 1-усиливаемая балка; 2-хомуты с гайками; 3-поперечные уголки; 4-продольные уголки; 5-трещины в балке.

4. Усиление балок покрытия предварительно напряженной арматурой (см. рис. 4.4).

Если необходимо незначительно увеличить несущую способность стропильных балок и ферм, достаточно выполнить усиление нижнего пояса горизонтальными затяжками из стержневой арматурной стали (рис. 4.4). Предварительное напряжение затяжек осуществляется механическим способом с помощью взаимного стягивания двух стержней затяжки, динамометрическим ключом с помощью стяжных муфт или путем их электроразогрева с одновременным закручиванием гаек на торцах.

Дополнительная предварительно напряженная арматура усиления может располагаться под нижней поверхностью балки или вдоль ее боковой поверхности у нижней грани. В обоих случаях должна быть обеспечена совместная работа дополнительной арматуры с усиливаемой конструкцией.

При расположении напрягаемой арматуры на боковой поверхности балки устанавливаются упоры – фиксаторы ветвей затяжки.

Подробнее об усилении предварительным напряжением см. в [11].

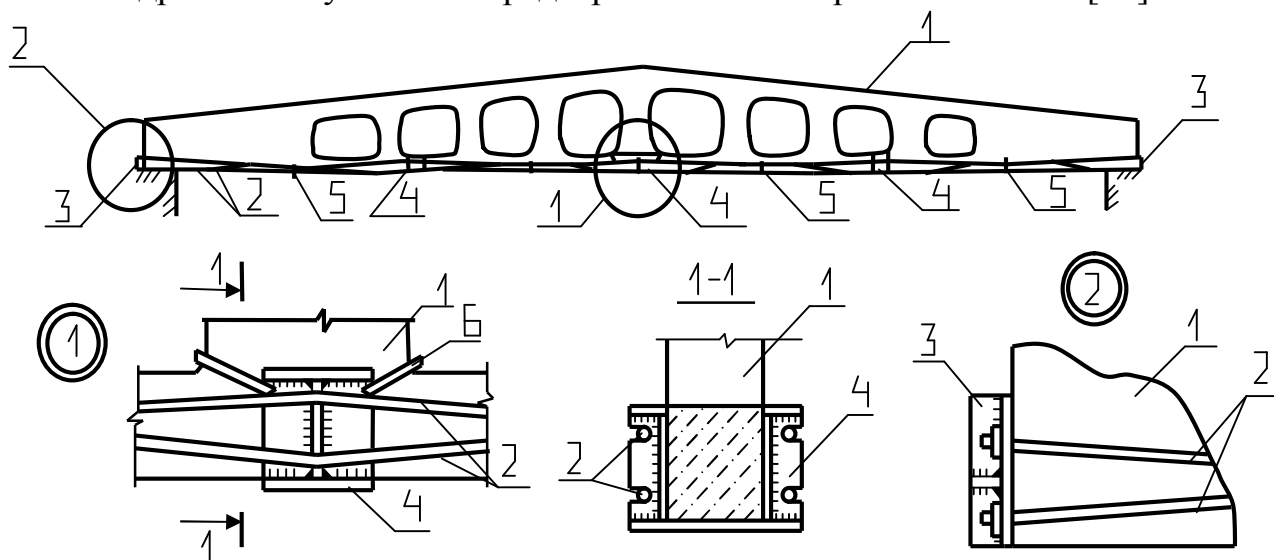


Рис. 4.4. Установка горизонтальной предварительно напряженной затяжки:
1 - усиливаемая балка; 2 - горизонтальная затяжка из арматурной стали; 3 - опорный узел затяжки; 4 - упор-фиксатор ветвей затяжки; 5 - стяжные хомуты; 6 - хомуты-держатели

4.2. Особенности усиления железобетонных подкрановых балок

Усиление тавровых подкрановых балок выполняется в зависимости от нагрузок и состояния балок металлическими элементами, заменой части сечения наращиванием нового бетона, а также железобетоном совместно с металлическими элементами.

Для повышения несущей способности и жесткости подкрановых балок

может использоваться раздельное или совместное усиление металлической обоймой и выносными металлическими опорами, а также комбинированное усиление металлической обоймой и шпренгелем (рис. 4.5).

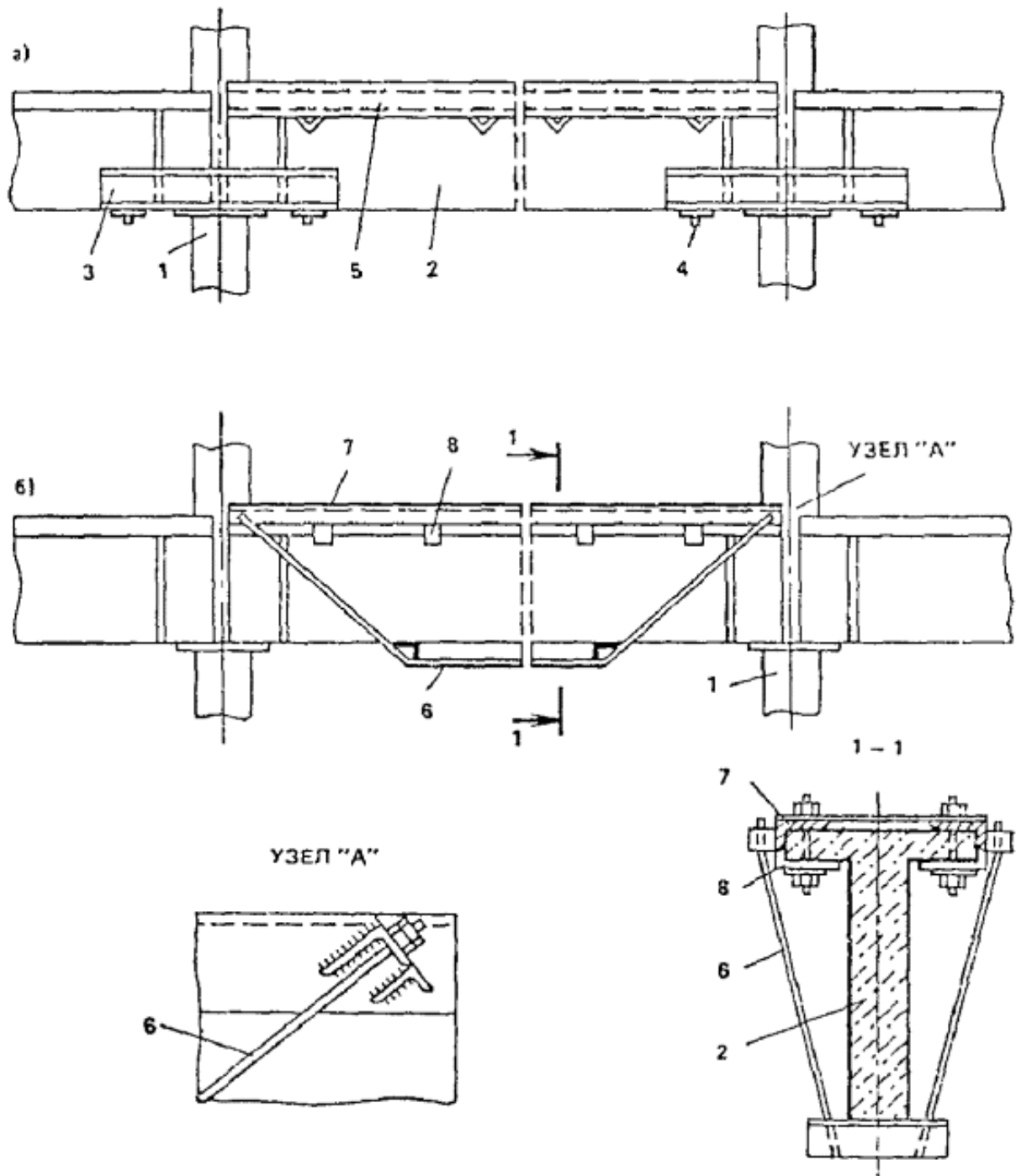


Рис. 4.5. Усиление подкрановых балок

а - обоймой из швеллеров и выносными опорами; *б* - обоймой из уголков и шпренгелем; 1 - опора; 2 - усиливаемая балка; 3 - двухконсольная подпружная балка; 4 - столик выносной опоры; 5 - швеллеры обоймы; 6 - шпренгель; 7 - уголки обоймы; 8 - коротыши

При незначительных повреждениях свесов полки подкрановых балок их усиление рекомендуется производить установкой окаймляющих уголков на вы-

сокопрочных болтах (рис. 4.6). Пространство между уголками и остатками полки после предварительной промывки необходимо заполнить пластичным бетоном на мелком заполнителе, причем уголки усиления служат в качестве несъемной опалубки.

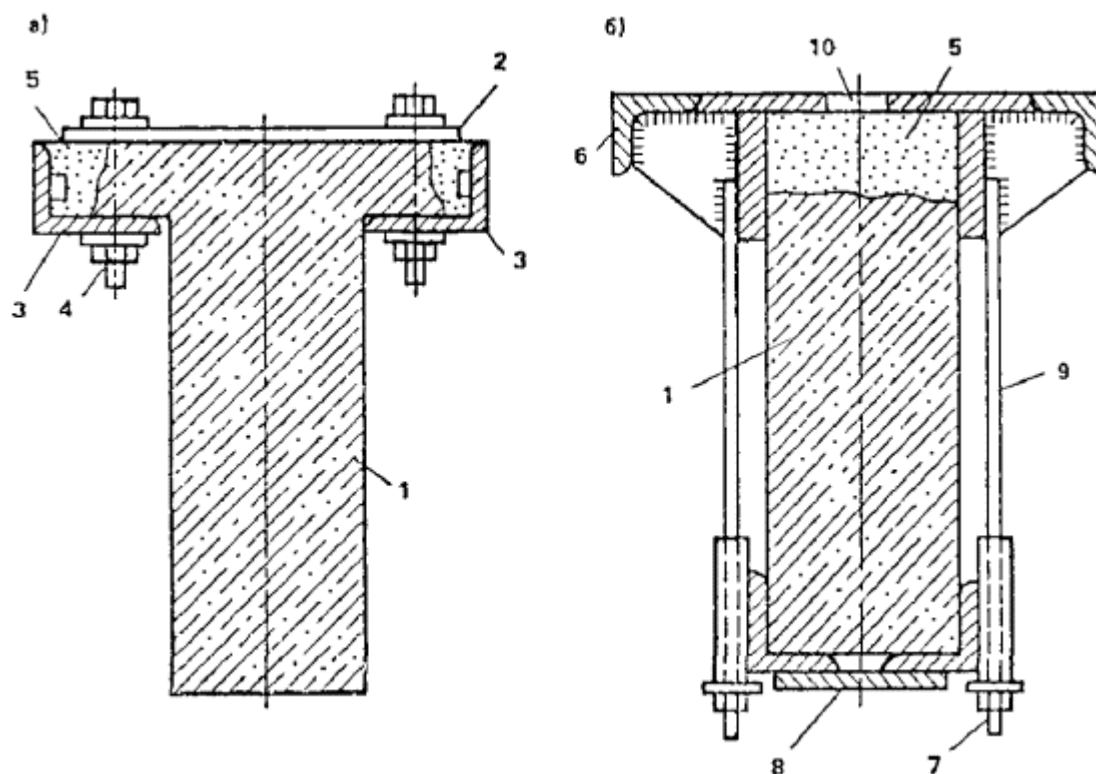


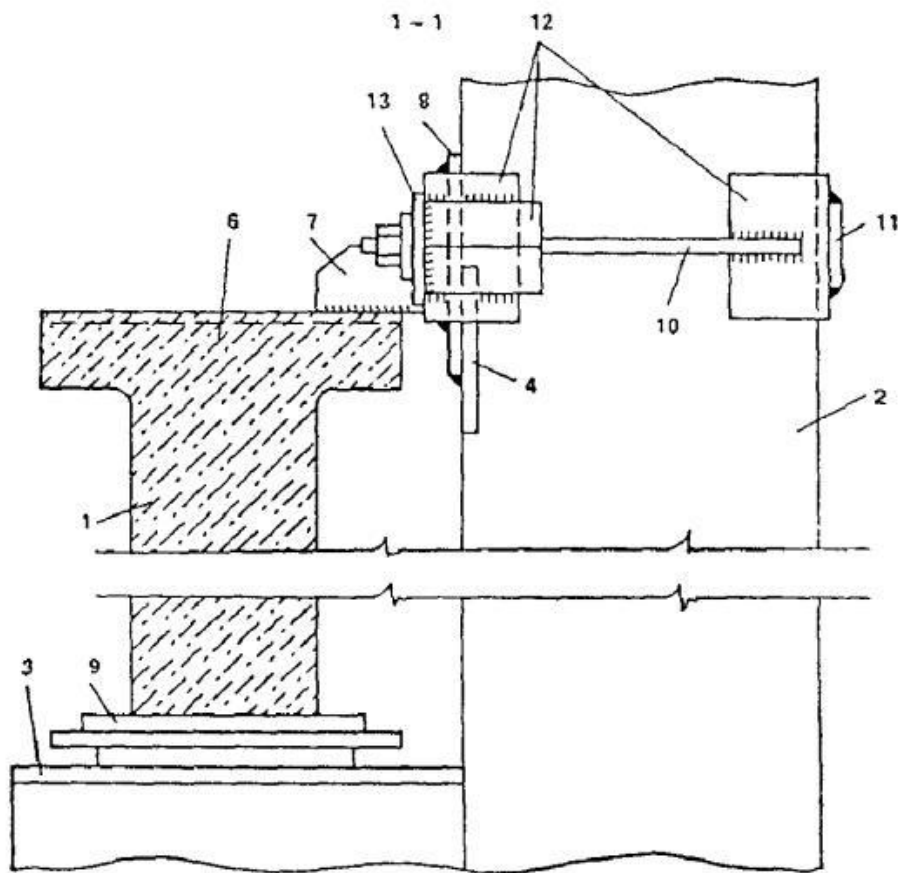
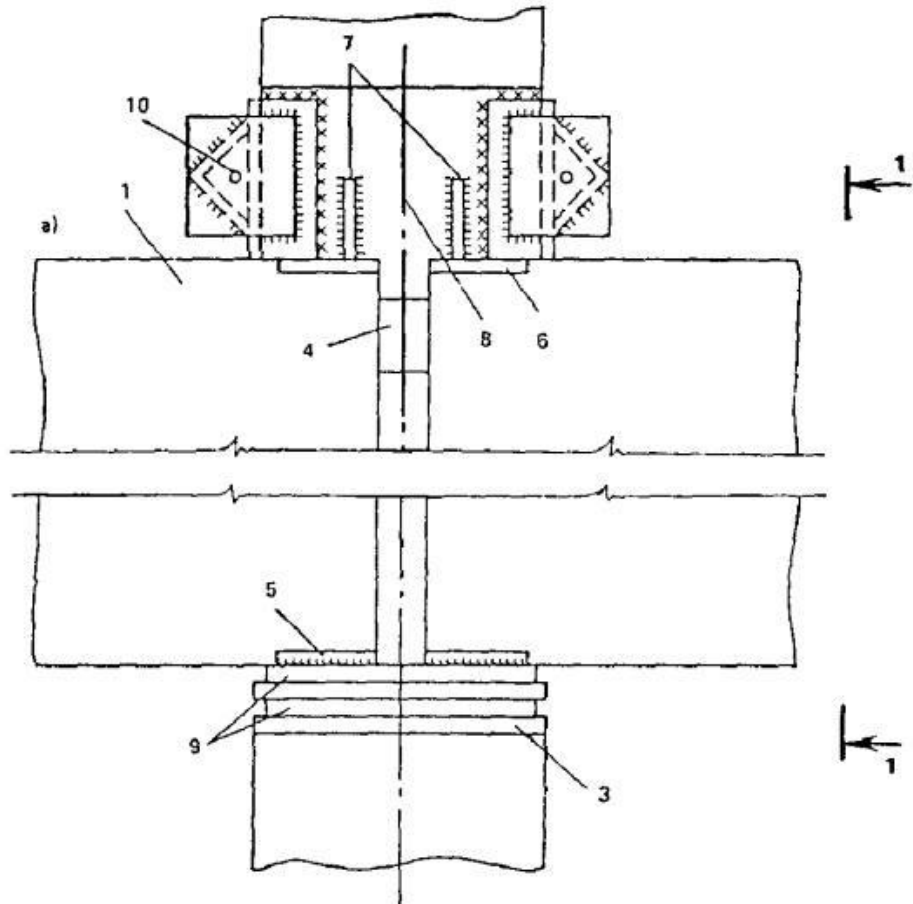
Рис. 4.6. Усиление свесов полки тавровых подкрановых балок

а - при незначительных повреждениях; *б* - при полном разрушении; 1 - усиливаемая балка; 2 - упорная пластина; 3 - уголки усиления; 4 - тяжи (высокопрочные болты); 5 - пластичный бетон; 6 - металлическая полка усиления; 7 - прокладка из уголков; 8 - соединительная планка; 9 - предварительно напряженные тяжи; 10 - отверстие для инъектирования бетонной смеси

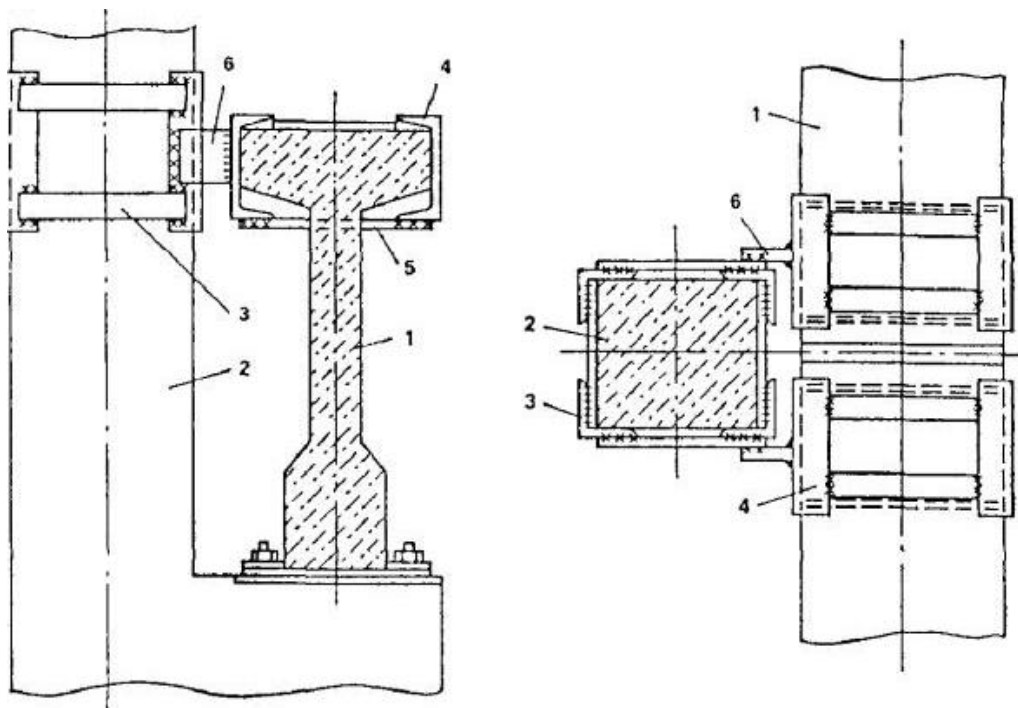
При значительных повреждениях свесов полки подкрановых балок их усиление рекомендуется производить металлической полкой с ребрами жесткости (см. рис. 4.6). При установке металлическая полка притягивается предварительно напряженными тяжами из круглой арматурной стали, прикрепленными в нижней части балок к прокладке, состоящей из двух уголков, связанных между собой планками. Вверху металлической полки необходимо предусмотреть специальные отверстия для инъектирования бетонной смеси для заполнения имеющихся свободных пространств.

Для усиления креплений подкрановых балок к колоннам рекомендуется крепить балки пластинами на сварке к уширению закладной детали, прижимаемой к колонне металлическим хомутом на пружинных шайбах (см. рис. 4.7). Рекомендуется предварительно выверить и установить подкрановые балки на

a)



б)



в)

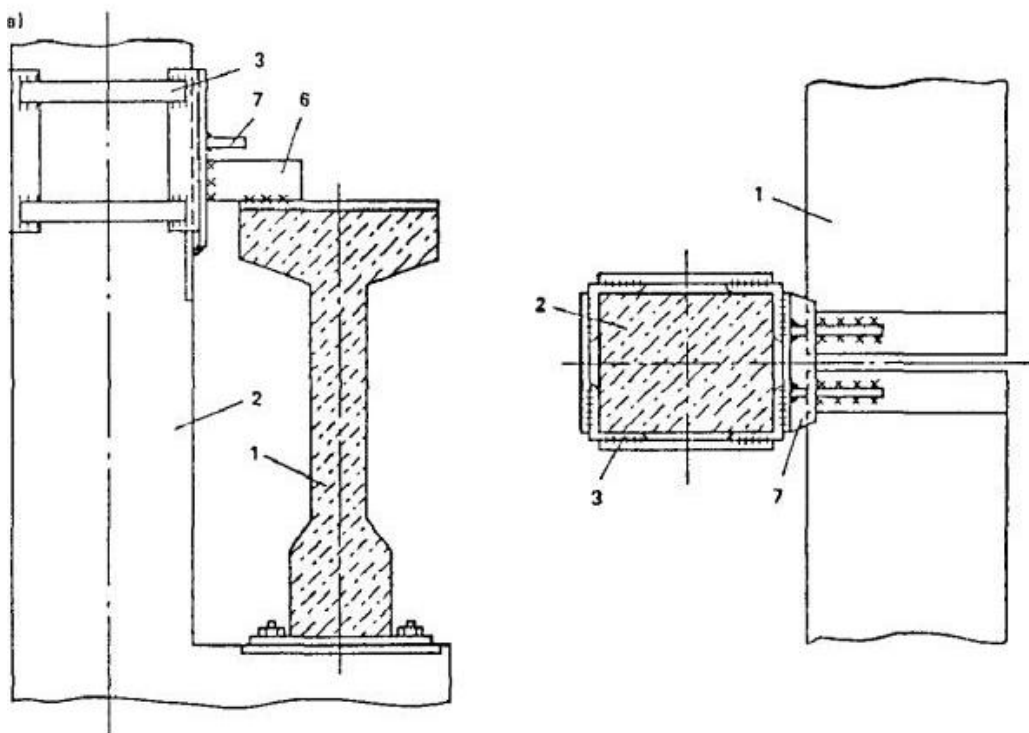


Рис. 4.7. Усиление крепления подкрановой балки к колонне

а - приваркой закладных деталей балки к элементам хомута колонны: *1* - подкрановая балка; *2* - колонна; *3, 4* - закладные детали колонны; *5, 6* - закладные детали подкрановой балки; *7* - пластина крепления; *8* - уширение закладной детали; *9* - выравнивающие подкладки; *10* - тяж; *11* - соединительная планка; *12* - подкладки из уголков; *13* - пружинная шайба; *б* - приваркой металлической обоймы полки к элементам обоймы колонны; *в* - приваркой закладных деталей балки к элементам обоймы колонны: *1* - подкрановая балка; *2* - колонна; *3* - обойма колонны; *4* - обойма полки балки; *5* - стяжные болты; *6* - лист крепления; *7* - ребро жесткости обоймы колонны

проектной отметке выравнивающими подкладками; установить вокруг колонны дополнительный хомут специальной конструкции, который прижмет пластину уширения закладной детали; приварить пластину к закладным деталям балок и к уширению закладной детали на колонне. Подобные усиления требуются в случаях, когда верх выравниваемой балки становится значительно выше существующей в колонне закладной детали.

