

Усиление и замена несущих конструкций при реконструкции производственных зданий

Вопросы, подлежащие изучению:

1. Усиление и восстановление достаточной несущей способности строительных конструкций:
 - 1.1. Основные сведения;
 - 1.2. Основания и фундаменты;
 - 1.3. Стены;
 - 1.4. Колонны;
 - 1.5. Покрытия;
 - 1.6. Подкрановые балки.
2. Особенности реконструкции многоэтажных производственных зданий.

1.1. Основные сведения

Выполнение реконструкции производственного здания является сложной технической задачей, особенно если она проводится в стесненных условиях и без остановки основного производства.

1.2. Основания и фундаменты

Причины развития неравномерных осадок фундаментов.
При неравномерных деформациях оснований в фундаментах, а затем и в других конструкциях появляются деформации и разрушения, которые, если не принять необходимых мер, могут с течением времени прогрессировать и привести к серьезным последствиям: обрушению отдельных конструкций или аварии всего здания.

Основными причинами развития неравномерных осадок являются (рис. 1):

- неоднородность грунта;
- неодинаковая внешняя нагрузка;
- влияние загрузения соседних фундаментов;
- неодновременное или неполное загрузение фундаментов во время строительства и в первые годы эксплуатации;
- неодинаковая глубина заложения фундаментов и др.

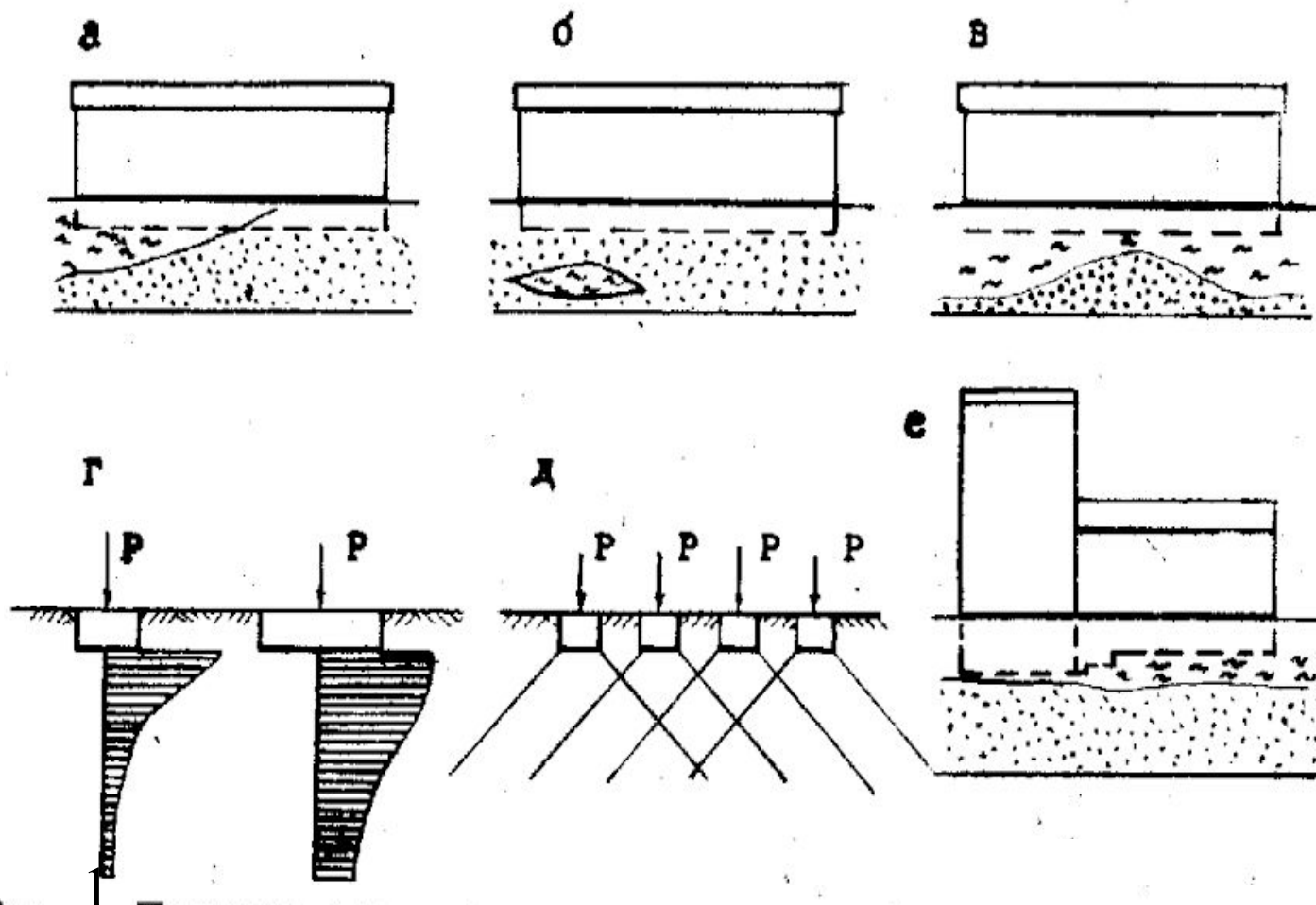


Рис. Причины развития неравномерных осадок при уплотнении грунта:

а — выклинивание слоев грунта; *б* — линзообразное залегание; *в* — неодинаковая толщина слоев; *г* — неодинаковая нагрузка фундаментов; *д* — влияние загрузок соседних фундаментов; *е* — различная глубина заложения фундаментов

Неравномерные осадки происходят при неодинаковом (неравномерном) уплотнении грунта основания под различными частями отдельного здания или сооружения. Такие осадки называют неравномерными осадками уплотнения.

Неравномерные осадки могут также происходить в результате ресструктурирования грунтов основания. Это явление обусловливается четырьмя факторами:

- метеорологическими воздействиями;
- воздействиями грунтовых вод;
- динамическими воздействиями механизмов и оборудования;
- грубыми ошибками строителей.

Метеорологические воздействия проявляются в виде промерзания и оттаивания грунта, набухания и размягчения его при увлажнении атмосферными осадками, а так же при высыхании грунтов.

Нарушение физико-механических свойств грунта происходит при агрессивном воздействии грунтовых вод в течение эксплуатации производственных зданий и сооружений.