4.3. Усиление железобетонных перекрытий

1. Монолитные плиты перекрытий можно усиливать методом наращивания, то есть бетонированием дополнительной железобетонной плиты поверх существующей или подведением опор в виде монолитных железобетонных или металлических балок.

При усилении железобетонных конструкций наращиванием элементов необходимо со стороны сечения, предназначенной для усиления, сколоть в местах приварки защитный слой бетона и обнажить продольные стержни существующей арматуры до половины их сечения.

После этого поверхность бетона промывается струей воды под напором. Если по каким-либо причинам создать напор не представляется возможным, поверхность бетона после насечки зубилом и обработки щеткой продувается воздухом, чтобы на ней не осталось пыли, и промывается водой.

Поверхность бетона должна поддерживаться во влажном состоянии вплоть до момента, когда на нее будет нанесен слой нового бетона. Непосредственно перед бетонированием с горизонтальных поверхностей старого бетона должны быть удалены лужицы воды. После этого поверхность бетона покрывается слоем пластичного цементного раствора состава 1:2 толщиной 1-2 мм. Новый бетон должен укладываться не позднее чем через 1,5 часа после укладки раствора.

Обнаженные стержни арматуры должны тщательно очищаться стальными щетками, пескоструйкой и др. способом от загрязнения, ржавчины или окалин.

При значительном повреждении стержней старой арматуры коррозией, пленка поражения удаляется зубилом или молотком, после чего производится очистка стальной щеткой и подварка новой арматуры.

Перед бетонированием стержни арматуры окрашиваются цементным раствором 1:2 в виде плешей 1 - 2 мм.

Также для увеличения сил сцепления между новым и старым бетоном рекомендуется применять прослойку из эпоксидно-тиоколового клея К-153. При восстановлении защитного слоя с применением эпоксидно-тиоколовой про-

слойки бетон должен быть уложен до потери липкости клея.

2. Усиление сборных многопустотных плит перекрытий.

При недостаточной несущей способности сборные железобетонные пустотные плиты могут усиливаться с использованием пустот. Для этого сверху в зоне расположения канала пробивают борозды шириной 70-100 мм и устанавливают арматурный каркас. При усилении только опорной части плиты каркасы располагаются на части ее пролета, а при необходимости усиления по нормальному и наклонному сечениям - по всей длине плиты. После этого канал заполняют пластичным бетоном на мелком щебне. Бетонная смесь уплотняется виброрейкой. Плиту рассчитывают с учетом дополнительной арматуры (рис. 4.8).

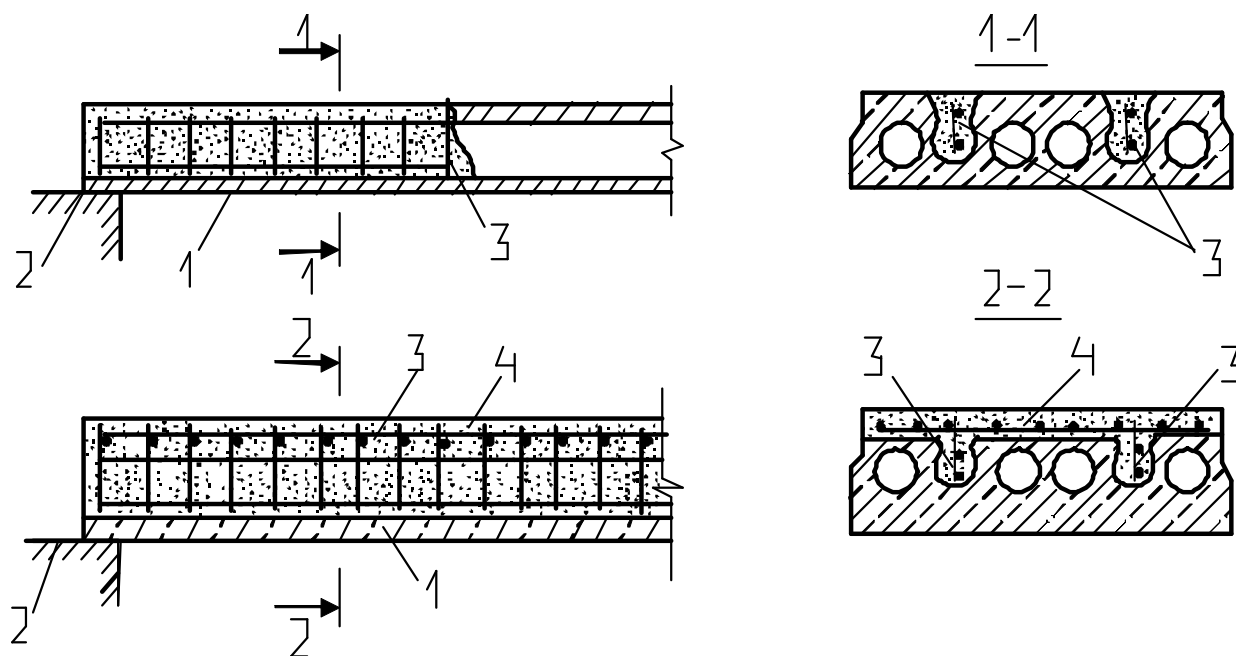


Рис. 4.8. Усиление сборных многопустотных плит перекрытия:

1 – усиливаемая плита; 2 – опора; 3 – дополнительный арматурный каркас; 4 – бетон усиления

Усиление опорных частей пустотных плит при недостаточной площади их опирания рекомендуется осуществлять по следующим схемам:

для крайних опор путем установки в каналах арматурных каркасов с выносом их за торцы плит на требуемую длину, последующей установкой вертикальных каркасов параллельно торцам плит, бетонирование анкерной балки и опорных участков пустот плиты (рис. 4.9).

Подробнее об усилении железобетонных конструкций см. в [8,11].

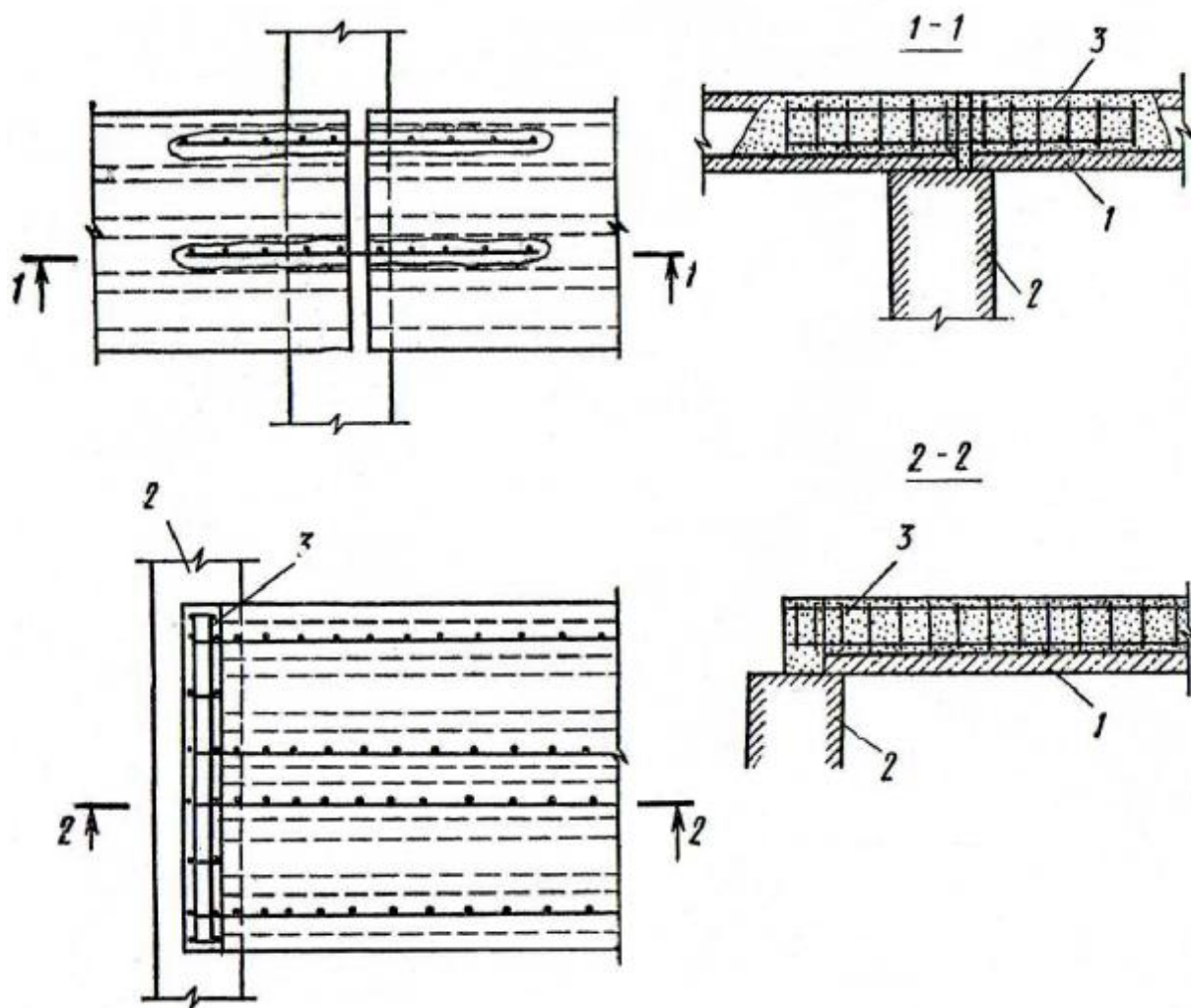


Рис. 4.9. Усиление опорных частей многопустотных плит:
1 – усиливаемая плита; 2 – опора; 3 – арматурный каркас усиления

4.4. Усиление железобетонных ферм

При усилении ферм покрытий возможны следующие варианты:

- усиление ферм в целом, сквозное усиление одного из поясов;
- усиление отдельных элементов и узлов.

Усиление ферм в целом рекомендуется выполнять с помощью предварительно напряженных шарнирно-стержневых цепей. В цехах, оборудованных мостовыми кранами, шарнирно-стержневые цепи следует располагать в пределах высоты ферм (рис. 4.10). При этом закрепление концов цепи выполняется на промежуточных узлах верхнего пояса с помощью анкерных устройств, приваренных к металлической обойме узла. При большом пролете ферм шарнирно-стержневые цепи могут располагаться в двух уровнях с присоединением подвесок поочередно к нижней и верхней ветвям цепи. При отсутствии мостовых кранов цепи могут располагаться ниже фермы с анкерровкой в опорных узлах. Применение шарнирно-стержневых цепей позволяет создать противоположную

по знаку нагрузку в виде ряда сосредоточенных грузов, расположение и величины которых намечаются заранее в зависимости от очертаний цепей. Эффект усиления (создание реактивных сил заданных величин) достигается натяжением статически определимой цепи. Основными элементами при усилении этим способом являются: собственно шарнирно-стержневая цепь, состоящая из двух одинаковых ветвей по обе стороны усиливаемой балки (уголки с подрезанными вертикальными полками в местах перегиба, арматурные стержни до 30...36 мм диаметром или канаты); анкерные устройства в виде сварных накладок из листового металла в верхней зоне балок над опорами; подвески, обычно из круглой стали, или стойки из профильного металла в местах перегиба ветвей цепи. Арматурные стержни принимаются из стали классов А240, А300, А400, металлические конструкции – из сталей ВСт3сп, ВСт3пс, ВСт3кп. Сварные соединения необходимо выполнять с особой тщательностью.

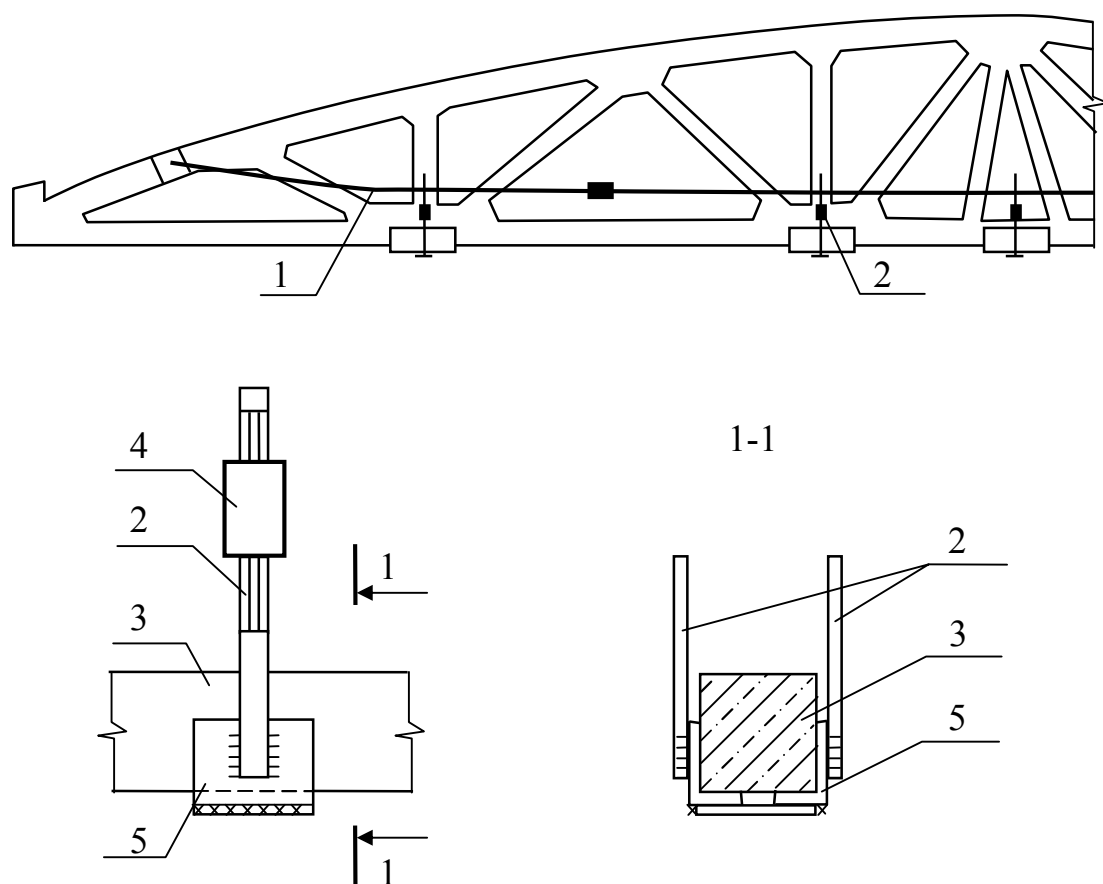


Рис. 4.10. Усиление железобетонных ферм шарнирно-стержневыми цепями в пределах высоты фермы:

- 1 – шарнирно-стержневая цепь; 2 – натяжные подвески; 3 – нижний пояс фермы;
4 – стяжная муфта; 5 – опорная подкладка.

При необходимости усиления только нижнего пояса стропильных ферм осуществляют установку горизонтальных предварительно напряженных заты-

жек из швеллеров с боков нижнего пояса (рис. 4.11, а).

Предварительное напряжение затяжек для включения их в совместную работу с фермой выполняют путем отжатия швеллеров от нижнего пояса. Достигается это тем, что в отдельных местах швеллеры связывают между собой, между стяжками распираются распорными винтами. Пространство между тяжами и бетоном нижнего пояса заполняется мелкозернистым бетоном.

Эффективное включение затяжек в работу обеспечивается при напряжениях 70-100 МПа.

После завинчивания распорных винтов их приваривают к затяжкам и осуществляют антикоррозионную защиту металлоконструкций усиления перхлорвиниловым лаком или эмалями.

Вместо швеллеров в качестве затяжек могут быть применены уголки по два с каждой боковой стороны нижнего пояса.

При усилении растянутых элементов решетки ферм также рекомендуется применять предварительно напряженные затяжки (рис. 4.11,б). Крепление затяжек в узлах может быть осуществлено приваркой к фасонкам, закрепленным болтами и хомутами.

Для усиления промежуточных и опорных узлов ферм рекомендуются металлические предварительно напряженные затяжки (хомуты) (рис. 4.11,в). Конструкция предварительно напряженных хомутов состоит из верхних крепежных уголков; нижних крепежных уголков, соединенных планками на сварке; четного количества хомутов и стяжных болтов с шайбами-захватами. После приварки хомутов снизу и сверху предварительное напряжение в них создается взаимным стягиванием двух стержней стяжными болтами. Чтобы избежать кручения балки, стягивание стержней необходимо производить одновременно с обеих сторон усиливаемой балки. По окончании натяжения стержней гайки на болтах рекомендуется заварить.

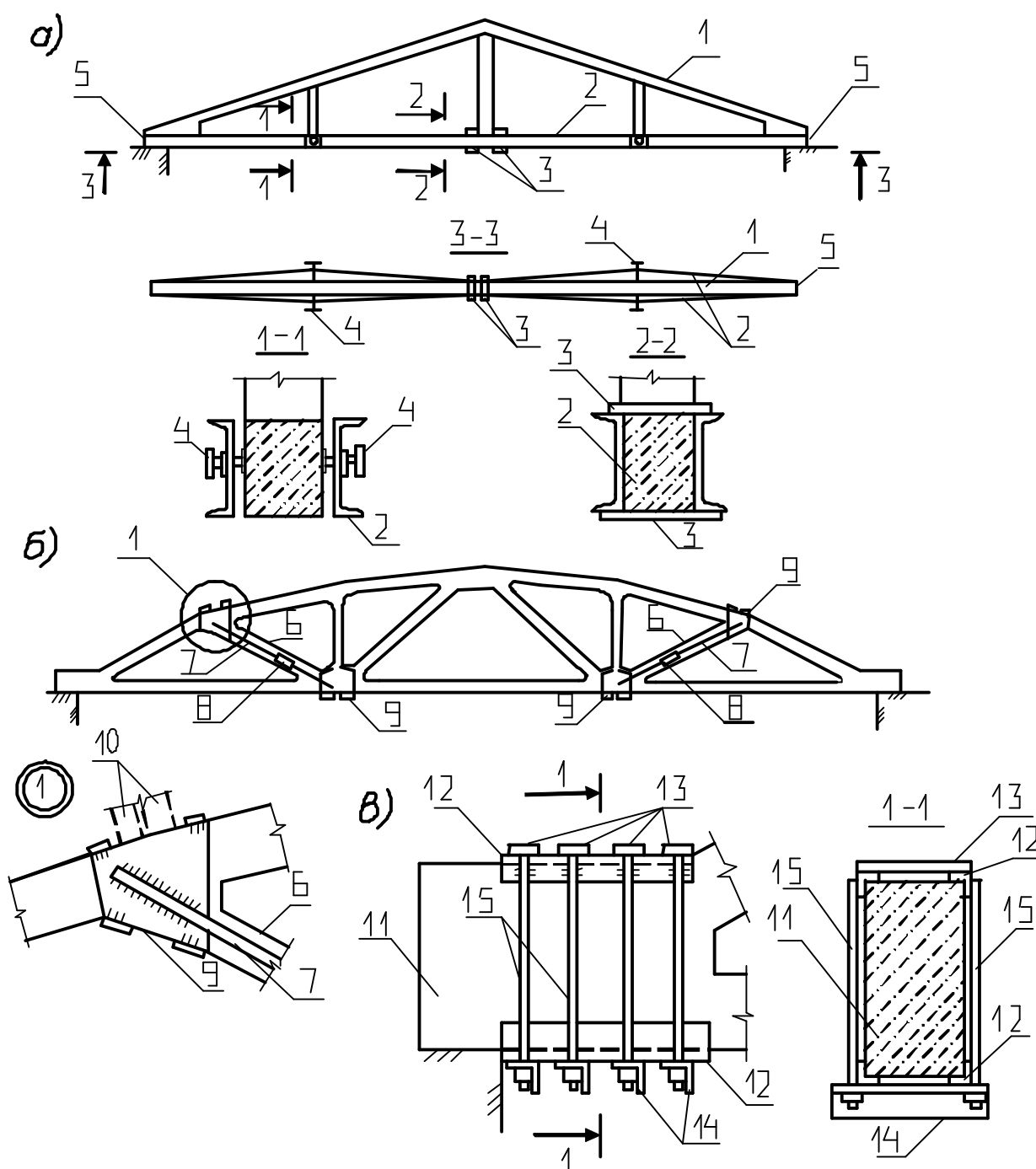


Рис. 4.11. Усиление железобетонных ферм:

а) усиление нижнего пояса железобетонной фермы с помощью предварительно напряженной затяжки из швеллеров; б) усиление растянутых расколов железобетонных ферм с помощью затяжек из арматурной стали; в) усиление опорного узла фермы с помощью металлической обоймы:

1 - усиливаемая ферма; 2 - затяжка из предварительно напряженных швеллеров; 3 - соединительные планки; 4 - распорный винт; 5 - торцевой упорный лист; 6 - усиливаемые растянутые расколы фермы; 7 - затяжки из арматурной стали; 8 - муфты натяжения; 9 - охватывающий хомут из листового металла и соединительных планок; 10 - ребра плит перекрытия; 11 - опорный узел фермы; 12 - уголки обоймы; 13 - соединительные поперечные планки; 14 - соединительные поперечные уголки-планки; 15 - стяжные болты с гайками.

4.5. Усиление железобетонных колонн

Одним из наиболее эффективных способов усиления железобетонных колонн является устройство железобетонных или металлических обойм. Наиболее простым типом железобетонных обойм являются обоймы с обычной продольной и поперечной арматурой без связи арматуры обоймы с арматурой усиливаемой колонны (рис. 4.12).

При таком способе усиления важно обеспечить совместную работу «старого» и «нового» бетона, что достигается тщательной очисткой поверхности бетона усиливаемой конструкции пескоструйным аппаратом, насечкой или обработкой металлическими щетками, а также промывкой под давлением непосредственно перед бетонированием. Для улучшения адгезии и защиты бетона и арматуры в агрессивных условиях эксплуатации рекомендуется применение полимербетонов.

Толщина обоймы колонн определяется расчетом и конструктивными требованиями (диаметром продольной и поперечной арматуры, величиной защитного слоя и т.п.). Как правило, она не превышает 300 мм.

Площадь рабочей продольной арматуры также определяют расчетом, ее диаметр принимают не менее 16 мм для стержней, работающих на сжатие, и 12 мм для стержней, работающих на растяжение.

Поперечную арматуру диаметром не менее 6 мм для вязаных каркасов и 8 мм для сварных устанавливают с шагом 15 диаметров продольной арматуры и не более трехкратной толщины обоймы, но не более 200 мм. В местах концентрации напряжений шаг хомутов уменьшается.

При местном усилении обойму продлевают за пределы поврежденного участка на длину не менее пяти ее толщин и не менее длины анкеровки арматуры, а также не менее двух ширин большей грани колонны, но не менее 400 мм.

При местном усилении для улучшения сцепления «нового» и «старого» бетона рекомендуется выполнять адгезионную обмазку из полимерных материалов.

При невозможности выполнения замкнутой обоймы, например при примыкании колонны к стене, рекомендуется устройство «рубашек» - незамкнутых с одной стороны обетонки.

При этом способе усиления необходимо обеспечить надежную анкеровку поперечной арматуры по концам поперечного сечения «рубашек». В колоннах это осуществляется путем приварки хомутов к арматуре колонн.

При усилении «рубашками» локальных поврежденных участков, как и при усилении обоймами, их необходимо продлить на неповрежденные части

конструкции на длину не менее 500 мм, а также не менее длины анкеровки продольной арматуры, не менее ширины грани элемента или его диаметра и не менее пяти толщин стенки «рубашки».

По конструктивным соображениям диаметр продольной и поперечной арматуры «рубашек» принимают не менее 8 мм, при вязаных каркасах минимальный диаметр хомутов - 6 мм.

При невозможности увеличения сечения колонн и сжатых сроках производства работ по усилению рекомендуются металлические обоймы из уголков, устанавливаемых по граням колонн, и соединительных планок между ними (рис. 4.12)

Эффективность включения металлической обоймы в работу колонны зависит от плотности прилегания уголков к телу колонны и от предварительного напряжения поперечных планок. Для плотного прилегания уголков поверхность бетона по граням колонн тщательно выравнивается скалыванием неровностей и зачеканкой цементным раствором.

Предварительное напряжение соединительных планок осуществляется термическим способом. Для этого планки приваривают одной стороной к уголкам обоймы, затем разогревают газовой горелкой до 100-120°C и в разогретом состоянии приваривают второй конец планок. Замыкание планок осуществляют симметрично от среднего по высоте колонны пояса. При остывании планок происходит обжатие поперечных сечений колонны, что существенно повышает ее несущую способность.

Эффективным средством усиления нагруженных колонн является устройство предварительно напряженных металлических распорок. Одно- или двусторонние распорки представляют собой металлические обоймы с предварительно напряженными стойками, расположенными с одной или двух сторон колонн (рис. 4.12).

Первые применяют для увеличения несущей способности внецентренно сжатых колонн с большими и малыми эксцентриситетами, вторые - для центрально и внецентренно сжатых колонн с двузначной эпюрой моментов. Предварительно напряженные односторонние распорки состоят из двух уголков, соединенных между собой металлическими планками. В верхней и нижней зонах распорок приваривают специальные планки толщиной не менее 15 мм, которые передают нагрузку на упорные уголки и имеют площадь поперечного сечения, равную сечению распорок.

Планки устанавливают таким образом, чтобы они выступали за торцы уголков распорок на 100-120 мм, и снабжают двумя отверстиями для стяжных болтов.

Упорные уголки должны быть установлены таким образом, чтобы их внутренние грани совпадали с наружной гранью колонн. Для этого защитный слой бетона в верхней и нижней зонах колонны скалывают и устанавливают упорные уголки на цементном растворе строго горизонтально. До установки распорок в проектное положение в боковых полках уголков в середине их высоты выполняется вырез и осуществляется их незначительный перегиб. Ослабление поперечного сечения уголков в месте выреза компенсируется приваркой дополнительных планок, в которых предусмотрены отверстия для стяжных болтов.

Предварительное напряжение распорок создается путем придания им вертикального положения за счет закручивания гаек натяжных болтов. При этом необходимо обеспечить плотное прилегание уголков к телу колонны, а также их совместную работу, объединив распорки с помощью приварки к ним металлических планок.

Шаг планок принимают равным минимальному размеру сечения колонны. После приварки планок стяжные монтажные болты снимают, а ослабленные сечения распорок усиливают дополнительными металлическими накладками.

Для эффективного включения распорок в работу достаточно создать в них предварительное напряжение порядка 40-70 МПа, что обеспечивается за счет расчетного удлинения при выпрямлении уголков.

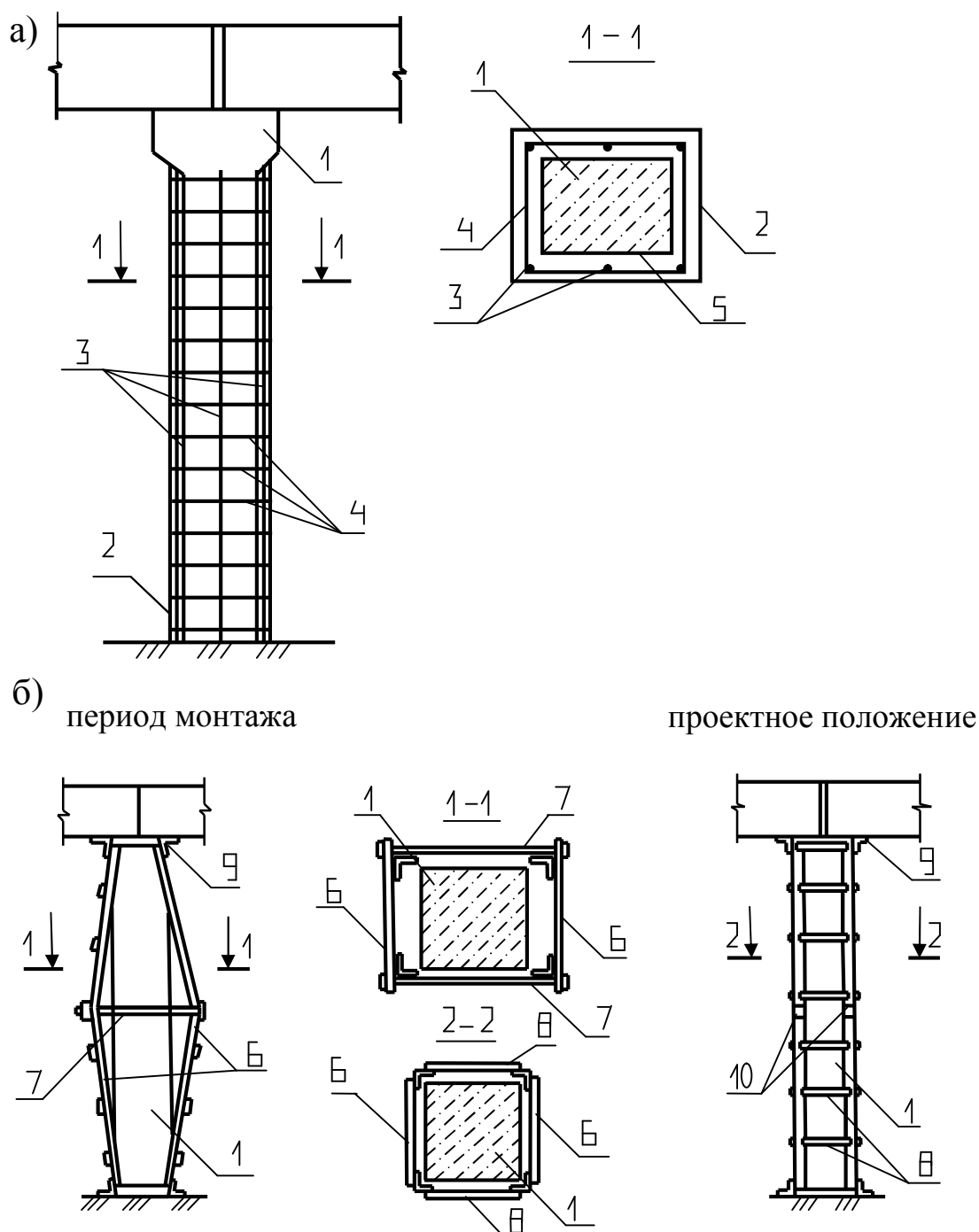


Рис. 4.12 Усиление железобетонной колонны:
а) с помощью устройства железобетонной обоймы;
б) с помощью двусторонних распорок;

1-усиливаемая колонна; 2-железобетонная обойма; 3-продольная арматура; 4-хомуты; 5-поверхность колонны, подготовленная к бетонированию (зачистка, насечка, промывка); 6-распорки из уголков и планок; 7-натяжные монтажные болты; 8-соединительные планки, привариваемые после установки распорок; 9-упорные элементы; 10-накладки, наваренные на месте выреза полок уголков распорок.

5. УСИЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

5.1. Основные положения по проектированию усиления сохраняемых конструкций

5.1.1. Резервы несущей способности сохраняемых конструкций

С целью уменьшения работ по усилению необходимо выявлять и использовать резервы несущей способности сохраняемых конструкций.

Резервы несущей способности можно определить следующими способами:

1. Путем уточнения фактической работы конструкции:
 - уточнение усилий, действующих в перенапряженных элементах;
 - учет пространственной работы каркаса;
 - уточнение фактических условий соединения и закрепления конструкций;
 - уточнение фактических нагрузок и воздействий и их сочетание.
2. Уточнение прочностных свойств материала и геометрических характеристик сечения.
3. Включение в работу ограждающих конструкций или других элементов здания.

Для уменьшения объемов работ по усилению сохраняемых конструкций проводятся мероприятия, снижающие нагрузки на несущие конструкции здания:

- ограничение грузоподъемности кранов;
- ограничение сближения кранов между собой;
- ограничение хода тележки;
- изменение схемы расположения кранов на подкрановых путях;
- изменение конфигурации кровли (для уменьшения снеговых мешков).

5.1.2. Способы усиления конструкций

1. Увеличение площади отдельных элементов.
2. Изменение расчетной схемы отдельных элементов или всего каркаса.
3. Регулирование напряжений.

Каждый из способов может применяться самостоятельно или в комбинации с другими.

При выборе способа усиления и разработке проекта усиления необходимо учитывать требования монтажной технологичности.

5.1.3. Основные требования при усилении конструкций путем увеличения сечения

Требуется:

1. Обеспечить надежную совместную работу элементов усиления и усиливаемой конструкции, обеспечить местную устойчивость элементов (размеры свесов и отгибов).
2. Конструктивное решение усиления должно приниматься с учетом мероприятий по антикоррозионной защите (не допускается щелевая коррозия).
3. Не допускать концентраторов напряжений.
4. Учитывать наличие конструктивного оформления узлов, ребер жесткости, прокладок, а также допустимость увеличения габаритов строительных конструкций.
5. Обеспечивать технологичность производства работ по усилению (доступность сварки, возможность сверления отверстий, закручивания болтов и т.д.).

5.1.4. Основные требования при усилении конструкций путем изменения расчетной схемы

Требуется:

1. Учитывать перераспределение усилий в конструкциях, элементах, узлах.
2. Учитывать разность температур, если существующие и новые конструкции будут эксплуатироваться в разных температурных режимах, а также температурный режим при замыкании статически неопределимых систем.

5.1.5. Основные требования при усилении конструкций путем регулирования напряжений

Данный способ позволяет уменьшить усилия, действующие в конструкции. Усиление может производиться без разгрузки конструкций и остановки технологического процесса.

Присоединение деталей усиления к конструкциям выполняется:

с помощью сварки;

на болтах класса точности А и Б;

на высокопрочных болтах.

При опасности хрупкого или усталостного разрушения присоединение осуществляется на высокопрочных болтах или болтах класса точности А.

Применяемая сталь не должна уступать по качеству металлу усиливаемых конструкций по механическим свойствам, ударной вязкости и свариваемости.

5.1.6. Требования к сварным швам при усилении металлических конструкций

Элементы сварных конструкций, испытывающие растяжение, сжатие или изгиб, могут быть усилены увеличением сечения путем приварки новых дополнительных деталей.

Несущая способность элемента при этом возрастает с увеличением его сечения или жесткости. Однако нагрев элемента в процессе сварки может снижать его несущую способность.

Степень снижения зависит от режима сварки, толщины и ширины элемента, направления сварки.

Для продольных швов снижение прочности не превышает 15%, для поперечных может достигать 40%, поэтому наложение швов поперек элемента при его усилении под нагрузкой категорически запрещается.

Для сварки следует принимать тип и марку электрода в зависимости от марки свариваемой стали и условий работы усиливаемых конструкций. В случае усиления конструкций, которые подвергаются непосредственному воздействию динамических и вибрационных нагрузок, рекомендуется применять электроды типа Э42А для сварки углеродистых сталей, Э46А и Э50А - для сварки низколегированных сталей. В остальных случаях применяют электроды типа Э42, Э46, Э50. При сварке сталей, различных по химическому составу, необходимо использовать электроды, близкие к наименее легированной стали. Сварку при усилении конструкций следует производить электродами диаметром не более 4 мм при силе тока не более 220 А. Толщина швов за один проход не должна превышать 6 мм. При необходимости наложения швов толщиной более 6 мм сварку производят в 2-3 и более слоев. При этом увеличение толщины шва за один проход не должно превышать 2 мм. Последующие слои можно накладывать только после охлаждения предыдущего слоя до 100 °С.

Сварку необходимо выполнять с учетом соблюдения технологической последовательности и порядка наложения швов. В случае усиления конструкций путем увеличения сечения вначале накладываются расчетные швы по концам детали в направлении от ее торца к середине, а затем тонкие сплошные швы по всей длине усиливаемого элемента от середины к краям. При усилении балок и ферм с применением сварки сначала усиливают нижние пояса, а затем верхние при том же порядке наложения швов. Для элементов из уголков наложения швов начинают со стороны пера уголка - от края фасонки, переходят к наложению шва второго парного уголка с обратной стороны той же фасонки, накладывают швы по перу уголков с противоположного конца элемента у второй фасонки, после чего переходят к наложению швов по обушку уголков в той

же последовательности. Ребра жесткости необходимо приваривать одновременно с двух сторон двумя сварщиками, при этом продольные ребра приваривают сначала к поперечным ребрам, а затем к стенке балки.

При усилении длинномерных элементов (более 0,5 м) сварку выполняют от середины элемента к краям обратноступенчатым способом (длина ступени 0,1-0,4 м), при этом ступень выполняют в направлении, обратном общему направлению сварки. Длина ступени зависит от толщины свариваемого металла: чем толще прокат, тем меньше длина ступени. Если толщина швов превышает 6 мм, то их накладывают за несколько проходов, при этом общее направление в последующем проходе меняется на противоположное. Окончания ступеней в смежных слоях не должны совпадать. Вертикальные швы выполняются сверху вниз.

При выполнении стыковых соединений между усиливающими и усиливаемыми элементами можно допускать одностороннюю сварку с подваркой корня шва, а также сварку на остающейся стальной подкладке.

5.2. Усиление металлических балок

При усилении изгибаемых элементов следует учитывать следующие требования:

- предусматривать максимальную разгрузку балок перед усилением от временной нагрузки и части постоянных нагрузок;
- ограничивать объем работ по усилению участками, в которых усиление требуется по расчету;
- предусматривать такое усиление, при котором минимальные сечения дополнительных деталей позволяет максимально увеличить геометрические характеристики усиливаемых сечений, т.е. принимать расположение усиливающих деталей на возможно большем расстоянии от нейтральной оси;
- предусматривать минимальный объем сварки в потолочном положении;
- производить усиление в следующей последовательности: нижний пояс, стенка, верхний пояс - во избежание сварочных деформаций, увеличивающих прогиб (седловидность балки) до недопустимых величин.

Выбор способа усиления балок определяется:

- условиями опирания на балку элементов перекрытий или покрытий (по верхнему или нижнему поясу);
- возможностью увеличения строительной высоты балки и наличием пространства для размещения элементов усиления;
- возможностью выполнения работ без остановки производства или во время технологических перерывов;
- технологическими возможностями изготовления и монтажа элементов.

5.2.1. Усиление путем увеличения сечения балок

При усилении балок путем увеличения сечения наиболее рациональными являются двусторонние симметричные или близкие к симметричным схемы усиления (см. рис.5.1).

Наиболее эффективно усиление по возможности дальше от центра тяжести неусиленного сечения (рис. 5.1, и, к).

Схемы «в» и «г» рис. 5.1. требуют вырезки ребер или подгонки элементов увеличения.

Схему «ж» рис. 5.1. используют при необходимости увеличения прочности верхней части стенки балки (в случае передачи сосредоточенных нагрузок).

Наиболее простой способ усиления стальных балок симметричными накладками, однако при этом возникает необходимость в большом объеме потолочной сварки. При большой ширине нижней накладки можно избежать потолочных швов, однако ширина ее не должна превышать 50δ, в противном случае возникает значительная концентрация напряжений по кромкам балки.

Проверку прочности и устойчивости усиленной балки производят как для цельного сечения, так как критические усилия не зависят от величины напряжений, существовавших до усиления.

Для повышения местной устойчивости локальных участков стенки балки устанавливают на этих участках короткие ребра жесткости, окаймляя их продольными ребрами.

5.2.2. Усиление путем изменения конструктивной схемы балок

Усиление балок путем изменения конструктивной схемы (см. рис. 5.2) мало зависит от места опирания плит настила, а возможно:

- при доступе к узлам сопряжения при превращении разрезной конструкции в неразрезную (см. рис.5.2, а, б);
- при наличии свободного пространства под балками (см. рис. 5.2, в, г, д, е).

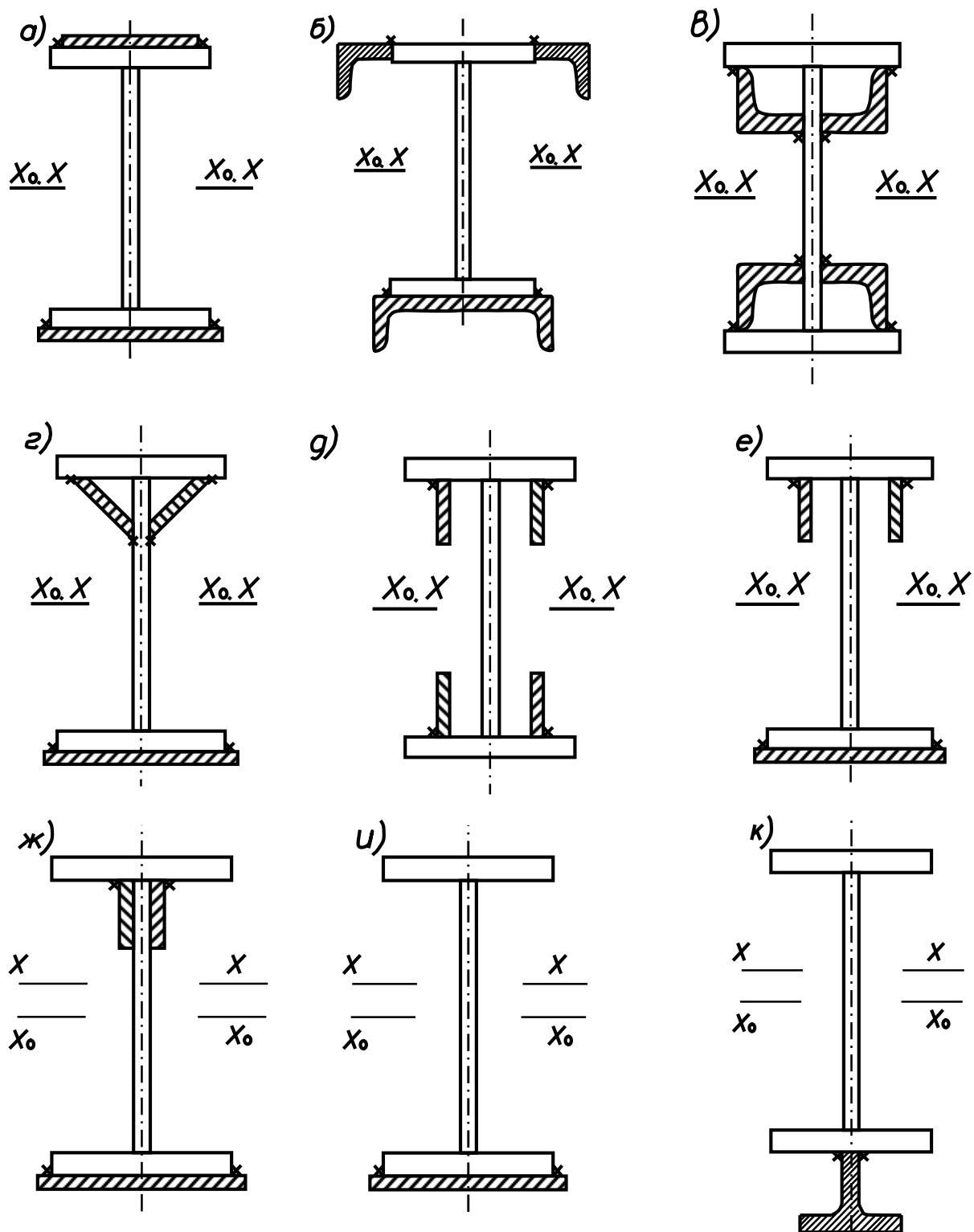


Рис. 5.1. Усиление металлических балок путем увеличения сечений:
а, г, д, е, ж, и) с помощью листовых элементов;
б, в, к) с помощью профильной стали;

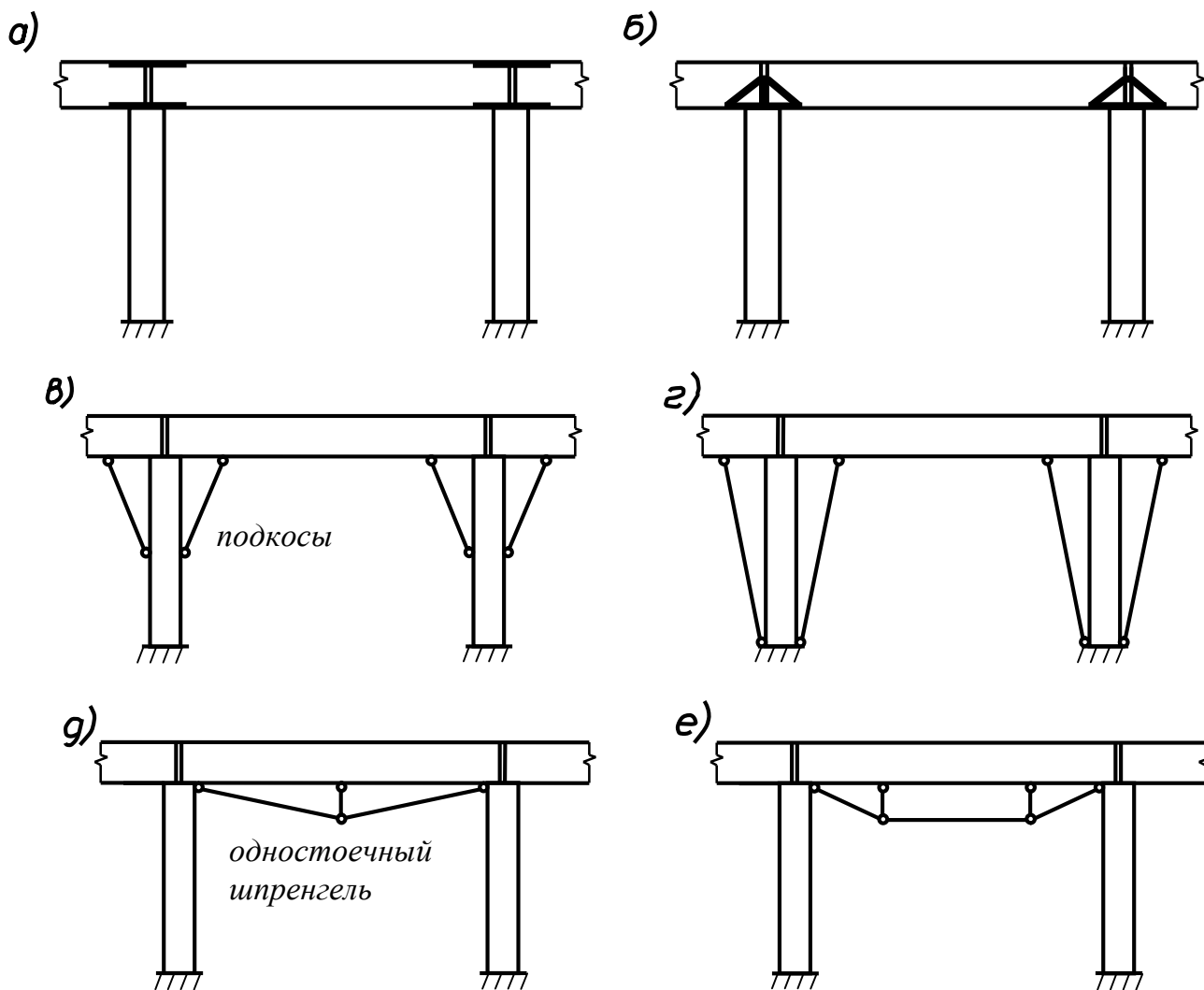


Рис. 5.2. Усиление балок путем изменения конструктивной схемы

5.2.3. Усиление стенки балок

Если при увеличении нагрузок не обеспечена прочность стенки по срезу или ее устойчивость, то рекомендуется установка дополнительных ребер жесткости:

- поперечных (см. рис. 5.3, а, б, в);
- продольных;
- наклонных (см. рис. 5.3, а, б, в).