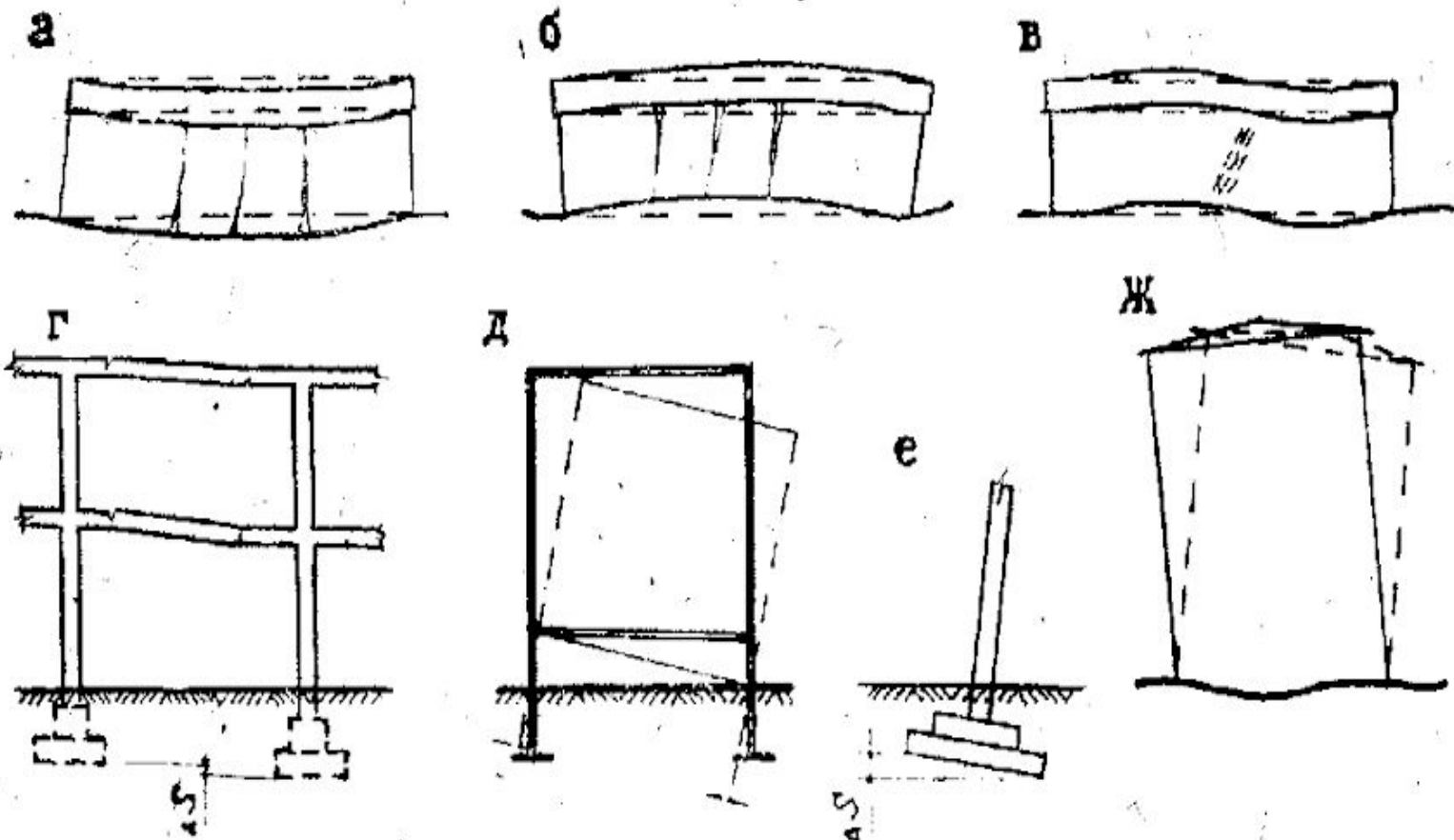


Рис. 2. Формы деформации зданий и сооружений при неравномерных осадках фундаментов:

а — прогиб; б — выгиб (перегиб); в — перекос стен; г — перекос каркаса;
 д — крен сооружения; е — крен фундамента; ж — скручивание здания

Нарушения естественной структуры грунтов, включая грубые ошибки строителей (например, затопление производственными и хозяйственными водами котлованов, расположенных вблизи существующих зданий), приводят к неравномерным осадкам фундаментов и вызывают различные деформации отдельных конструкций или всего здания производственных зданий в процессе эксплуатации или реконструкции.

К простейшим формам деформации зданий и сооружений можно отнести следующие виды: прогиб, выгиб (перегиб), перекос, крен, скручивание (рис. 2). Характер деформации можно проследить по появившимся трещинам или отклонениям от вертикали несущих конструкций здания.

Усиление оснований. Целью усиления оснований под существующими зданиями является повышение их несущей способности. Искусственное закрепление оснований производится путем нагнетания под давлением: жидкого стекла (силикатизация), цементного раствора (цементация), горячего битума (битумизация). Выбор метода зависит от ряда факторов:

- характеристики грунтовых условий;
- уровня и скорости движения грунтовых вод;
- химического состава грунтовых вод;
- наличия подземных коммуникаций.

Усиление и замена фундаментов. При реконструкции зданий появляется необходимость усиления или замены существующих фундаментов. Это одна из трудоемких и дорогостоящих работ.

Необходимость выполнения работ по усилению и замене фундаментов вызывают следующие причины:

- увеличение нагрузок на фундаменты при надстройке, при замене существующего покрытия на более тяжелый тип покрытия при увеличении полезной нагрузки на перекрытие многоэтажного здания;

- недопустимые осадки здания, вызывающие опасение устойчивости (при резком понижении или увеличении уровня грунтовых вод, систематических колебаниях грунта в результате работы рядом машин динамического воздействия);

- прокладка ниже подошвы заложений фундаментов существующих зданий новых фундаментов, пристроек или подземных коммуникаций типа коллекторов, тоннелей;

- значительный физический износ фундаментов (в результате химического воздействия агрессивных грунтовых вод, вибрации, неравномерных осадок).

Учитывая, что состояние фундаментов в значительной мере влияет на сохранность всего здания, необходимо более тщательно проводить инженерные изыскания на участке реконструкции здания. Результаты детального обследования существующего фундамента и инженерно-геологических изысканий позволят более качественно разработать проектное решение по усилению или замене существующего фундамента.

В зависимости от конструкции материала старого фундамента, его состояния (степени поврежденности), гидрогеологических условий и технологических требований, основными видами упомянутых работ по фундаментам будут являться следующие:

- уширение подошвы фундамента;
- усиление стены подвала и фундамента;
- замена искусственного основания из деревянных свай и лежней или старого фундамента на новый фундамент;
- замена существующего фундамента на новый с целью его заглубления.

В процессе реконструкции здания могут быть выполнены и такие работы, как заполнение трещин и разрушенных швов в кладке фундамента (методом цементации) или ремонт и устройство гидроизоляции и др.

Уширение подошвы фундамента (рис. 3). Усиление старых монолитных фундаментов можно производить способами, применяемыми в гражданском домостроении. К таким способам можно отнести устройство бетонных и железобетонных «приливов». Можно применить так называемый метод армированных рубашек (обетонирование с двух сторон фундамента после установки арматуры) или набетонок (при одностороннем усилении фундамента) с целью увеличения площади подошвы фундамента.

На рис. 3,4 показан один из примеров уширения сборных фундаментов. Под бетонные блоки, из-под которых вначале удаляют старые железобетонные подушки, заводят затем новые - больших размеров.

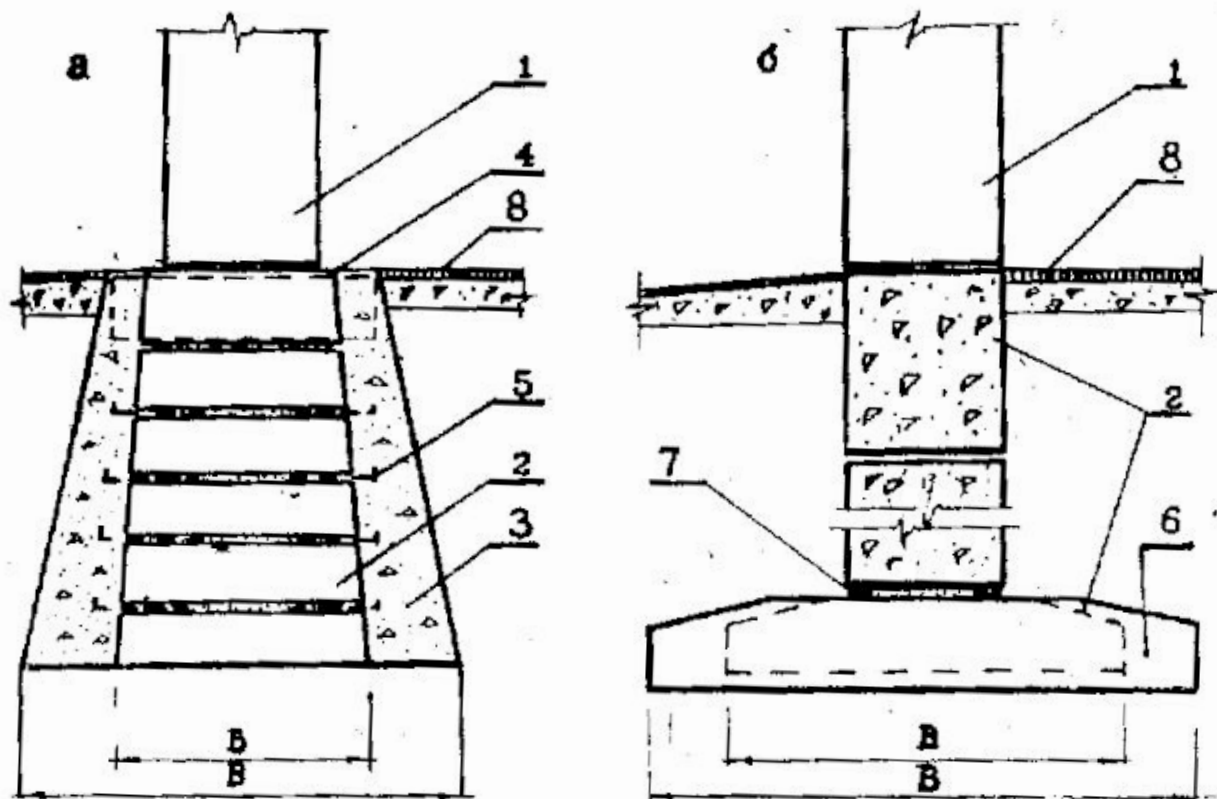


Рис. 3 Конструктивные решения при уширении подошвы фундамента (а — монолитного; б — сборного):

1 — несущая стена; 2 — существующий фундамента; 3 — бетонный прилив; 4 — двухконсольная балка из [№ 18 (балка показана пунктиром); 5 — анкеры из обрезков арматуры (установлены в шахматном порядке); 6 — новая железобетонная подушка; 7 — стальные клинья; 8 — пол по грунту

Усиление стен подвала и фундамента (рис.4,а). Здесь также применяется метод армированных рубашек. Перед бетонированием в стены подвала устанавливают анкеры в предварительно пробитые (просверленные) отверстия. К анкерам затем приваривают стальные сетки. Для лучшей сцепляемости железобетонных приливов необходимо часть бутовых камней, которые разрушились или легко вынимаются из кладки, удалить.

Замена деревянных свай на бетонные набивные (рис. 4, б). Деревянные сваи, которые находятся постоянно в сильно увлажненном состоянии (уровень грунтовых вод выше оголовка свай), не подвергаются биологическому разрушению.

Замену разрушенных деревянных свай производят следующим образом. Вдоль существующего фундамента устанавливают бетонные набивные сваи. По оголовкам свай укладывают обвязочные и поперечные балки. Поперечные (железобетонные или стальные) балки устанавливают в заранее пробитые отверстия таким образом, чтобы они упирались в продольные балки, выполненные из прокатного профиля. Для включения в работу новых свай необходимо сделать подклинку между продольными и поперечными балками. Для защиты стальных балок от коррозии их необходимо обернуть мелкой стальной сеткой и обетонировать.