Наклонные ребра без пригонки к поясам (см. рис. 5.3, б) служат только для обеспечения местной устойчивости.

Наклонные ребра с пригонкой к поясам (см. рис. 5.3, а, в) считаются работающими на поперечную силу. Они значительно снижают касательные напряжения в стенке.

Диагональные ребра, пригнанные к поясам - двусторонние из полосовой

стали (см. рис. 5.3) или уголков с креплением к полкам и вертикальным ребрам устанавливаются вдоль сжатой диагонали отсека.

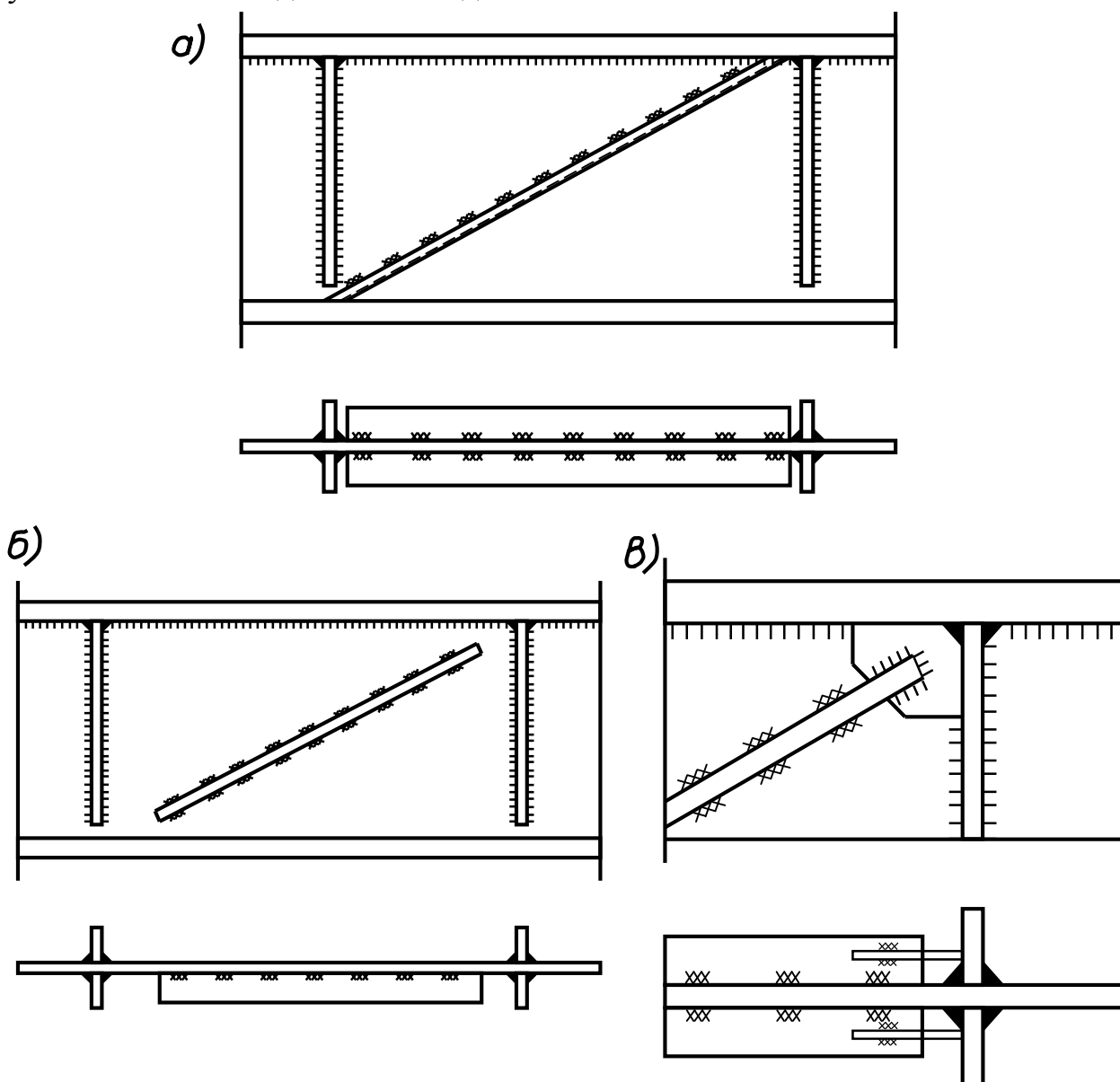


Рис. 5.3. Способы обеспечения устойчивости стенки балки:

а) наклонными ребрами с пригонкой к поясам; б) наклонными ребрами без пригонки к поясам; в) диагональными ребрами, пригнанными к поясам.

5.3. Особенности усиления подкрановых балок

Усиление подкрановых балок для кранов с режимами работы 7К и 8К, имеющих повреждения в виде усталостных трещин, рекомендуется лишь в качестве временной меры при невозможности остановки производства для замены балок.

При кранах с другими режимами работы повреждения, связанные с эксплуатацией подкрановых балок, обычно незначительны, усиление таких балок целесообразно и экономически оправданно. При этом могут быть использованы схемы усиления рис. 5.4.

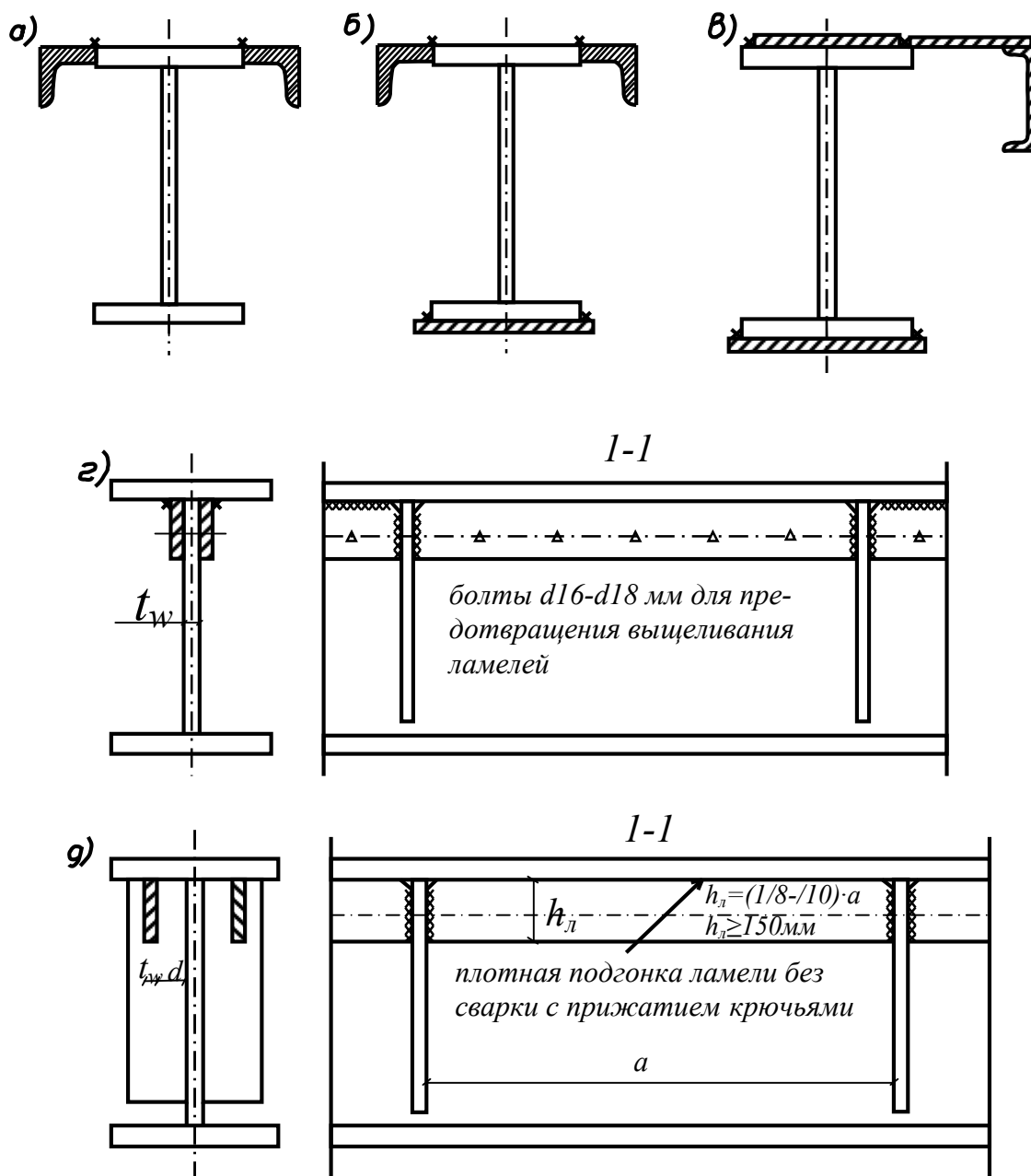
При усилении подкрановых балок без тормозных конструкций при небольшом увеличении крановых нагрузок (на 5-10%) может быть использована схема усиления по рис. 5.4, а, при большем увеличении нагрузок необходимо также усиление и нижнего пояса по схеме «б». Эти схемы не сложны и могут быть выполнены без остановки технологического процесса, а приварка элементов усиления в нижнем положении позволяет обеспечить качественное выполнение швов.

При усилении подкрановых балок с тормозными конструкциями могут использоваться схемы «в», «г», «д». Усиление по схемам «г» и «д» может быть выполнено без остановки технологического процесса; при усилении по схеме «в» требуется демонтаж кранового рельса, при этом для обеспечения постоянного уровня головки рельса усиление верхнего пояса должно быть выполнено по всей длине балки.

Для повышения местной прочности и устойчивости стенки подкрановых балок легкого и среднего режимов работы (группы режимов 1К - 6К) рекомендуется усиление ламелями по схеме «г» на рис. 5.4. Для предотвращения выпучивания ламелей при сварке целесообразно выполнить стяжку пакета болтами диаметрами 16-18 мм, шаг которых не должен превышать $12d$ или $18t_{\text{л}}$, где d - диаметр отверстия под болты, а $t_{\text{л}}$ - толщина ламели. Кромку ламелей необходимо плотно подогнать к верхнему поясу балки, а для пропуска поясных швов снять фаску (возможно и решение с подкладными листами по рис. 5.4, д).

Высоту ламели $h_{\text{л}}$ (рис. 5.4, д) следует принимать в пределах $(1/8...1/10)a$ (a - расстояние между ребрами жесткости балки), но не менее 150 мм. Расстояние d принимается максимальным по фактической ширине ребер жесткости и с учетом расположения отверстий для крепления рельса. Минимальная толщина ламели назначается в соответствии с нормативными требованиями как для неокаймленного свеса.

Усиление верхних поясов подкрановых балок путем постановки дополнительных вертикальных или наклонных пластин следует проводить с использованием методов снижения концентрации напряжений в концах монтажных швов и постановки остающихся подкладок с выводом швов на эти подкладки, выполнения закруглений, обварки торцов и т. п.



d-максимальное по фактической ширине ребро жесткости с учетом отверстий для крепления рельса.

Рис. 5.4. Усиление подкрановых балок путем увеличения сечений:
а) с помощью профильной стали; б, в) с помощью профильной и листовой стали;
г, д) с помощью листовой стали

5.4. Усиление металлических ферм

Усиление может быть выполнено методом:

- увеличения сечения (см. рис. 5.5);
- изменением конструктивной схемы (см. рис. 5.7, 5.8).

Усиление стропильных ферм покрытия может потребоваться:

- при увеличении нагрузок от покрытия;
- при возрастании снеговой нагрузки (например, в связи с пристройкой к существующему цеху более высокого здания, вследствие чего образуется снеговой мешок);
- в связи с креплением к фермам нового стационарного технологического оборудования (трубопроводов, галерей паровоздушного охлаждения, вентиляционного оборудования и т.д.);
- после установки новых или повышения грузоподъемности существующих подъемно-транспортных механизмов;
- в результате ослабления сечений элементов, вследствие механических или коррозионных повреждений при эксплуатации.

Необходимость усиления устанавливается в результате проведения проверочных расчетов стропильных ферм с учетом их фактического состояния.

5.4.1. Метод увеличения сечения

При усилении стропильных ферм путем увеличения сечения следует стремиться к сохранению центровки в узлах ферм. Если в результате усиления расцентровка превышает 1,5% высоты сечения стержня, то необходимо рассчитывать стержень с учетом момента от эксцентричного прикрепления в узле.

При усилении сжатых стержней элементы усиления целесообразно располагать таким образом, что бы максимально увеличить радиус инерции сечения. При этом их можно не заводить на фасонки, если обеспечена прочность неусиленного сечения.

Элементы усиления растянутых стержней заводят на фасонки на длину, достаточную для передачи воспринимаемой ими части усилия.

Варианты усиления центрально-растянутых и центрально-сжатых элементов приведены на рис. 5.5.

Для увеличения сечения элементов можно использовать прокатные уголки и полосы. Как более технологичные рекомендуются усиления с применением круглых стержней (рис. 5.5, и). При усилении стараются не выходить за габариты существующих сечений элементов и не использовать потолочную сварку.

5.4.2. Способом изменения конструктивной схемы

Способом изменения конструктивной схемы можно усилить как отдельные стержни, так и ферму в целом.

Усиление сжатых стержней ферм постановкой шпренгелей приводит к уменьшению расчетной длины стержней. Такой метод усиления повышает устойчивость стержней только в плоскости фермы и его следует применять при

незначительном увеличении усилий в стержнях. Растянутые стержни фермы (прежде всего растянутый пояс) можно усилить предварительно напряженной затяжкой.

Рационально применять способы изменения конструктивной схемы, повышающие несущую способность нескольких или всех стержней фермы. Применение этого метода целесообразно при значительном увеличении нагрузок на всю конструкцию.

Изменение конструктивной схемы фермы позволяет регулировать усилия в ее элементах, распределяя их наиболее благоприятным образом. Применение этого метода целесообразно при значительном увеличении нагрузок на всю конструкцию, т.е. при необходимости общего усиления фермы. Возможности регулирования усилий возрастают с применением предварительного напряжения.

Однако использование способа изменения конструктивной схемы в целях общего усиления фермы обычно вызывает необходимость усиления отдельных элементов решетки, поясов и соединений методом увеличения их сечений. Рациональное сочетание этих способов, позволяющее получить экономичное по расходу стали и трудоемкости изготовления конструктивное решение - одна из главных задач при проектировании усиления ферм.

Наиболее просто изменить конструктивную схему стропильных ферм, обеспечив их неразрезность на опорах. В результате уменьшаются усилия в средних панелях поясов ферм, но увеличиваются усилия в опорных раскосах и опорных панелях. При этом возможно появление сжатия в опорной панели нижнего пояса ферм, что вызывает необходимость закрепления этой панели из плоскости с помощью распорок.

При установке новых или повышении грузоподъемности существующих подвесных кранов целесообразно установить вертикальные связи между фермами по всей длине здания, которые перераспределят нагрузку от кранов между фермами, и при определении усилий в элементах фермы учесть пространственную работу покрытия.

Во многих существующих зданиях стропильные фермы изготовлены из кипящей стали, что не допускается действующими нормами из-за опасности хрупкого разрушения. Установка вертикальных связей по всей длине цеха резервирует систему конструкций покрытий и поэтому указанный прием рекомендуется применять для повышения надежности стропильных ферм, эксплуатирующихся в неотапливаемых зданиях.

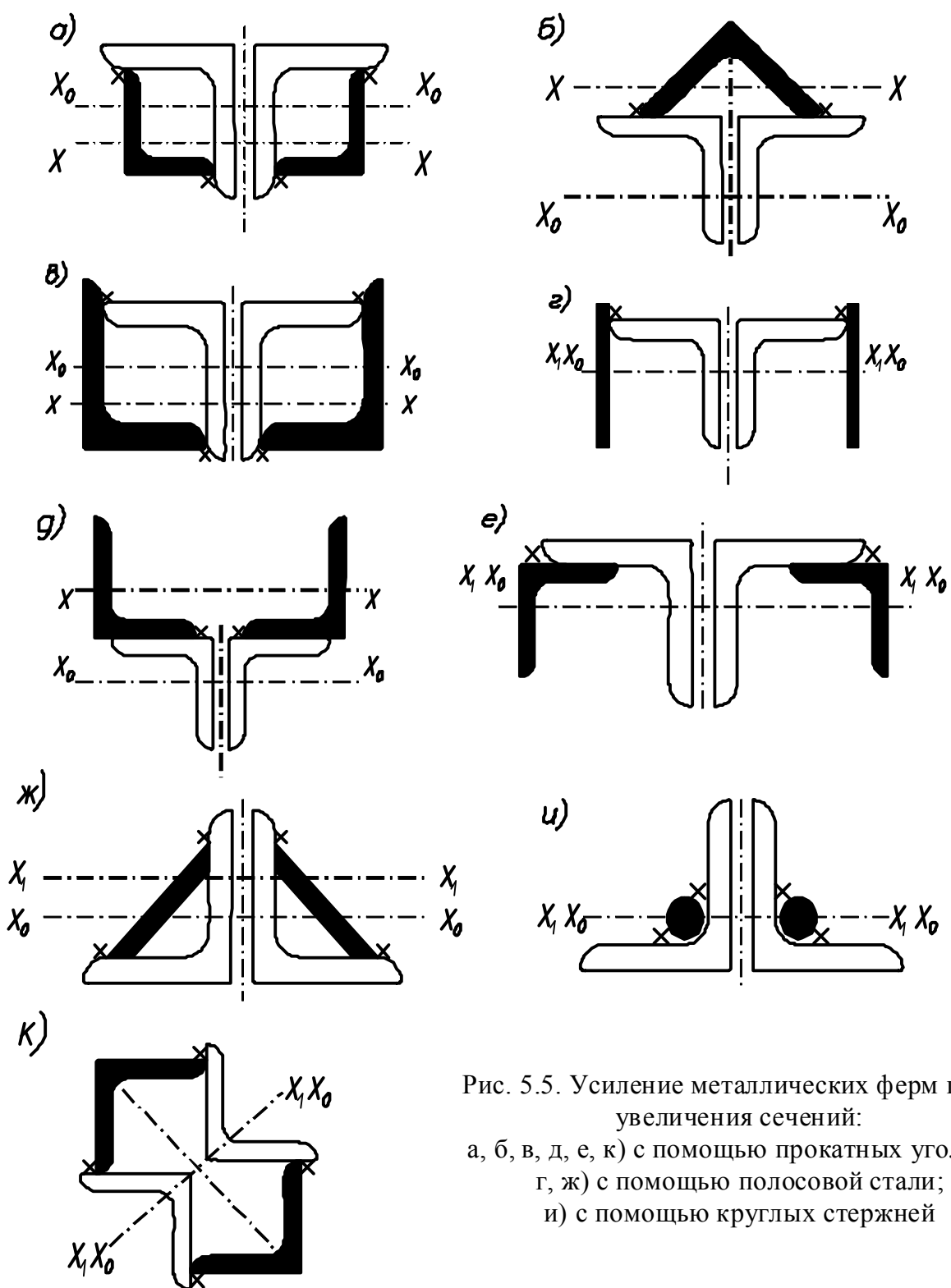


Рис. 5.5. Усиление металлических ферм путем увеличения сечений:

а, б, в, д, е, к) с помощью прокатных уголков;
 г, ж) с помощью полосовой стали;
 и) с помощью круглых стержней

Усиление сварных швов в узлах крепления стержней стропильных ферм можно выполнять в необходимых случаях с использованием дополнительных фасонек (рис. 5.6.)