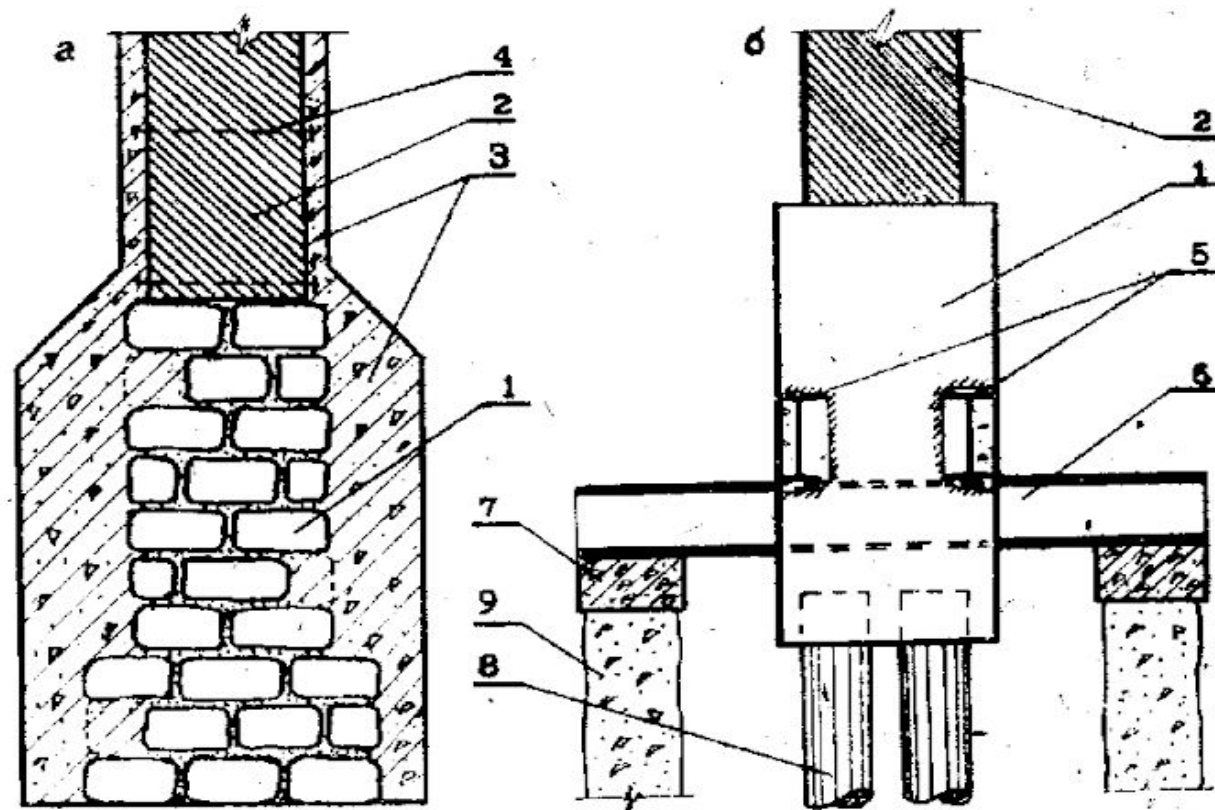


Рис. 4 Усиление существующих фундаментов:

a — усиление стены подвала и фундамента методом армированных рубашек; *б* — замена деревянных свай на бетонные; 1 — существующий фундамент; 2 — стена; 3 — железобетонные приливы; 4 — анкер; 5 — продольные балки; 6 — поперечные балки; 7 — железобетонная обвязка по сваям; 8 — деревянные сваи; 9 — бетонная набивная свая

1.3. Стены

При детальном обследовании ограждающих конструкций принимаются во внимание результаты статического и теплотехнического расчетов, температурно-влажностный режим здания, материал и конструкция стен. Следует также учитывать и агрессивность внутренней среды и различные механические воздействия от работы технологического оборудования.

При обследовании стен можно обнаружить следующее дефекты:

- деформационные трещины;
- потеря устойчивости (отклонение от вертикального положения);
- разрушение стен при химической коррозии;
- разрушения стен при физической коррозии.

Деформационные трещины. Основными причинами возникновения деформационных трещин являются неравномерные осадки фундамента, пучение основания при промерзании грунта, изменение уровня грунтовых вод, отсутствие температурно-осадочных швов, а также перегрузка отдельных участков стен или частей здания.

Потеря устойчивости стен. Такое разрушение отдельных участков стен происходит в силу изменения грунтовых условий, ненадежного раскрепления с каркасом здания или воздействия горизонтальных нагрузок.

Ремонтно-восстановительные работы включают в себя установку стальных хомутов для подтяжки и крепления стен к колоннам каркаса здания (рис. 5).

Разрушение стен при химической коррозии. Агрессивность среды в цехах химической промышленности может быть очень высокой в случае утечки химических веществ (газообразных и жидкостных), из-за негерметичности технологического оборудования, трубопроводов, запорной арматуры, а также из-за несовершенства транспортировки сырья или продукции (например, применение открытых транспортеров).

В результате этих воздействий в кирпичных стенах происходит интенсивное разрушение выступающих частей: сандриков, пилястр, углов граней оконных проемов и особенно карнизов. Из-за разрушения карнизов и водостоков кирпичная кладка постоянно увлажняется и разрушается.

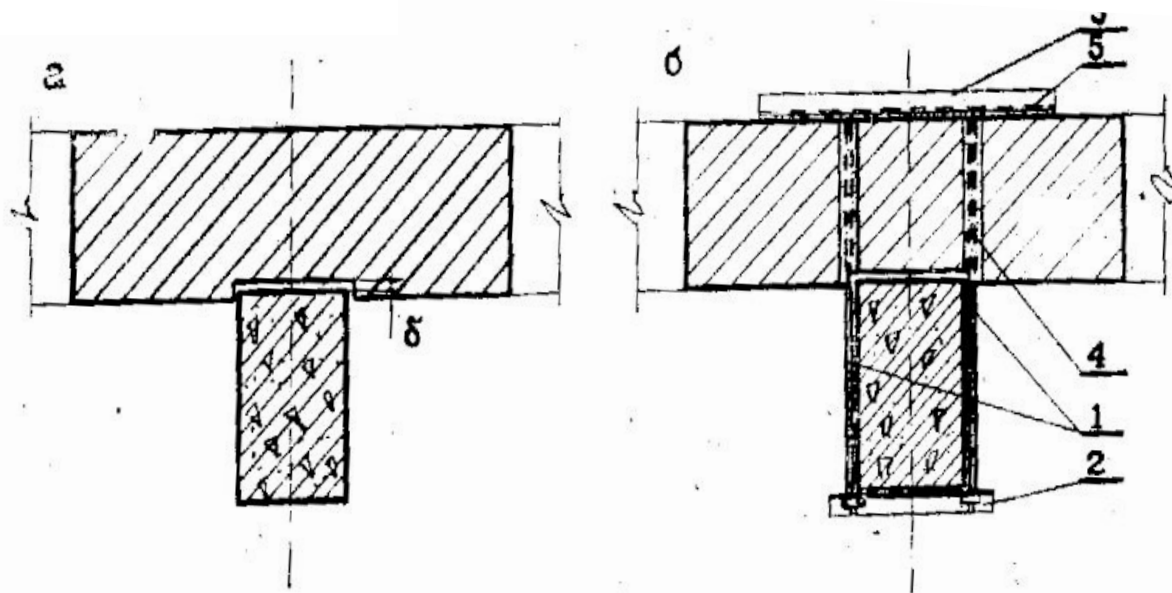


Рис. 5 Усиление кирпичной стены:
 а — до ремонта; б — после ремонта:

1 — стальные тяжи; 2 — уголок (или швеллер); 3 — швеллер; 4 — отверстие в кирпичной кладке (после установки тяжей заделать раствором); 5 — подготовка из цементного раствора

В целях повышения долговечности кирпичных стен, рекомендуется их оштукатуривать. В зданиях с особо агрессивными средами желательно применять кислотоупорный кирпич или выполнять облицовку стен керамическими плитками.

На основании опыта длительной эксплуатации цехов химических комбинатов рекомендуется следующее:

- улучшить температурно-влажностный режим в производственных помещениях средствами искусственной и естественной вентиляции;
- не допускать выбросов в атмосферу растворов из пенных аппаратов;
- своевременно удалять соли с поверхности строительных конструкций;
- систематически восстанавливать антикоррозийные покрытия на железобетонных и металлических конструкциях;
- устраивать предохранительные бортики вдоль стен и фундаментов, а в местах возможного скопления растворов - отводные лотки и трапы.

Разрушения стен при физической коррозии. Необходимо предохранять стены зданий от физической коррозии, особенно цоколи. При наружном неорганизованном водостоке цоколь здания подвержен увлажнению дождевыми и сточными водами, а также температурным воздействиям.

Наиболее характерными местами разрушения кирпичных стен от физической коррозии являются следующие:

- участки стен, где имеются помещения с высокой влажностью воздуха и плохо решена ее пароизоляция;
- участки стен у ворот здания (за счет увлажнения кирпичной кладки парами выходящего теплого воздуха в холодный период);
- в парапетной части стен у воронок внутреннего водостока (из-за нарушения герметичности гидроизоляции кровли);
- участки стен, где вплотную смонтированы передаточные устройства (паро- и воздухопроводы), наружные вентиляторы, трансформаторные щитки.

Усиление кирпичных простенков (колонн). При надстройке производственных зданий, когда увеличивается нагрузка на стены нижних этажей, или снижении несущей способности кирпичной кладки в процессе длительной эксплуатации, производят усиление отдельных участков стен (простенков) и кирпичных колонн. Усиление выполняют или с помощью металлической обоймы (корсет-обойма), состоящей из уголков прокатного профиля и горизонтальных стальных планок, или путем устройства железобетонной обоймы. При использовании опалубки для бетонирования толщина железобетонной обоймы составляет 5-8 см, а без опалубки при нанесении бетона способом торкретирования - 3-5 см (рис. 6).

Наращивание стен. Увеличение высоты помещений одноэтажных зданий можно осуществить несколькими способами. В практике реконструкций зданий известны следующие:

- путем демонтажа существующего покрытия, наращивания стены и монтажа нового покрытия;

- путем подъема существующего покрытия на необходимую высоту без его разборки, а затем наращивание новой кладкой до поднятого (вывешенного) покрытия;

- путем подъема всего здания (без подземной части - фундамента), устройства нового или использования существующего фундамента и возведения новой кладки под поднятым зданием ;