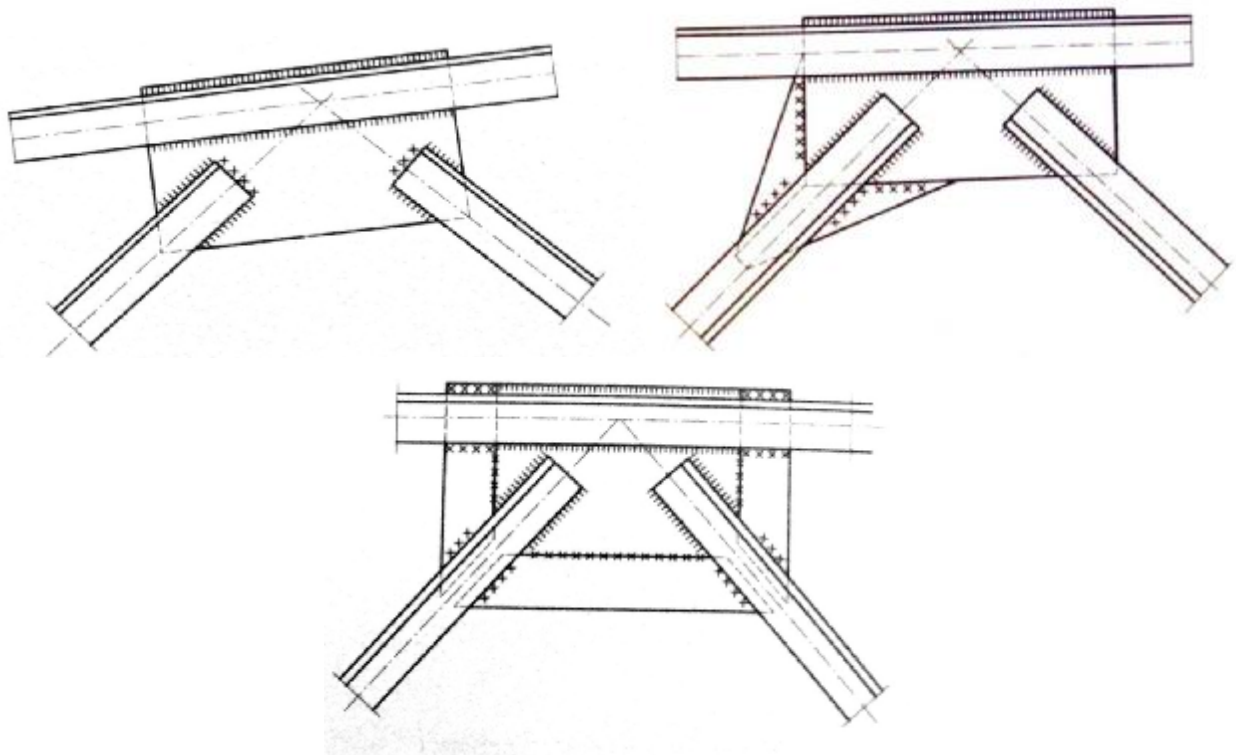


Рис. 5.6. Усиление сварных швов в узлах крепления стержней стропильных ферм с использованием дополнительных фасонки

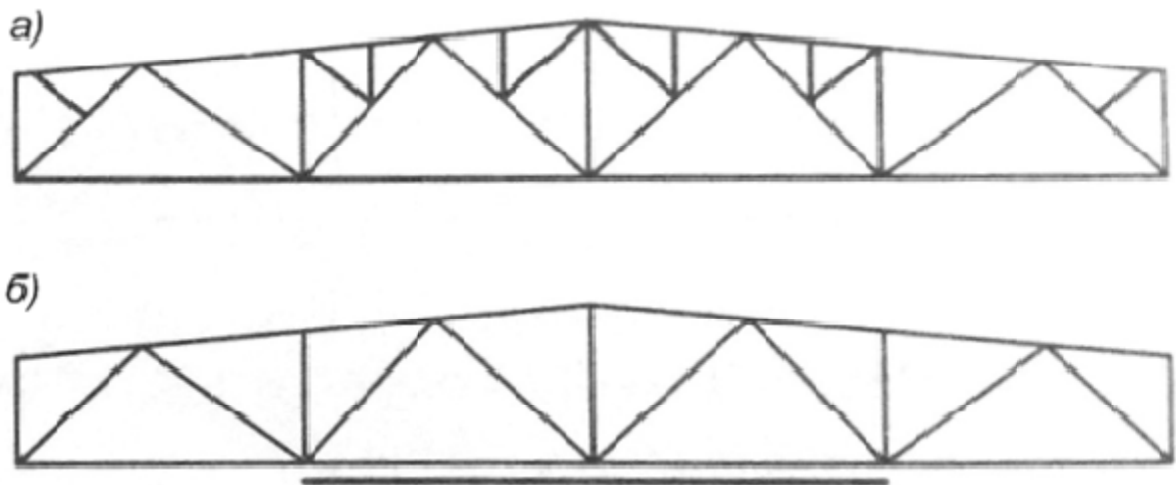


Рис. 5.7. Усиление стержней стропильных ферм способом изменения конструктивной схемы: а - с помощью шпренгелей; б - с помощью преднапряженного стержня

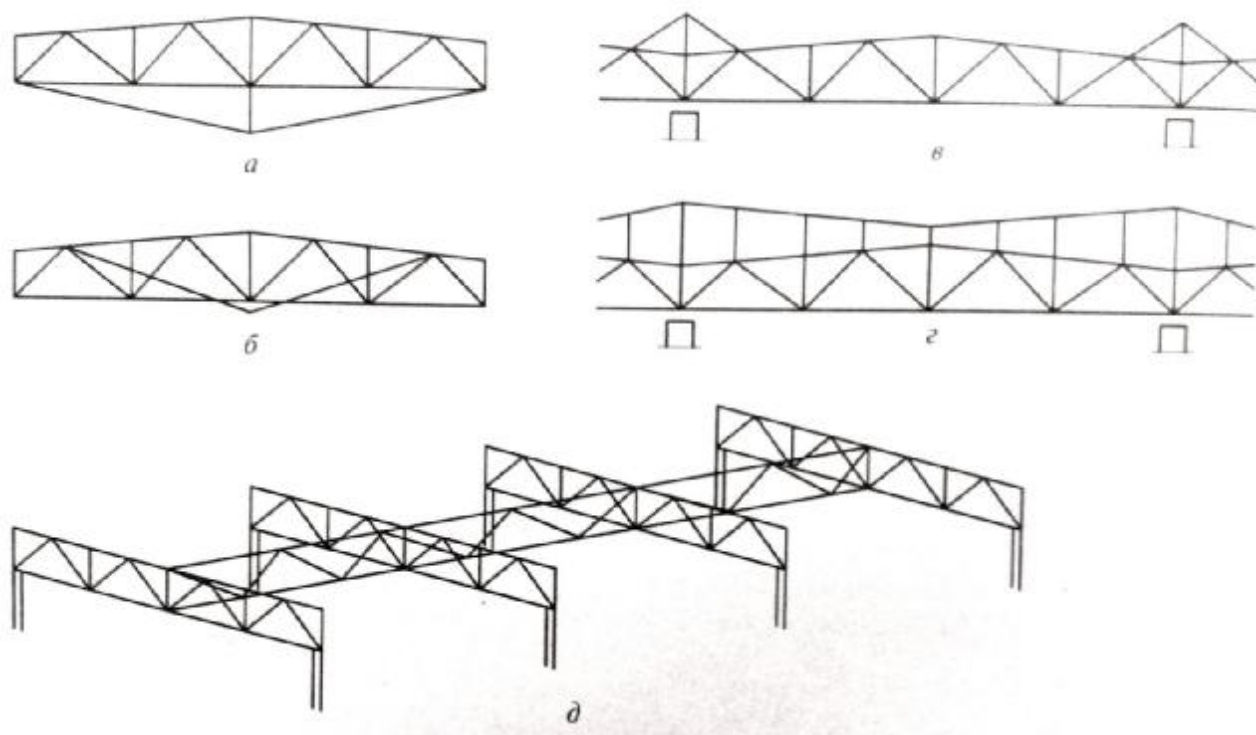


Рис. 5.8. Варианты усиления стропильных ферм способом изменения конструктивной схемы: а, б, г - с применением шпренгелей; в - с помощью подвесок; д - превращение в пространственную систему

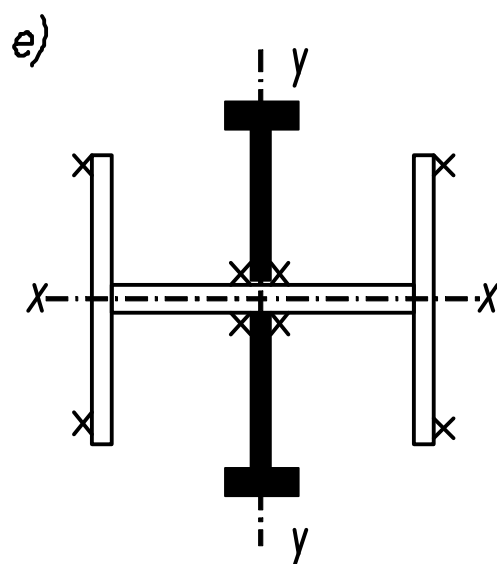
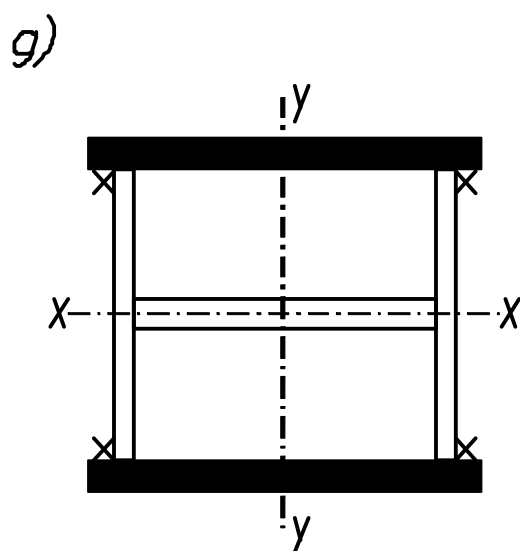
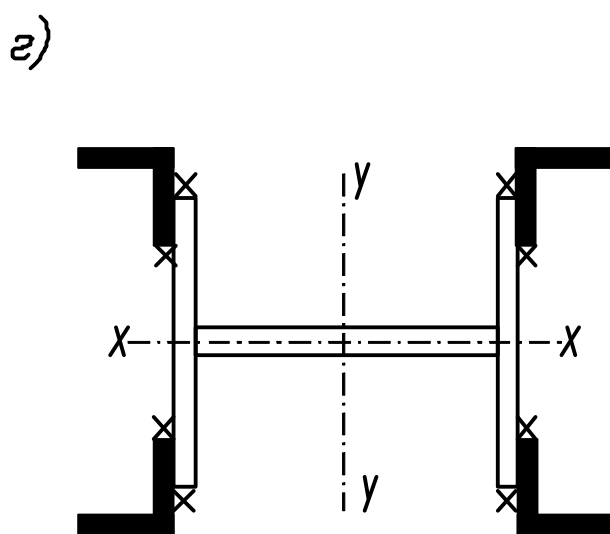
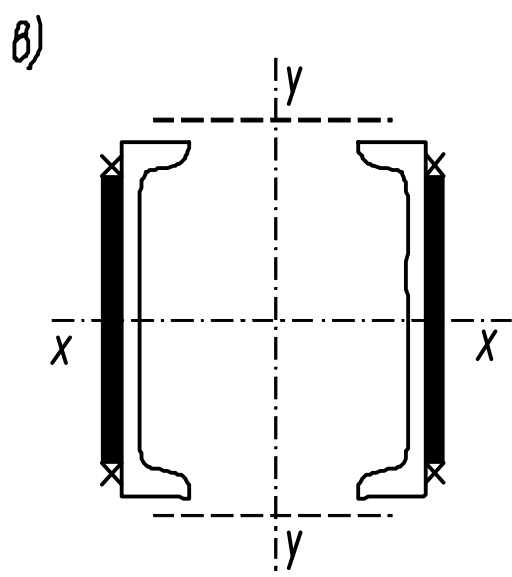
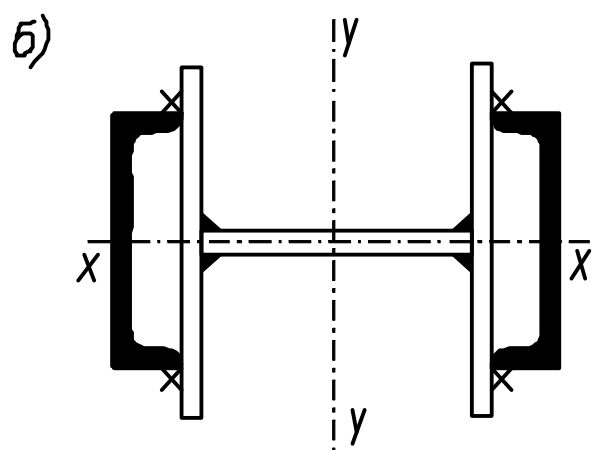
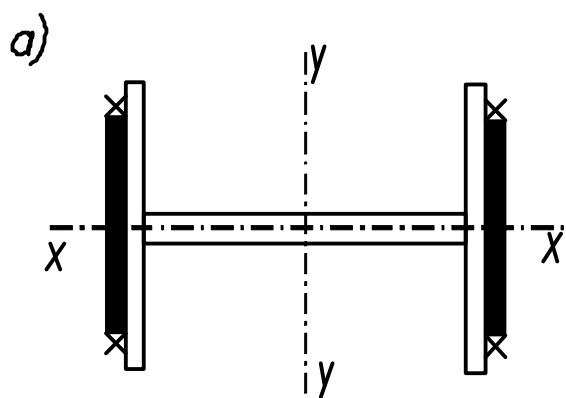
5.5. Усиление металлических колонн

Колонны производственных зданий обладают значительными резервами несущей способности. Поэтому во многих случаях при реконструкции производственных зданий не требуется усиливать или заменять колонны и для обеспечения их дальнейшей нормальной эксплуатации можно ограничиться лишь небольшими ремонтными работами по ликвидации отдельных повреждений.

Необходимость усиления колонн возникает, как правило, только при значительном увеличении нагрузок, а также в случае существенного коррозионного износа конструкций. Поскольку колонны воспринимают нагрузки от всех вышележащих конструкций, их полная разгрузка крайне сложна, поэтому основной задачей при выборе способа усиления колонн является обеспечение возможности выполнения работ под нагрузкой или с частичной разгрузкой (например, снятие временных нагрузок).

Усиление может быть выполнено методом:

- увеличения сечения (см. рис. 5.9);
- изменением конструктивной схемы (рис. 5.10).



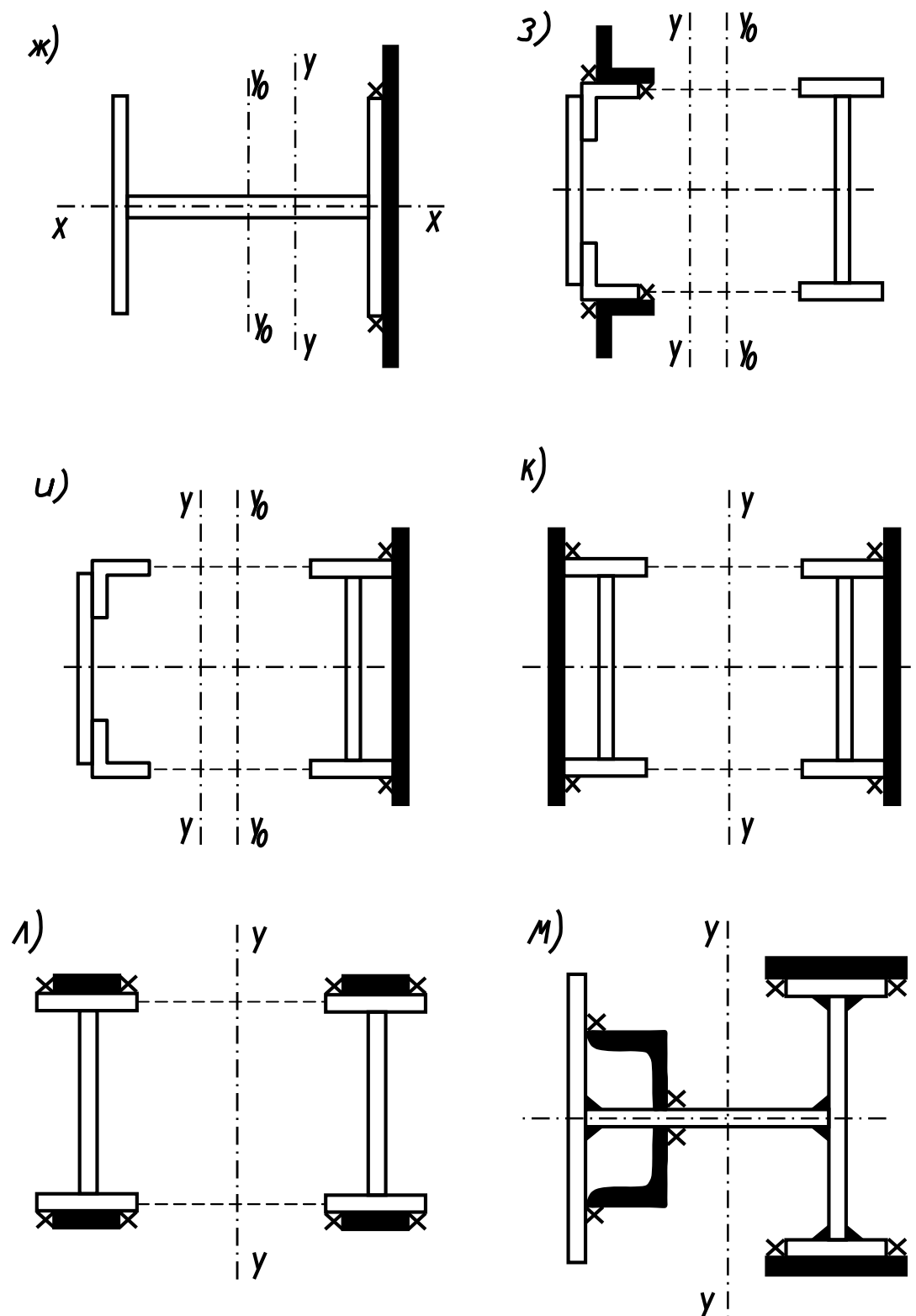


Рис. 5.9. Усиление металлических колонн путем увеличения сечения:

а, в, д, ж, и, к, л, м) с помощью листовых элементов;

б, г, е, з, м) с помощью профильной стали

Если несущая способность колонн определяется устойчивостью относительно оси x (а, б, в, г); если несущая способность колонн определяется устойчивостью относительно оси y (д, е).

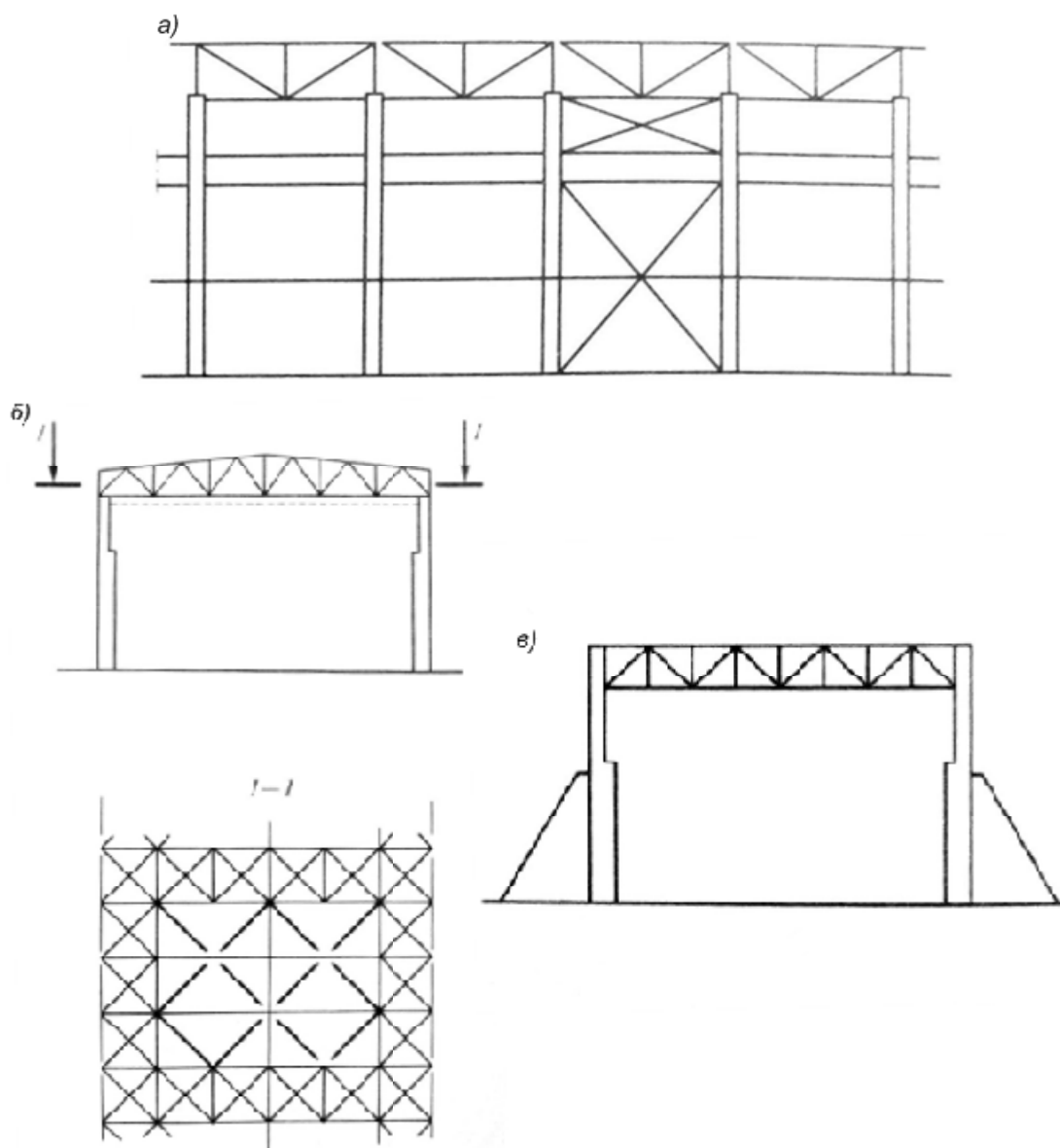


Рис. 5.10. Усиление колонн способом изменения конструктивной схемы:
 а) с помощью установки распорок между колоннами; б) с помощью дополнительных связей по покрытию; в) с помощью подкосов

5.5.1. Метод увеличения сечения

При усилении центрально-сжатых колонн целесообразно применять симметричное усиление (рис. 5.9, а-е).

При усилении внецентренно-сжатых колонн с преобладающими моментами одного знака целесообразна несимметричная схема усиления со смещением центра тяжести усиленного сечения в сторону действия момента (рис. 5.9, ж,з,и).

При усилении внецентренно-сжатых колонн с преобладающими моментами одного знака целесообразна несимметричная схема усиления со смещением центра тяжести усиленного сечения в сторону действия момента (рис. 5.9, к,л,м).

Усиление колонн способом увеличения сечения достаточно эффективно и может выполняться практически при любом повышении нагрузок. Однако большая протяженность швов и необходимость в отдельных случаях разборки стенового ограждения и устройства подмостей по всей высоте колонны повышают трудоёмкость работы по усилению. Вследствие этого прибегают к изменению конструктивной схемы.

В некоторых случаях центрально-сжатые или сжатые с небольшим эксцентриситетом колонны могут быть усилены обетонировкой (см. рис. 5.11). При конструировании усиления необходимо обеспечить совместную работу бетона усиления и основного стержня, в этом случае колонна после усиления может рассматриваться как железобетонный стержень с жесткой арматурой.

При условии обеспечения прочности колонн элементы усиления могут не доводиться до узлов (базы, оголовка). Крепление элементов усиления колонн осуществляется, как правило, на сварке. Сдвигающие усилия в швах невелики, поэтому их следует принимать минимальной высоты. В конструкциях, эксплуатируемых при температуре выше -30°C , в неагрессивной и слабоагрессивной средах допускается применять прерывистые швы. Для предотвращения щелевой коррозии места примыкания элементов на участках между шпонками следует герметизировать.

Усиление колонн способом увеличения сечения достаточно эффективно и может выполняться практически при любом повышении нагрузок. Однако большая протяженность вертикальных швов, необходимость устройства подмостей по всей высоте колонны повышают трудоемкость работ по усилению. Кроме того, при усилении колонн, заделанных в стене, приходится проводить разборку стенового ограждения.

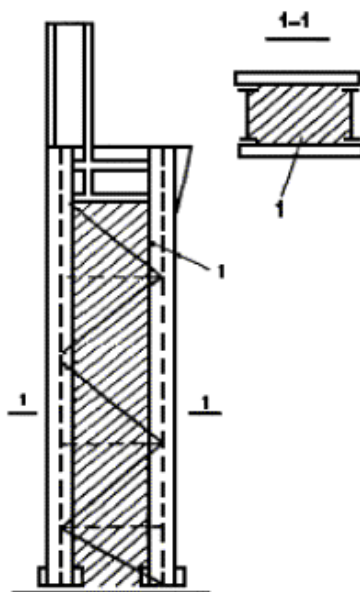


Рис. 5.11. Усиление колонн бетонированием при искривлении ветвей (1 - бетон)

5.5.2. Метод изменения конструктивной схемы

В зданиях небольшой длины (48-84 м) с жесткими торцами и кровлей малой жесткости к изменению конструктивной схемы приводит устройство жесткого диска в уровне нижних поясов ферм помощью дополнительных связей по покрытию. В результате повышается поперечная жесткость здания, а колонну можно считать закрепленной от смещения в плоскости рамы.