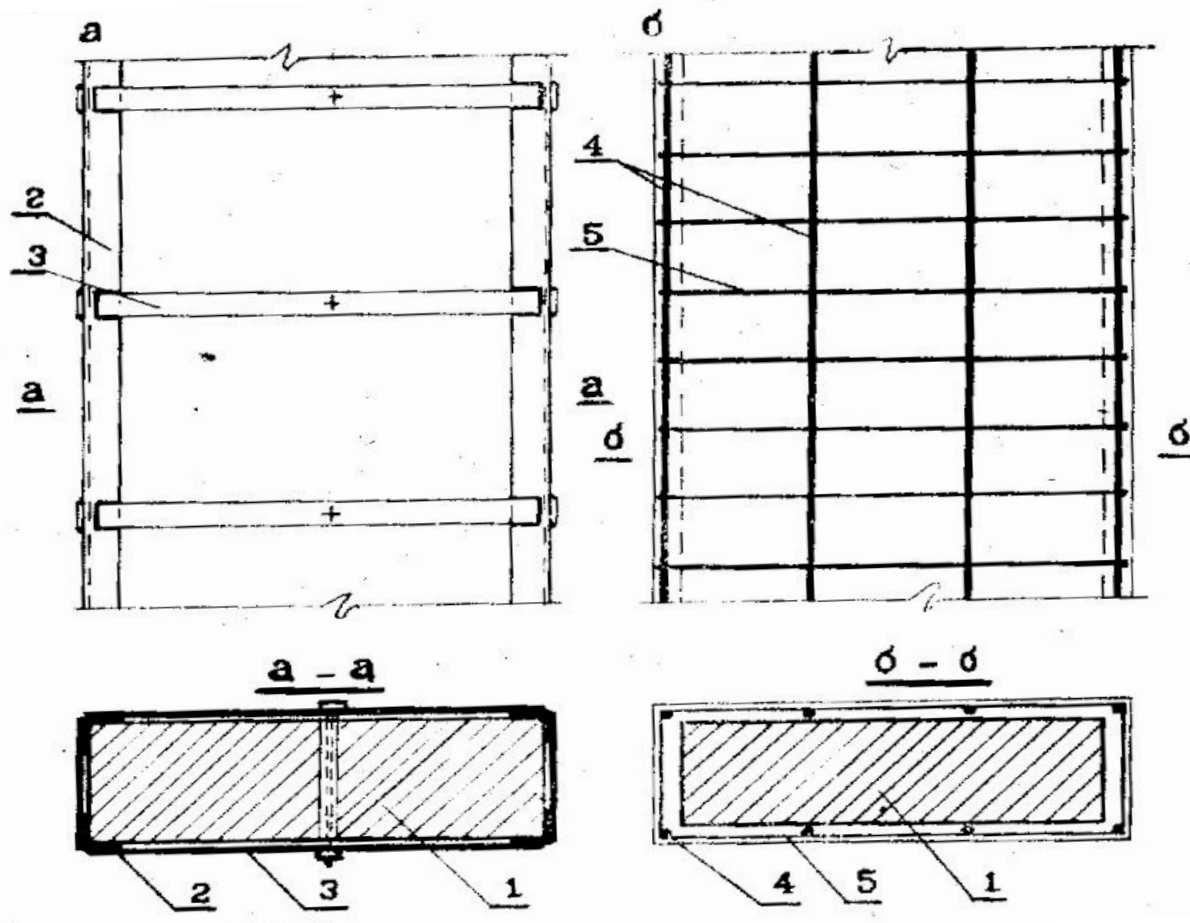


Рис. 6 Усиление междуоконных простенков (или столбов):
 а — металлической обоймой (корсет-обойма); б — железобетон-
 ной обоймой:

1 — междуоконный простенок; 2 — уголки; 3 — планки; 4 — продольная
 арматура; 5 — хомуты

Замена кирпичных стен. При сильном физическом износе стен (например, при химической или физической коррозии), когда ремонт экономически нецелесообразен, на отдельных участках производят разборку и возведение новой кладки.

Если реконструкция производственного здания предъявляет новые требования к габаритам помещений (например, появляется необходимость увеличить высоту и пролет здания) или к устройству кранового оборудования, то старая пристройка (или пролет здания) полностью разбирается и возводится новая с требуемой высотой помещений или величиной пролета (рис. 7). Конструктивная -схема несущего остова пристройки может быть сохранена. При конструктивной схеме здания, когда основными несущими элементами являются продольные стены, обычно устраивают кран-балку с подвеской ее к несущим конструкциям покрытия; при каркасной схеме можно запроектировать как кран-балку, так и опорный мостовой кран. С помощью нового кранового оборудования выполняют разборку старой пристройки.

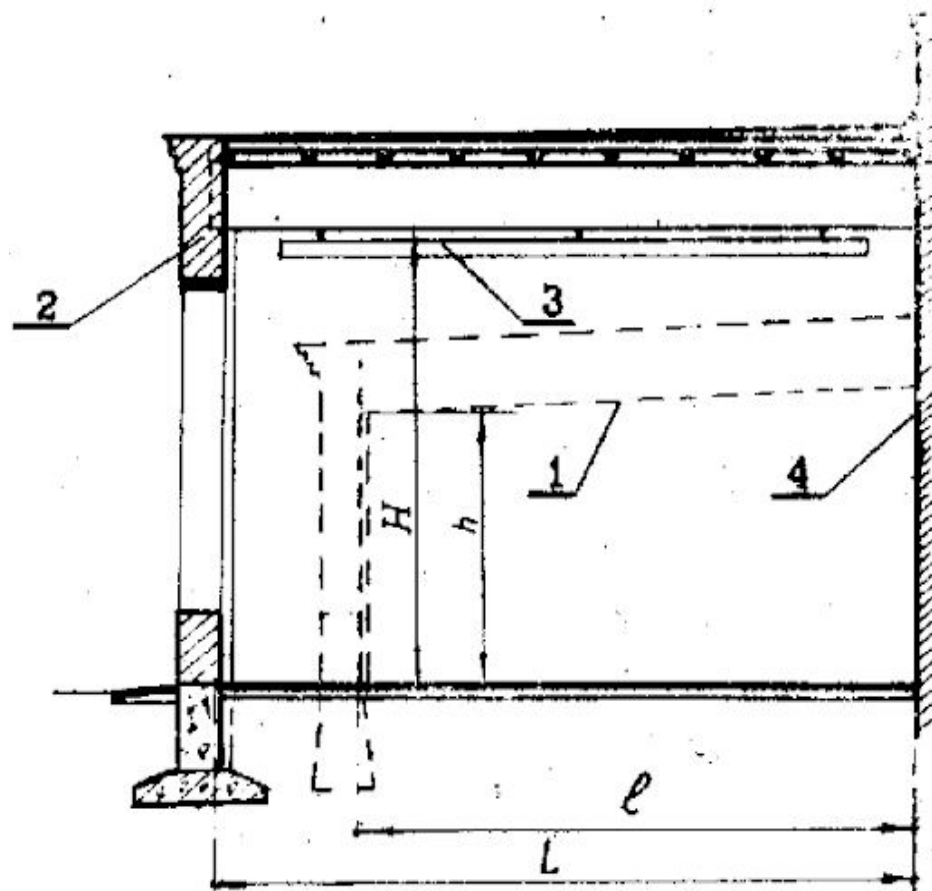


Рис. 7. Реконструкция здания с целью создания новой пристройки взамен старой:

1 — старая пристройка; 2 — новая пристройка;
 3 — кран-балка; 4 — сохраняемый пролет здания

1.4. Колонны

В каркасных зданиях и зданиях с неполным каркасом колонны выполнены из монолитного или сборного железобетона, а также из стали (в постройках прошлого столетия можно встретить и чугунные колонны).

В зависимости от вида реконструкции производственного здания колонны каркаса усиливают или заменяют на новые. Необходимость таких работ выражается в следующем:

- снижение несущей способности по сравнению с проектной в результате нарушения технических условий (ТУ) изготовления и монтажа конструкций, нарушения правил эксплуатации;
- перегрузка колонн в процессе реконструкции (например, при замене одного мостового крана на другой с большей грузоподъемностью, замене покрытия);
- требования новой технологии (например, необходимость изменить высоту помещений, установить кран-балку или мостовой кран, которые ранее отсутствовали, и т. д.).

Восстановление или увеличение несущей способности колонн. Для восстановления (при значительных физических износах) или увеличения несущей способности железобетонных колонн применяется метод армированных рубашек. При усилении применяется гибкая или жесткая арматура, которая устанавливается по наружному периметру колонн.