Наиболее просто изменить конструктивную схему колонны можно путем установки распорок между колоннами. В результате уменьшается расчетная длина колонны из плоскости рамы. Имеет смысл, когда несущая способность колонны определяется ее устойчивостью из плоскости рамы.

Повышает несущую способность колонны и установка подкосов, закрепляющих колонну в уровне подкрановых балок.

6. УСИЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

6.1. Способы усиления деревянных балочных перекрытий

Используют следующие методы:

1. Усиление деревянных перекрытий путем их частичного разгружения (см. рис.6.1).

В ниши несущих кирпичных стен устанавливают новые деревянные балки.

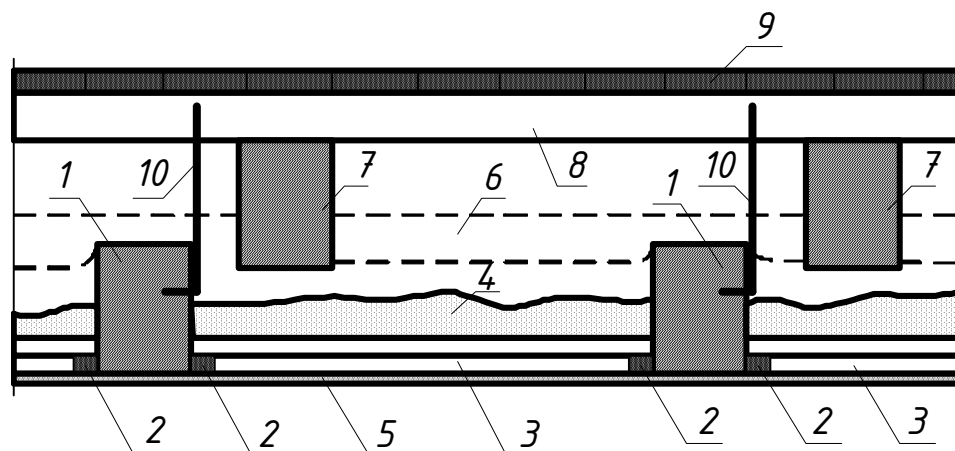


Рис. 6.1. Устройство деревянных перекрытий по деревянным балкам:

- 1 – деревянная балка усиленного перекрытия; 2 – черепные бруски; 3 – накат;
4 – утепляющая засыпка; 5 – штукатурка; 6 – демонтированный пол усиливаемого перекрытия; 7 – деревянные балки нового перекрытия; 8 – лаги; 9 – пол;
10 – скобы для подвески усиливаемого перекрытия

2. Усиление пролетных частей деревянных балок наращиванием сечения деревянными накладками (см. рис. 6.2)

Сверху, снизу или по бокам укладывают деревянную накладку, закрепляют стяжными болтами.

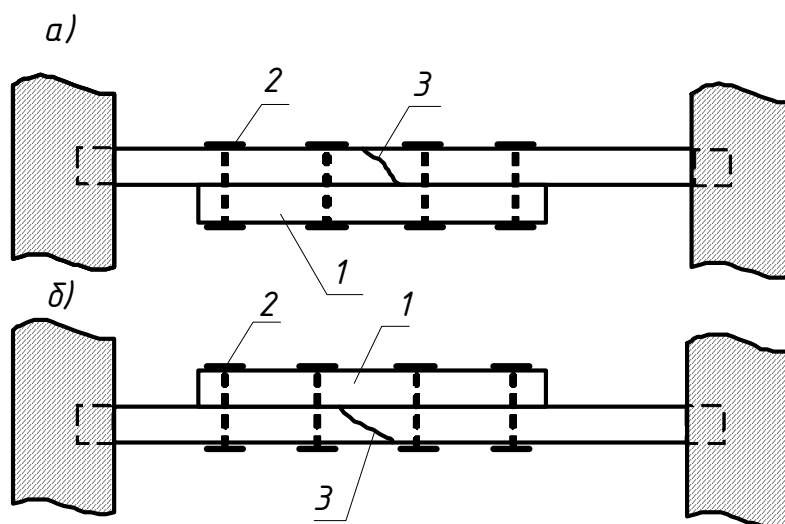


Рис. 6.2. Устройство деревянных накладок на болтах:
а - снизу; б - сбоку; 1 – накладки, 2 – болты; 3 – надломленная балка

3. Усиление пролетных частей деревянных балок подведением дополнительных опор сверху

Устанавливают шпренгель из бруса и подвеску из арматурной стали, которую закрепляют в отверстиях, просверленных в балке и шпренгеле. С 2-х концов устанавливают накладки из стальной полосы, прикрепляют гвоздями к шпренгелю и старой балке, подвеску закрепляют шайбой и гайкой.

4. Усиление опорных частей деревянных балок устройством дополнительных опор снизу:

а) установка разгружающих стоек

На дополнительный фундамент ставят стойку, закрепленную анкерными пластинами, забетонированными в фундаменте. Под стойку укладывают гидроизоляцию. На стойку сверху устанавливают подбалку, закрепляют стяжными болтами.

б) установка разгружающих подкосов

Устанавливают разгружающие деревянные подкосы, их основания опираются на опорные подушки и шурфы, которые впоследствии бетонируют. Нижние концы подкосов обрабатывают антисептиком и укладывают гидроизоляцию. На подкос сверху устанавливается подбалка, она соединяется скобой с подкосом. Подбалку к балке крепят стяжными болтами.

в) установка разгружающих рам

Устанавливают разгружающую порталную раму из бруса, снизу она опирается на опорные подушки и шурфы, которые позднее бетонируют. Нижние концы рамы обрабатывают антисептиком и прокладывают гидроизоляцию. Места соединения порталной рамы закрепляют скобами и стяжными болтами.

5. Усиление пролетных частей деревянных балок установкой металлических

предварительно напряженных затяжек из арматурной стали (рис. 7.3)

В балке делают подрезку, устанавливают в неё опорный уголок-планку. Сквозь уголок-планку пропускают шпренгельную затяжку из арматурной стали, которую закрепляют гайками для натяжения затяжки. Поверх гаек устанавливают контргайки.

6. Усиление пролетных частей деревянных балок установкой промежуточных «протезов»:

а) установка балочного «протеза» по способу В. А. Ловцкого (рис. 6.4)

Сохраняемую и заменяемую часть деревянной балки по бокам соединяют поперечными накладками (швеллер и брусок). Крепят их к балке стяжными болтами. Сверху над гайками устанавливают контргайки.

б) установка балочного «протеза» по способу С. Д. Даидбекова

7. Усиление пролетных частей деревянных балок наращиванием сечения стальными накладками

Сверху, снизу или по бокам устанавливают швеллер, уголок или полосу, закрепленную стяжными болтами, шайбами, сами накладки к балке прикрепляются гвоздями.

Подробнее об усилении деревянных перекрытий см. в [8,9].

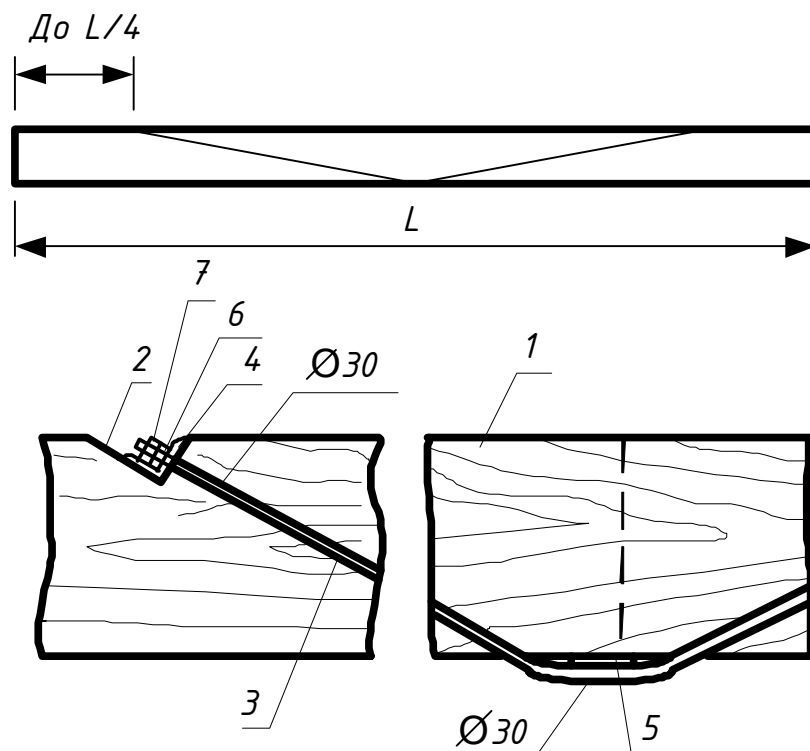


Рис. 6.3. Установка одновременных затяжек из гнутых элементов:

- 1 - усиливаемая деревянная балка; 2 - подрезка в балке для крепления затяжки;
- 3 - шпренгельная затяжка из арматурной стали; 4 - опорный уголок – планка;
- 5 - подкладка из пластины;
- 6 - гайки для натяжения затяжки; 7 – контргайки

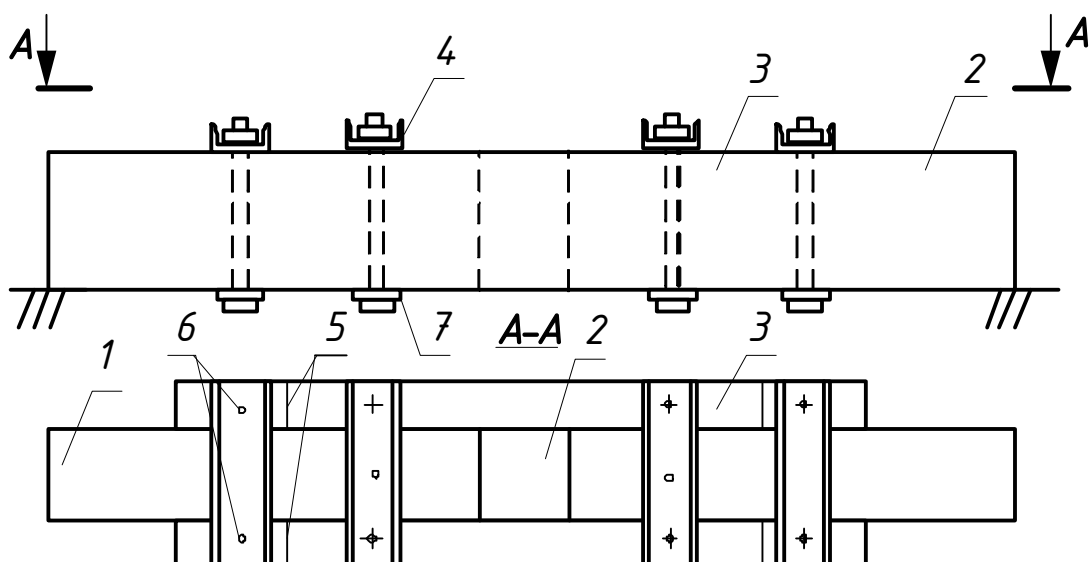


Рис. 6.4. Установка балочного «протеза» по способу В. А. Ловцкого:

- 1 - сохраняемая часть деревянной балки;
- 2 - заменяемая часть деревянной балки; 3 - деревянные боковые схватки;
- 4 - поперечные накладки (швеллер, брус), имеющие отверстия для болтов;
- 5 - подрезка балок и схваток для получения строительного подъема;
- 6 - стяжные болты; 7 - шайбы

6.2. Способы усиления несущих стропильных конструкций

Используют следующие способы усиления стропильных конструкций:

1. Усиление опорных частей деревянных стропильных ног:

- установка подкосов, опирающихся на перекрытие (рис. 6.5);
- установка стоек, опирающихся на перекрытие (рис. 6.6).

2. Усиление пролетных частей деревянных стропильных ног:

- установка деревянных накладок на гвоздях (рис. 6.7);
- установка шпренгельных затяжек (рис. 6.8);
- установка разгружающих подкосов (рис. 6.9).

При усилении деревянных конструкций, поврежденные участки деревянных конструкций удаляют, заменяют новыми и антисептируют.

3. Изменение формы крыши:

- устройство ферм с перекрестной решетчатой стенкой (рис. 6.10).

Подробнее об усилении деревянных стропильных конструкций см. в [8,9].

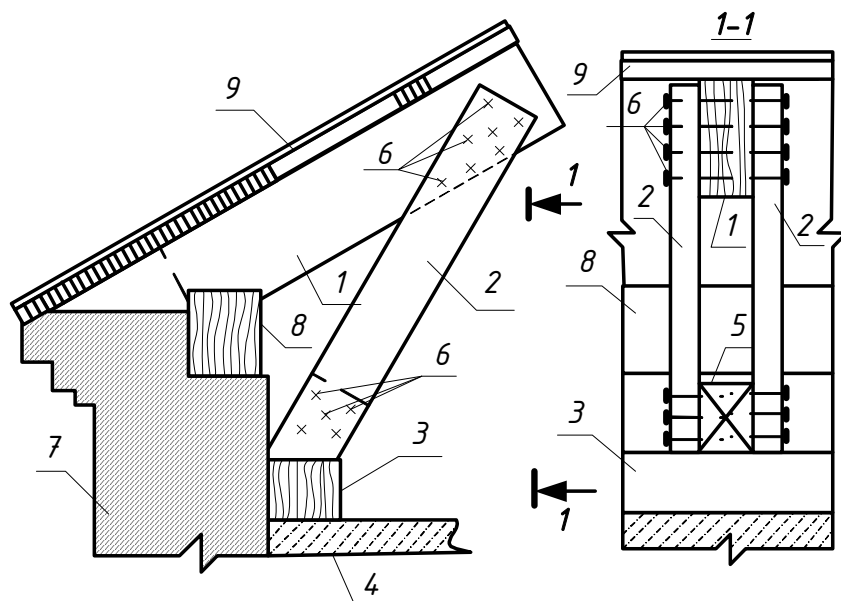


Рис. 6.5. Установка подкосов, опирающихся на перекрытие:

- 1 - стропильная деревянная нога, имеющая поврежденную опорную часть;
 2 - деревянные подкосы; 3 - лежень из бруса; 4 - чердачное перекрытие;
 5 – прокладка; 6 – гвозди; 7 - наружная кирпичная стена; 8 – мауэрлат;
 9 – обрешетка

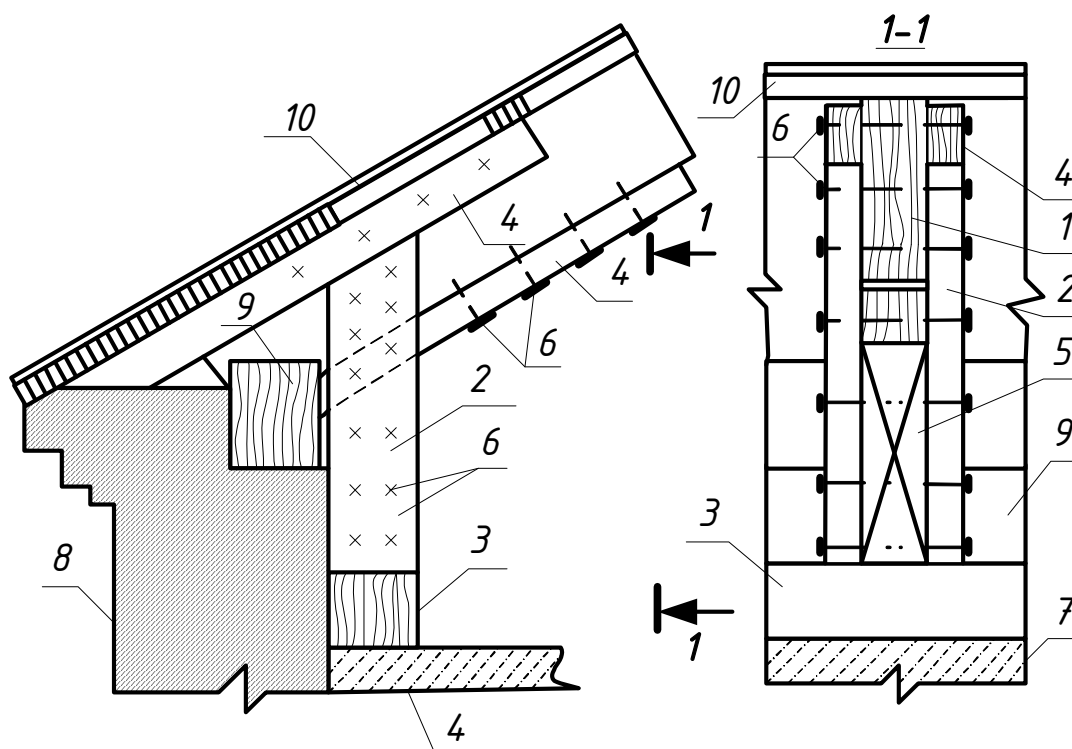


Рис. 6.6. Установка стоек, опирающихся на перекрытие:

- 1 - стропильная деревянная нога; 2 - деревянные стойки; 3 - лежень из бруса;
 4 – бруски; 5 – прокладка; 6 – гвозди; 7 - чердачное перекрытие;
 8 - наружная кирпичная стена; 9 – мауэрлат; 10 - обрешетка

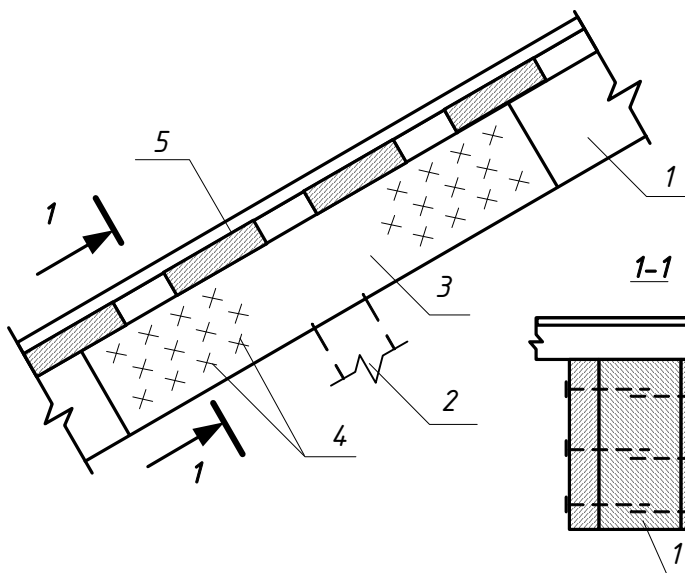


Рис. 6.7. Установка деревянных накладок на гвоздях:
1 - усиливаемая деревянная стропильная нога; 2 - временный разгружающий подкос для устранения прогиба стропильной ноги; 3 - деревянные накладки; 4 - гвозди; 5 - обрешетка

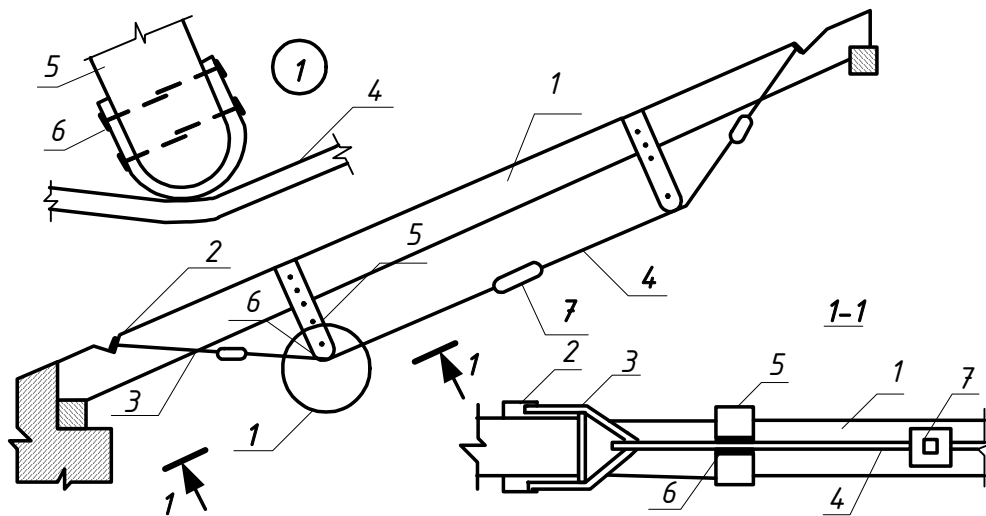


Рис. 6.8. Установка шпренгельных затяжек:
1 - усиливаемая деревянная стропильная нога; 2 - уголки-планки; 3 - верхняя часть затяжки; 4 - нижняя часть затяжки; 5 - распорки из дерева; 6 - обрамление распорки; 7 - муфта для натяжения затяжки

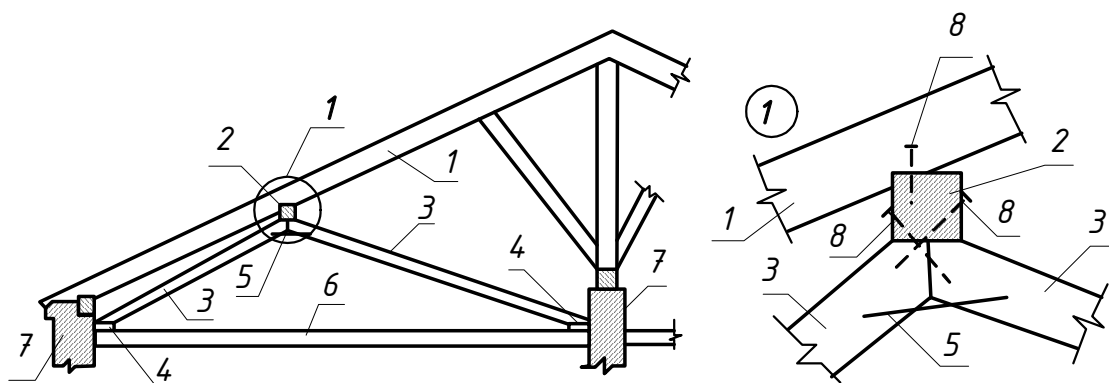


Рис. 6.9. Установка разгружающих подкосов:
1 - усиливаемая деревянная стропильная нога; 2 - разгружающая деревянная балка; 3 - подкосы из бруса; 4 - опорный лежень из доски; 5 - скобы; 6 - чердачное перекрытие; 7 - кирпичные стены; 8 - гвозди

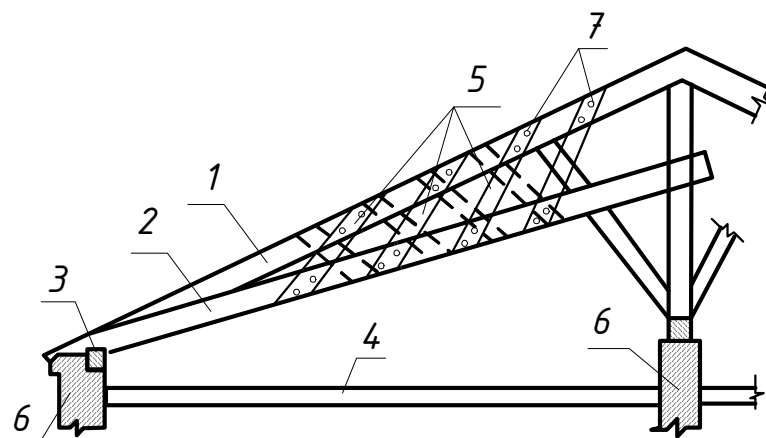


Рис. 6.10. Устройство ферм с перекрестной решетчатой стенкой:

1 - усиливаемая деревянная стропильная нога; 2 - нижний пояс ферм; 3 – мауэрлат; 4 - чердачное перекрытие; 5 - решетчатая стенка из досок; 6 - кирпичные стены; 7 – гвозди

7. УСИЛЕНИЕ БАЛКОННЫХ ПЛИТ

В последнее время в средствах массовой информации всё чаще появляются сведения об обрушениях балконов жилых зданий. Это связано с тем, что большинство балконных плит зданий старой постройки находятся в весьма неудовлетворительном состоянии, что является угрозой для жизни и здоровья людей. Многие имеют опасные повреждения, такие как отслоение защитного слоя бетона, оголение и поверхностную коррозию арматуры. Многие балконные плиты имеют прогибы, превышающие нормативное значение.

Для обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации балконов разработаны различные варианты их усиления, выбор которых зависит от конструктивной схемы здания, расчетной схемы балконов, расположения их на фасаде здания и т. д.

Перед работой по усилению плит их разгружают: удаляют полы, стяжку, гидроизоляцию, поверхностный расслоившийся слой бетона. Это позволяет быстро включить в работу конструкцию усиления, так как она начинает работать только на нагрузку, прикладываемую после окончания усиления.

Некоторые способы усиления одиночных балконных плит приведены на рис.7.1-7.6.

Выполнить усиление балконных плит, сохраняя их консольную схему работ, очень сложно. Однако такой метод усиления существует. Для этого на чистую поверхность балконной плиты укладывают арматурную сетку из арматуры класса А240 диаметром не менее 5 мм с размером ячейки 150х150мм (см. рис. 7.1). Связь с существующей арматурой балконной плиты выполняется с помощью арматурных отгибов. Между плитой и арматурной сеткой должен оставаться небольшой зазор, чтобы жидкая составляющая бетона могла про-

никнуть под ее стержни. Укладывается слой бетона толщиной 40-50мм из бетона класса В15. Железобетонный слой усиления заводят на ту же глубину, что и усиливаемая плита. Бетонируемую поверхность тщательно выравнивают и "железнят". Однако заанкеровать в стене добавляемую арматуру без нарушения заделки плиты в стене очень сложно.

Поэтому консольные плиты балконов обычно усиливают постановкой дополнительных опор, при которых плиты начинают работать по балочной схеме или как опертые по контуру.

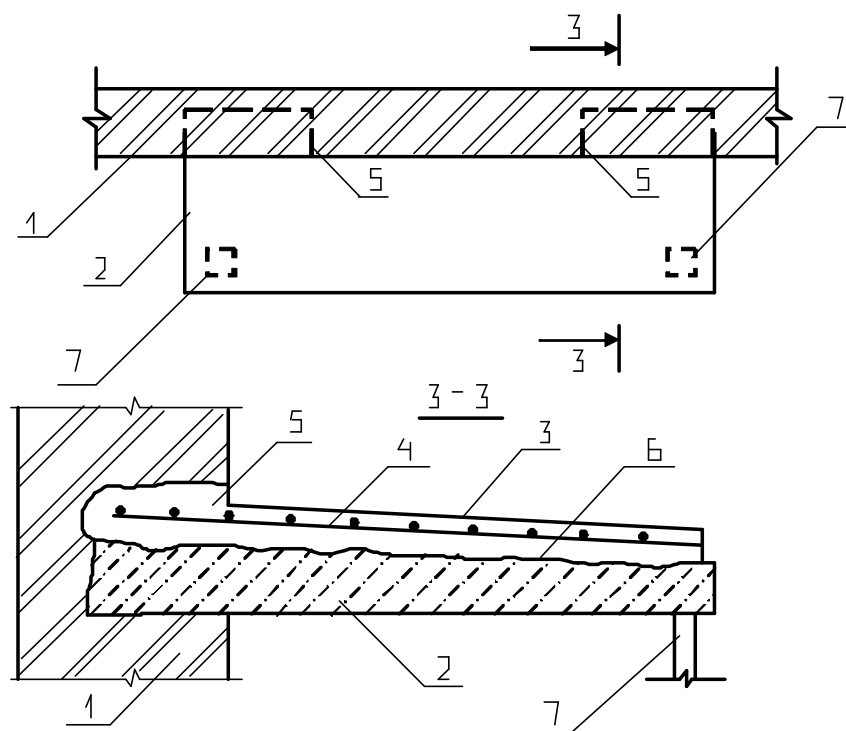


Рис. 7.1. Усиление балконной плиты путем укладки армированного слоя бетона
1 – стена; 2 – балконная плита; 3 – слой армированного бетона; 4 – арматурная сетка;
5 – ниша в стене на участках без проемов (заполняется бетоном); 6 – поверхность
плиты, подготовленная к бетонированию; 7 – временные подпорки на период усиления и твердения бетона.

Усиление балконной плиты можно выполнить, подведя с обеих сторон балкона стальные прокатные балки, которые консольно закрепляют в стене (см. рис. 7.2). Для этого в стене пробивают отверстия на глубину не менее двух третей ее толщины. В качестве несущих балок (рис.7.2) применяют швеллер или двутавр, которые предварительно очищают от коррозии и окрашивают. Балки временно крепят к балконной плите и заанкеривают в стену. После этого на плиту укладывают арматурную сетку и бетонируют по методике, описанной выше.

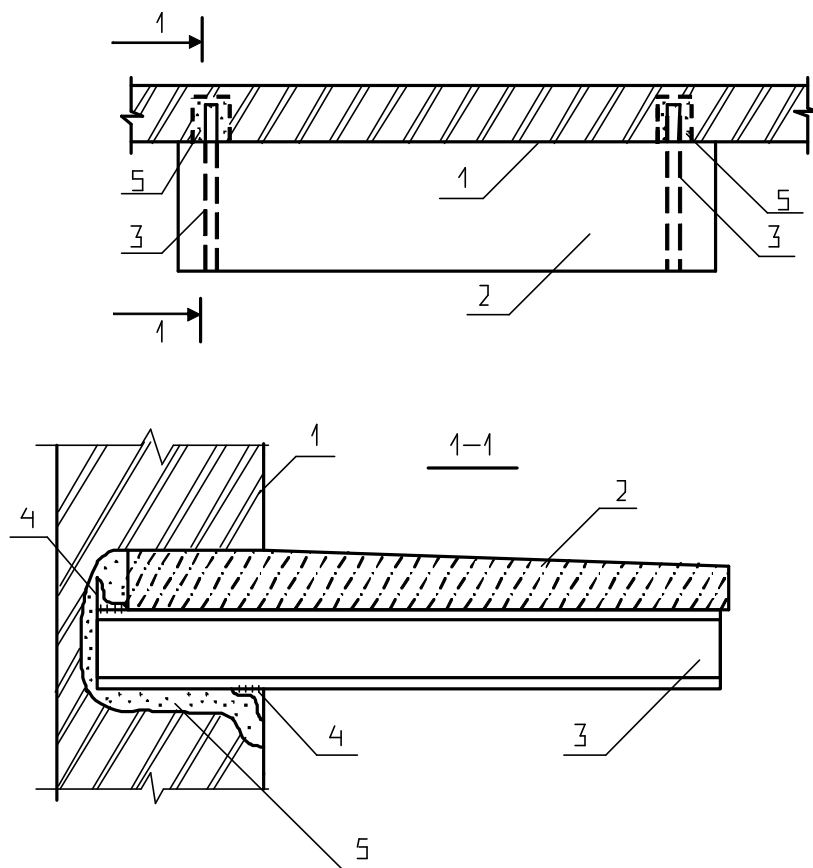


Рис. 7.2. Усиление балконной плиты путем подведения консолей из прокатного материала
1 – стена; 2 – балконная плита;
3 – консоль из прокатного металла (двутавр, швеллер);
4 – опорный уголок-подкладка;
5 – ниша в стене (после установки балок заполняется бетоном)

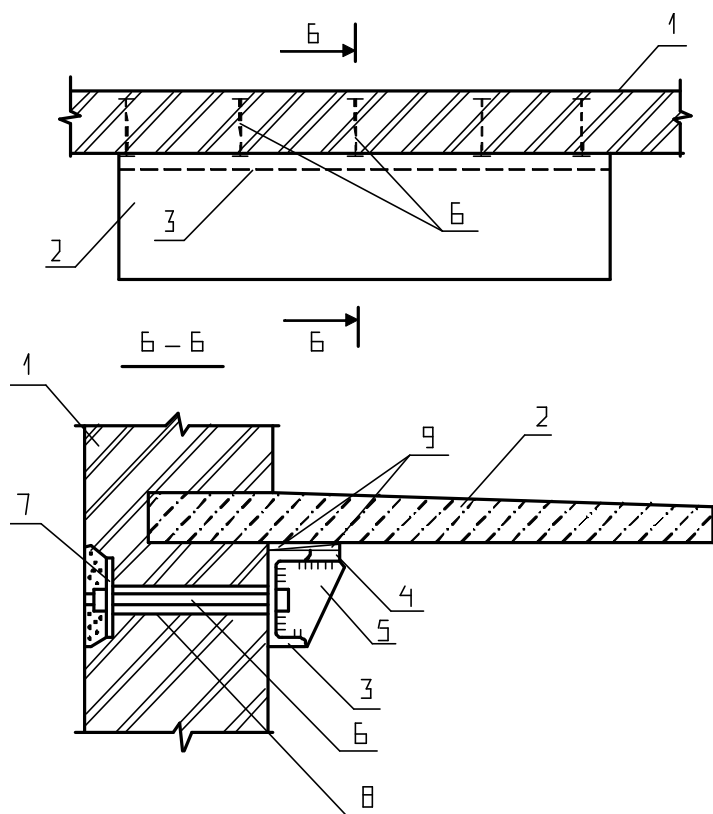


Рис. 7.3. Усиление балконной плиты путем подведения металлических опорных столиков
1 – стена; 2 – балконная плита;
3 – опорный столик из швеллера; 4 – пластина опорного столика; 5 – ребро жесткости;
6 – анкерные болты; 7 – пластина-шайба; 8 – отверстие в стене (после установки болтов заполняется раствором); 9 – металлические пластины-клинья для включения столиков в работу.

Наиболее распространенным способом усиления плит является окаймление их по трем сторонам швеллерами. Для консольных балконных плит используют обычно швеллеры № 12-16.

Номер швеллера подбирается из условия, чтобы между нижней поверхностью плиты и нижней полкой швеллера оставался зазор не менее 5 мм для обеспечения нормальных условий его зачеканки. Верхняя полка швеллера должна быть на уровне стяжки под гидроизоляцию.

Продольные и поперечные швеллеры сваривают в местах их сопряжения. Поперечные швеллеры заделывают в стены. Выполнить такую заделку швеллеров в стену, чтобы она обеспечивала работу конструкции усиления как консоли, обычно не удается, а в крупнопанельных стенах вообще заделка швеллеров невозможна. Поэтому к стенам крепят наклонные тяжи, поддерживающие наружный край конструкции усиления (см. рис. 7.4.).

Усиление плит с наклонными тяжами можно ввести в работу, сделав наклонные тяжи предварительно напряженными (см. рис. 7.5).

Предварительное напряжение в наклонных тяжах можно создать с помощью анкеров, крепящих тяжи к стене. Для этого «глухие» анкера, имеющие трубчатые гильзы, вначале устанавливаются в скважины в стене и натяжением гаечным ключом расширяют внутренний конец трубчатой гильзы до такого состояния, чтобы анкерный стержень не мог больше выдвигаться из гильзы. Затем устанавливают опорный лист с приваренным к нему тяжем. Между стеной и опорным листом должен оставаться зазор до 25 мм. Натяжением гаек анкеров зазор уменьшают, создавая при этом предварительное напряжение в наклонных тяжах. Гайки тяжей затягивают до отказа стандартным ключом. Отверстия в швеллере могут быть больше диаметра анкера, а отверстие в шайбе должно быть равно диаметру анкера. Шайбу приваривают к швеллеру после натяжения гайки. Оставшийся зазор между стеной и опорным листом заполняют цементным раствором.

Если «глухой» анкер делают из стержня, имеющего по всей длине винтовую нарезку, то вначале анкера ставят в скважину на цементно-полимерном растворе. Натяжение гаек в этом случае возможно только после набора раствором проектной прочности. Недостатком данного метода можно назвать достаточно трудоемкий процесс создания предварительного напряжения в наклонных тяжах.

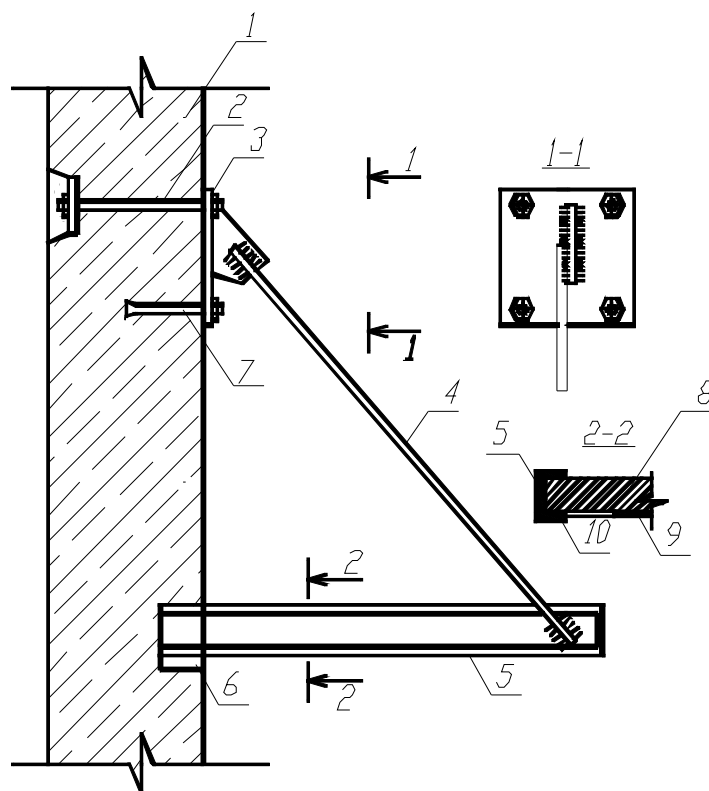


Рис. 7.4. Схема усиления балконной консольной плиты обрамлением из швеллера с наклонными тяжами:

1 - стена; 2 - вариант сквозного анкера; 3 - опорная плита на стене; 4 - наклонный тяж из круглой стали; 5 - швеллер; 6 - опорный лист швеллера; 7 - вариант «глухого» анкера; 8 - балконная плита; 9 - торкрет-бетон; 10 - зачеканка цементным раствором.

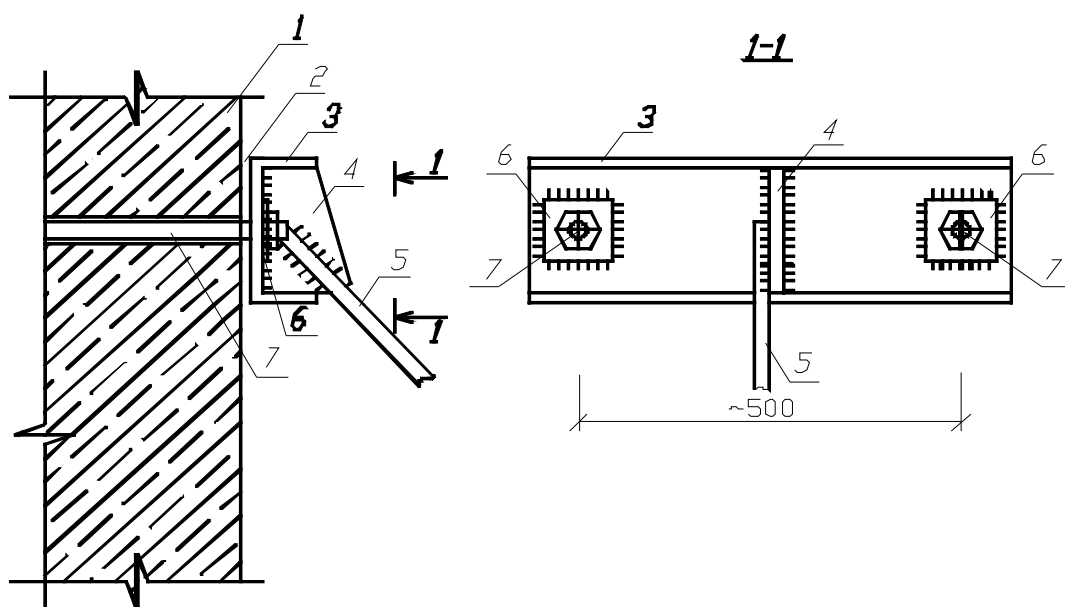


Рис. 7.5. Схема устройства для натяжения наклонных тяжей при усилении балконных консольных плит:

1 - стена; 2 - зазор 26 мм для удлинения тяжа; 3 - отрезок швеллера; 4 - косынка для крепления тяжа; 5 - наклонный тяж; 6 - шайба, привариваемая к швеллеру после натяжения анкеров; 7 - «глухие» анкер.

Усилить консольную балконную плиту можно постановкой под ней балок из прокатных профилей, опирающихся на наклонные подкосы (см. рис. 7.6).

В большинстве представленных способов усиления консольных балконных плит происходит изменение их расчетной схемы, что требует проверочных расчетов армирования этих плит и, возможно, постановка дополнительных арматурных сеток в нижней части плиты.

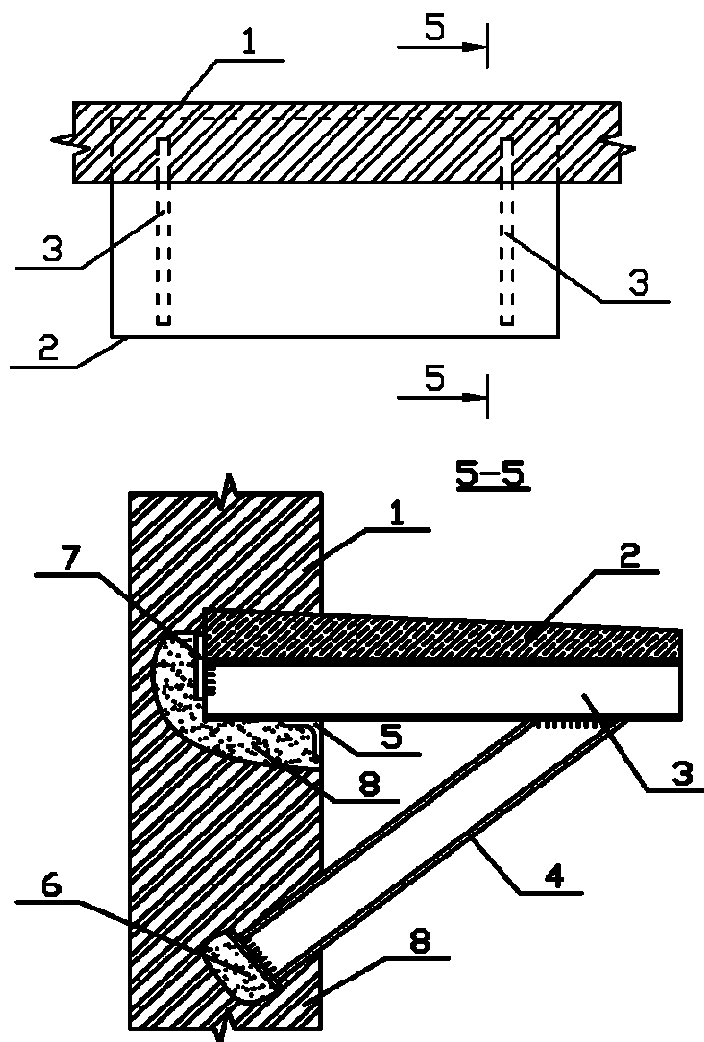


Рис. 7.6. Усиление балконной плиты с помощью подкосов

1 – стена, 2 – балконная плита (козырек), 3 – консоль из прокатного металла (двутавр, швеллер), 4 – подкос консоли из прокатного металла (двутавр, швеллер); 5 – опорный уголок, 6 – опорная пластина, 7 – анкерная пластина, 8 – ниша в стене (после установки подкосов заполняется бетоном).

При аварийном состоянии большинства балконов в секции здания используются варианты усиления вертикальных рядов балконных плит.

Первый метод усиления (рис. 7.7.) состоит в том, что система парных подвесок соединяет балконные плиты в пределах каждой секции по всей высоте здания [8]. Подвески непосредственно крепятся к металлическим балкам усиления балконных плит, проходящим под балконными плитами в средней их

части вдоль длинной стороны. Для обеспечения передачи нагрузки на металлическую балку и далее на подвески, плита по трем свободным сторонам взята в обойму из уголков. В верхней части наружной стены здания подвески проходят сквозь стену через отверстия и соединяются с металлической балкой, которая заанкерована в плиты чердачного перекрытия. В чердачном перекрытии устанавливают дополнительно металлическую балку поперек железобетонных плит чердачного перекрытия. Количество плит, к которым крепят балку, определяется расчетом, исходя из геометрических размеров балконных плит и их количества. Основным достоинством данного варианта усиления является рациональное использование металлических профилей (подвески работают на растяжение).