Увеличение несущей способности стальных колонн производится путём увеличения расчетных сечений элементов и усиления узлов их сопряжений. Этот способ является самым распространенным. Совместная работа основного сечения (до усиления) и дополнительных усиливающих элементов обеспечивается соответствующими связями между ними путем наложения сварных швов, обычных или предварительно напряженных болтов и заклепок. На рис. 8 представлены варианты усиления сечения колонн.

Колонны усиливают без разгрузки, с разгрузкой, с демонтажем и повторной установкой. Восстановление и усиление колонны без разгрузки наиболее экономично. Без разгрузки колонны могут быть ликвидированы следующие повреждения: погнутости решетки, ветвей и стенки, разрывы стержней соединительной решетки, местные повреждения металла ветвей, нарушение соединений и др. Частичная или полная разгрузка усиливаемой колонны производится при больших деформациях основных элементов (ветвей) колонны, вызвавших искривление ее оси.

Схему усиления колонн выбирают с учетом конкретных условий, состояния усиливаемой конструкции, причин, вызвавших усиление, а также экономических соображений. Усиленные конструкции не должны влиять на габариты помещений и изменять уровень пола, особенно в помещениях с малой высотой этажа, имеющих местный напольный транспорт.

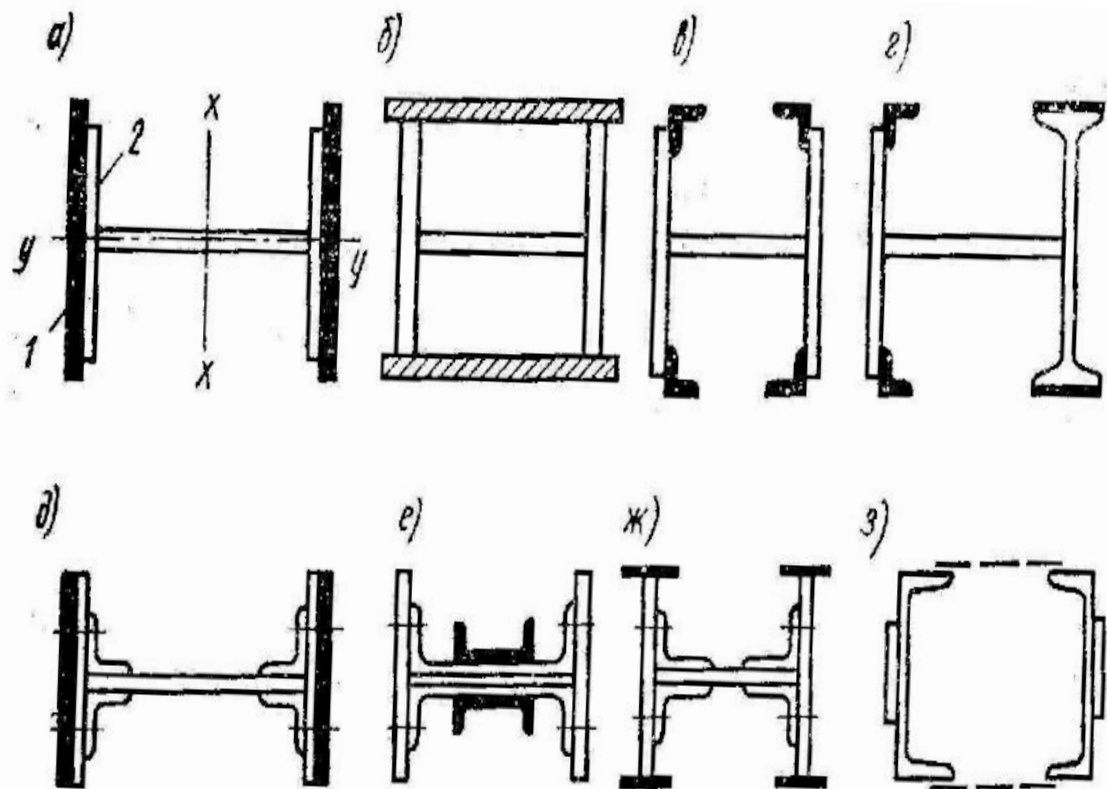


Рис. 8.1. Схемы усиления колонн одноэтажных зданий увеличением сечений
 а-г — сварных монолитного сечения; б-д — клепаных; е — сквозных; ж, з —
 новое и старое сечения