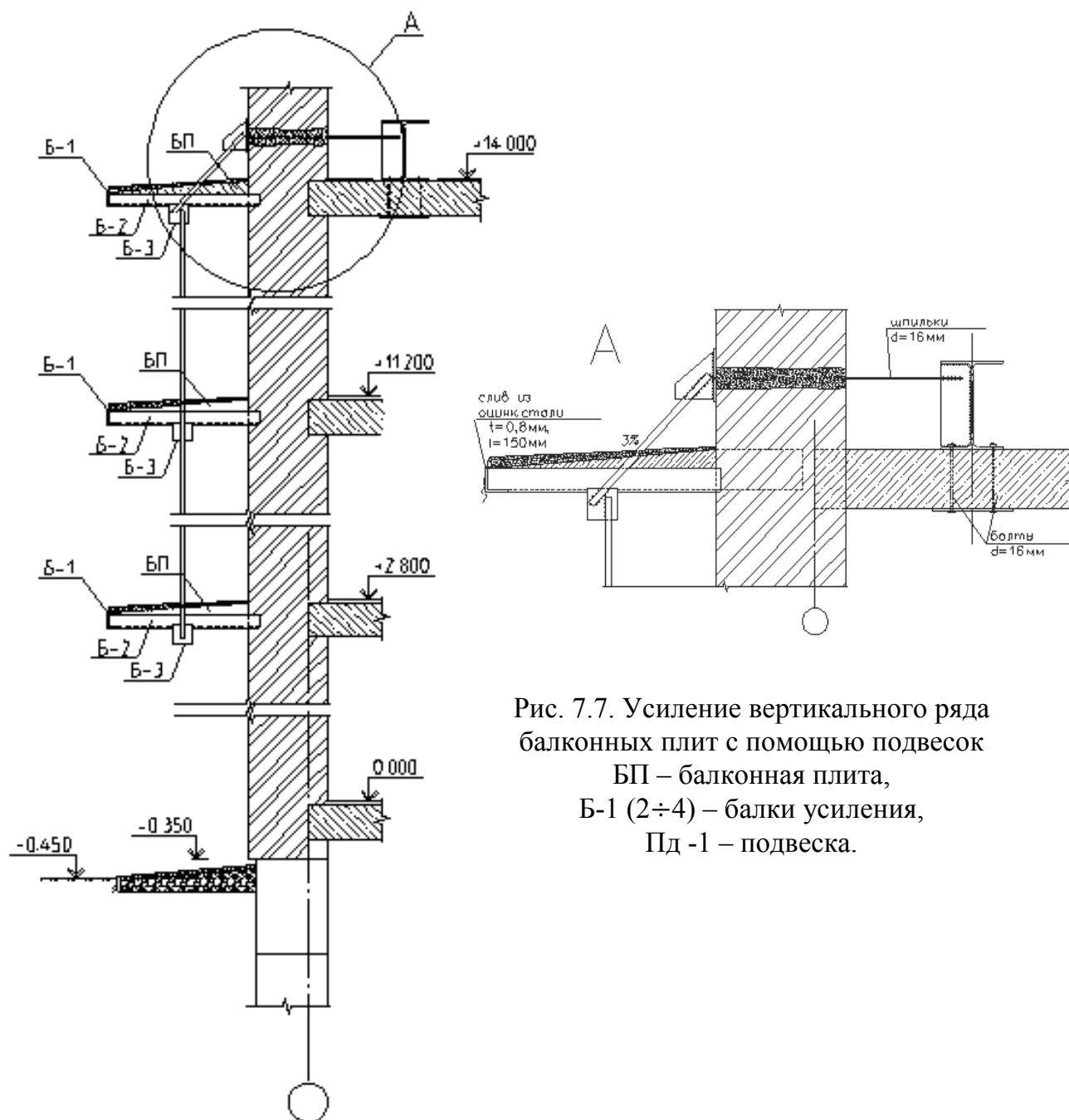
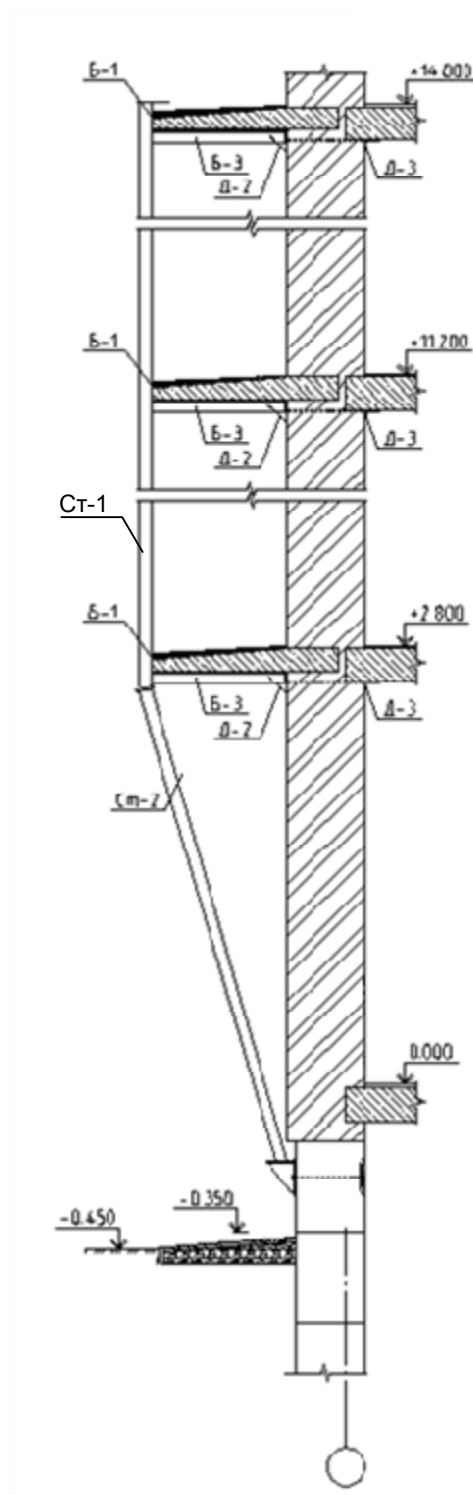


Рис. 7.7. Усиление вертикального ряда балконных плит с помощью подвесок

БП – балконная плита,
Б-1 (2÷4) – балки усиления,
Пд -1 – подвеска.

Второй метод (рис. 7.8. а) заключается в подведении под аварийный балкон рамы из металлических прокатных уголков и передаче нагрузки с неё на вертикальные стойки из замкнутых гнутосварных профилей [9]. Стойки закрепляют к наружной стене здания при помощи анкеров. Для обеспечения плотной заделки анкеров в стене здания в предварительно просверленные отверстия нагнетают цементный раствор. Для обеспечения плотной заделки анкеров в стене здания в предварительно просверленные отверстия нагнетают цементный раствор. Чтобы исключить передачу усилий со стойки на грунт и необходимость устройства фундамента под стойку предусмотрена консоль из прокатного уголка. Консоль закрепляется в фундаментном блоке с помощью сквозных анкеров. Диаметр анкеров определяется из расчета их на срез и смятие бетона фундаментных блоков.

а)



б)

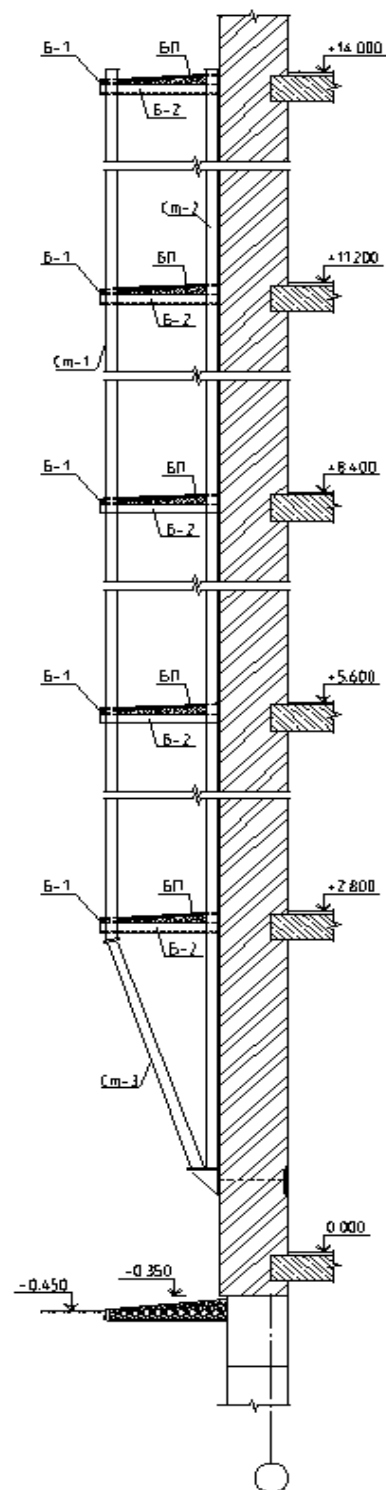


Рис. 7.8. Усиление вертикального ряда балконных плит а) с помощью стоек, закрепленных на консоль в уровне фундаментных блоков, б) с помощью стоек, опирающихся на консоль, закрепленную на кирпичной стене

БП – балконная плита, Б-1(2÷4) – балки усиления, Пд - 1 – подвеска,
Ст-1 (2, 3) – стойки усиления, Д-2 (3) – детали крепления.

При невозможности опирания стоек на консоль в уровне фундаментных блоков, их опирают на консоль, закрепленную сквозными анкерами в кирпичную кладку стен (рис. 7.8 б). Помимо расчета анкеров на срез и смятие кладки делается расчет кладки по неперевязанному сечению. Основным недостатком данного способа – требуется местное усиление стены в месте закрепления консоли.

Для ликвидации мостиков холода в местах постановки сквозных анкеров разработано утепление узла опирания столика, закрепленного в фундаментном блоке или кирпичной стене (рис. 7.9). На данное конструктивное решение получен патент на полезную модель [10].

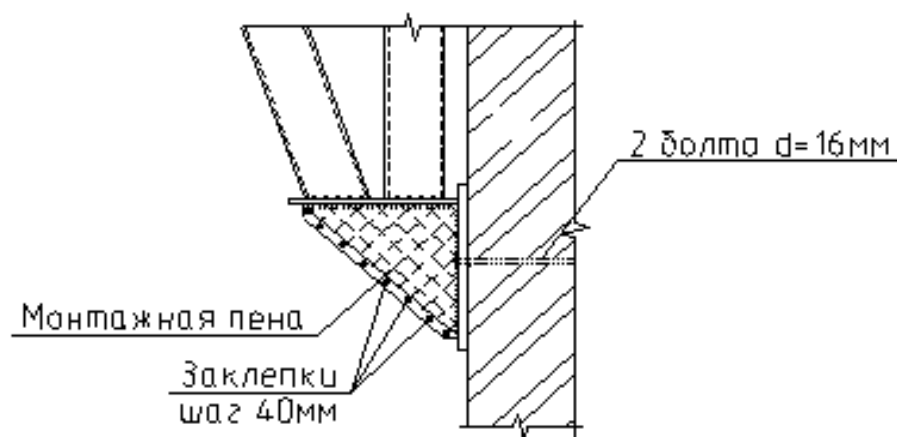


Рис. 7.9. Утепление узла опирания столика, закрепленного в фундаментном блоке или кирпичной стене

При расположении на фасаде здания парных балконных плит возникают проблемы с устройством стойки в месте сопряжения плит. Поэтому предложен вариант усиления вертикального ряда смежных балконов (рис. 7.10). Он заключается в том, что под балконную плиту подводят металлические балки из прокатных уголков, с одной стороны заанкеренные в стену, с другой стороны, приваренные к вертикальным стойкам. Анкеренка балок в стену выполняется с помощью сквозных и глухих анкеров. Сквозные анкеры используют в кирпичной стене, глухие – в железобетонной перемычке. Для раскрепления металлических балок из плоскости предусмотрена металлическая балка из прокатного уголка вдоль длинной стороны балконной плиты. На данный способ усиления получен патент на полезную модель [11].

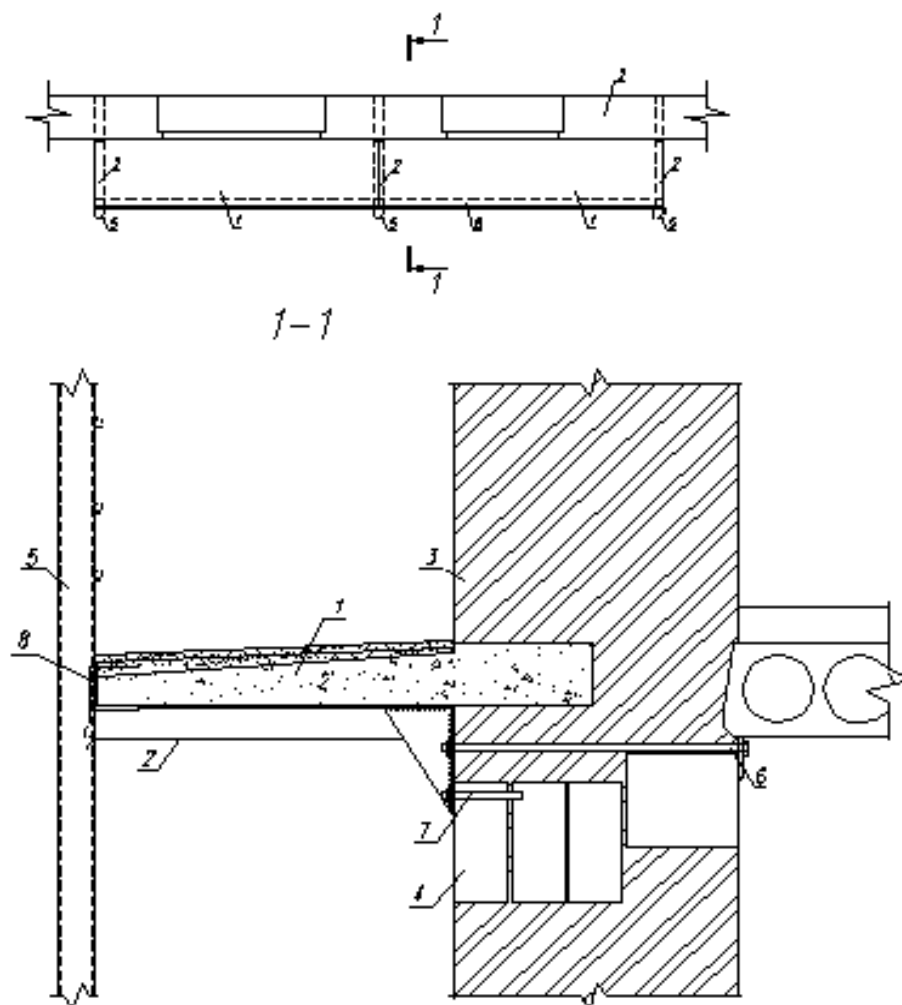


Рис. 7.10. Усиление вертикального ряда смежных балконов с помощью стоек:
 1 - балконная плита; 2 – металлическая балка из прокатного уголка; 3 – стена здания;
 4 – железобетонная перемычка; 5 – стойка; 6 – сквозной анкер; 7 – глухой анкер;
 8 – металлическая балка из прокатного уголка

Данный вариант усиления реализован при усилении балконов на общежитии №4 ВоГТУ по улице Щетинина, 2б, корпус 1.

Также разработан способ усиления вертикального ряда балконов с помощью стоек, опирающихся на винтовые сваи (рис. 7.11). Сущность предлагаемого технического решения заключается в том, что металлическая обвязка из прокатного уголка подводится под балконную плиту основания, выставляются стойки, которые на каждом этаже приваривают к металлической обвязке, а внизу приваривают к базе, заанкерванной в винтовой свае.

На все представленные варианты усиления вертикальных рядов балконных плит получены патенты на изобретения и полезные модели. Одним из способов усиления консольных балконных плит является превращение их в плиты лоджий. Недостатком этого метода является изменение расчетной схемы. Балконная плита, работавшая по консольной схеме, начинает рабо-

тать по балочной схеме, что требует дополнительного армирования нижней части плиты.

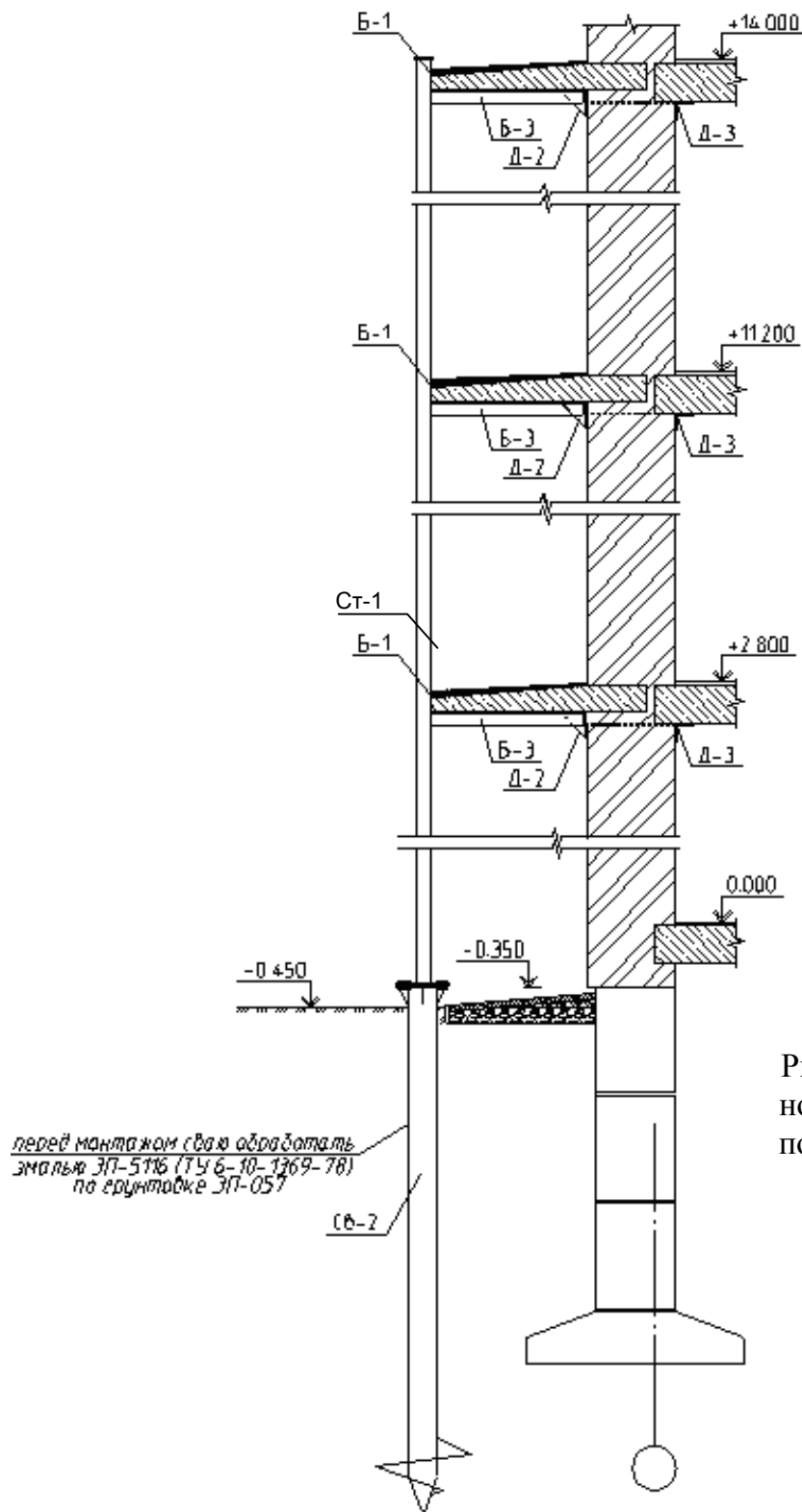


Рис. 7.11 Усиление вертикального ряда смежных балконов с помощью стоек, опирающихся на винтовые сваи:

Б-1 (2,3) – балки усиления,
Д-2 (3) – детали крепления,
Ст-1 – стойка усиления,
Св – 2 – винтовая свая.

Библиографический список

1. Федоров, В.В. Реконструкция и реставрация зданий: Учебник / В.В.Федоров. – М.: Инфа, 2003 - 108 с.
2. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города: Учебник / Под ред. П.Г. Грабовского и В.А. Харитоновой – М.: Реалпроект, 2006. - 624с.
3. Эксплуатация жилых зданий: Справочное пособие / Под ред. Э.М. Арневич, А.В. Коломеев, С.Н. Ноженко – 4-е изд. – М., 1998. - 510с.
4. Реконструкция зданий и сооружений: Учебное пособие. / Под ред. А.Л. Шагина. М.: Высш. школа, 1991. - 352с.
5. Мальганов, А.И. Оценка состояния и усиление строительных конструкций реконструируемых зданий: Атлас схем и чертежей./ А.И Мальганов, В.С Плевков. -Томск: Томский ЦНТИ, 1991. - 309с.
6. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений: Справ. Пособие / М.Д. Бойко, А.И. Мураховский, В.З. Величкин и др.; отв.ред. М.Д. Бойко. -М.: Стройиздат, 1993.- 208с.
7. Кутуков, В.Н. Реконструкция зданий: Учеб. для вузов. - М.: Высш. школа, 1981. - 263с.
8. Швеи, В.Б. Усиление и реконструкция фундаментов / В.Б. Швеи, В.И. Феклин, Л.К. Гинзбург. – М.: Стройиздат, 2007. – 240 с.
9. Бедов А.И. Проектирование, восстановление и усиление каменных и армокаменных конструкций// Учебное пособие для студентов вузов. — 2006.- 568с.
10. Леденев, В.И. Организация и технология ремонтно-строительных работ при реконструкции и капитальном ремонте гражданских зданий, ч.1, Общие сведения. Восстановление и усиление оснований и фундаментов, Учебное пособие / В.И. Леденев, И.В. Матвеева, Е.В. Аленичева, И.В. Гиясова. – Тамбов, Издательство ТГТУ, 2006.-100с.
11. Реконструкция зданий. Часть 1: методическое пособие к практическим занятиям. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – 102 с.
12. Иванов, Ю.В. Реконструкция зданий и сооружений: усиление, восстановление, ремонт. – 2009 г.
13. Кочерженко, В.В. Технология реконструкции зданий и сооружений /В.В. Кочерженко, В.М. Лебедев. – 2007. – 224 с.
14. Каталог конструктивных решений по усилению и восстановлению строительных конструкций зданий и сооружений. – М.: ОаО «ЦНИИ Промзданий», 2009. – 258 с.
15. Полищук, А.И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. – Нортхэмптон: STT; Томск, 2004. – 476 с.

16. Рекомендации по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий.

17. Рекомендации по усилению и ремонту строительных конструкций инженерных сооружений.

18. Пат. 2416699 Российская Федерация, МПК Е 04 В 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, М. В. Ильина; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). - № 2010101345; заявл. 18.01.2010; опубл. 24.11.2010.

19. Пат. 96136 Российская Федерация, МПК Е 04 В 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, С. Н. Глебов; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). – № 2010104201; заявл. 08.02.2010; опубл. 15.04.2010.

20. Пат. 123800 Российская Федерация, МПК Е 04 В 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, Н. Н. Цывкунова, А. А. Преснухина; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). – № 2012132202; заявл. 26.07.2012; опубл. 10.01.2013.

21. Пат. 114469 Российская Федерация, МПК Е 04 В 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, Н. Н. Цывкунова; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). – № 2010151543; заявл. 15.12.2010; опубл. 27.03.2012.

22. Пат. 107198 Российская Федерация, МПК Е 04 В 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, Н. Н. Цывкунова; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). – № 2011111174; заявл. 24.03.2011; опубл. 10.08.2011.

23. Пат. 123802 Российская Федерация, МПК Е 04 В 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, Н. Н. Цывкунова, А. А. Преснухина; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). – № 2012132200; заявл. 26.07.2012; опубл. 10.01.2013.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ.....	3
2. СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ.....	7
3. СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ КАМЕННЫХ СТЕН И СТОЛБОВ.....	15
4. УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	24
4.1. Усиление железобетонных балок.....	24
4.2. Особенности усиления железобетонных подкрановых балок.....	28
4.3. Усиление железобетонных перекрытий.....	33
4.4. Усиление железобетонных ферм.....	35
4.5. Усиление железобетонных колонн.....	39
5. УСИЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	43
5.1. Основные положения по проектированию усиления сохраняемых конструкций.....	43
5.2. Усиление металлических балок.....	46
5.3. Особенности усиления подкрановых балок.....	50
5.4. Усиление металлических ферм.....	52
5.5. Усиление металлических колонн.....	57
6. УСИЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	62
6.1. Способы усиления деревянных балочных перекрытий.....	62
6.2. Способы усиления несущих стропильных конструкций.....	65
7. УСИЛЕНИЕ БАЛКОННЫХ ПЛИТ.....	68
Библиографический список.....	80
Оглавление.....	82