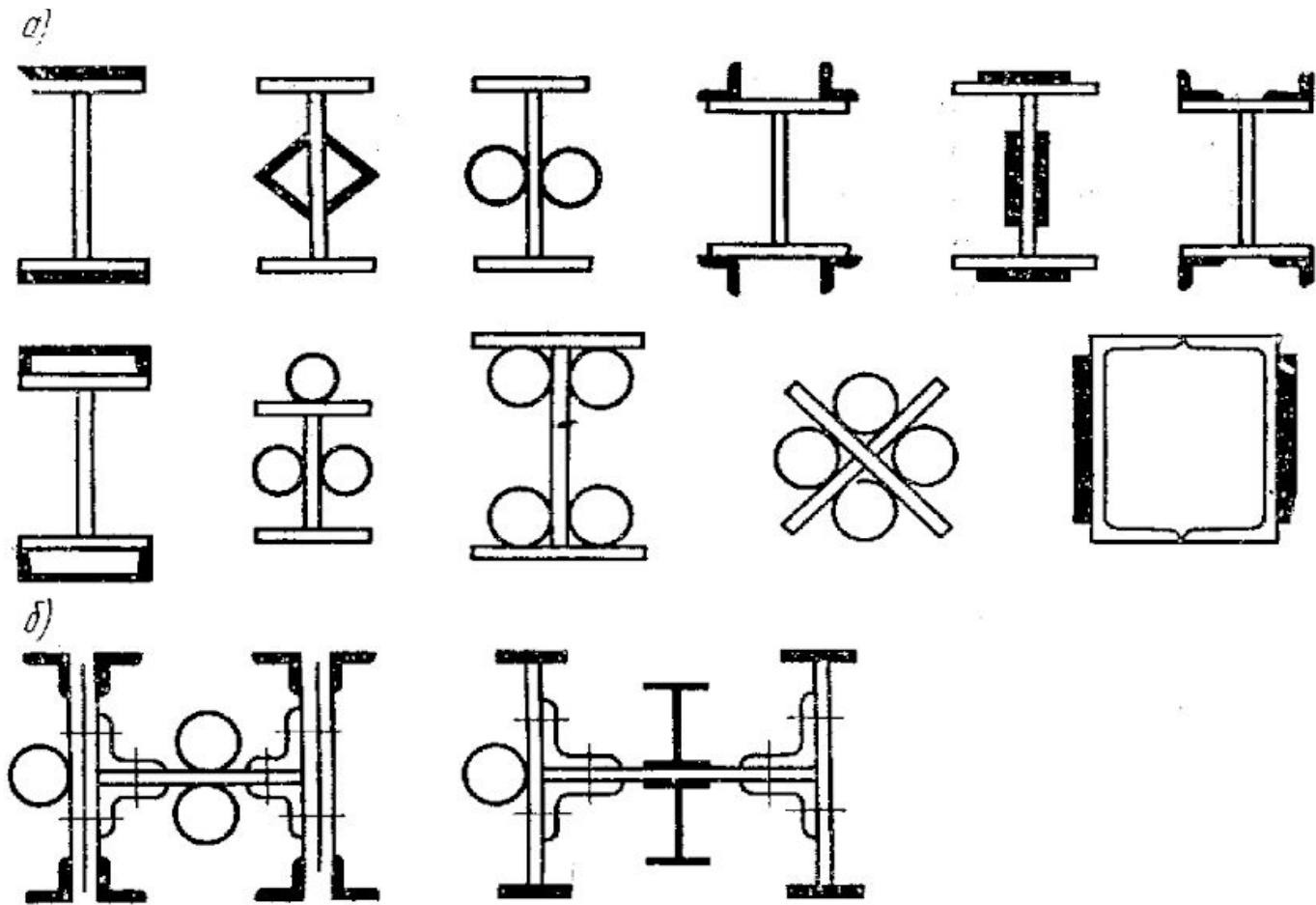


Рис. 8.2. Усиление стоек и колонн многоэтажных зданий и сооружений увеличением сечений

a — сварных; *б* — на болтах

Устройство консолей для подкрановых балок. При реконструкции производственного здания необходимо выполнить следующие работы:

- изменить положение консоли для подкрановой балки в связи с заменой одного мостового крана на другой с большей грузоподъемностью;

- устройство ранее отсутствующих консолей для установки подкрановых балок или балок дополнительных перекрытий (площадок).

На рис. 9 представлено конструктивное решение устройства стальной консоли на железобетонной колонне. Вначале монтируется корсет-обойма из уголков и планок (по типу усиления колонн жесткой арматурой), а затем к уголкам корсет-обоймы, приваривается консоль, выполненная из двух швеллеров. Корсет-обойма будет усиливать также сечение железобетонной колонны.

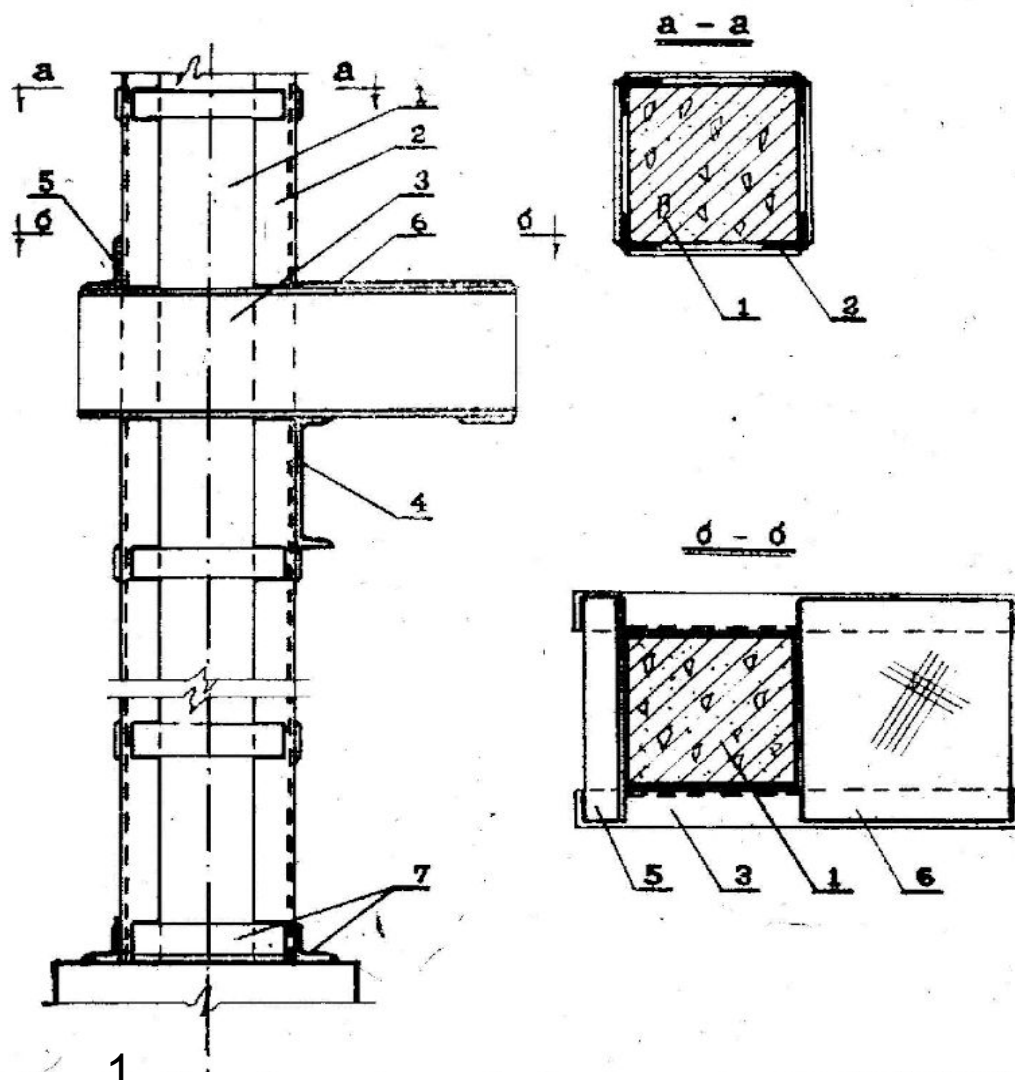


Рис. 0 Устройство стальной консоли у железобетонных колонн:

1 — колонна; 2 — корсет-обойма; 3 — устраиваемая консоль (два швеллера); 4 — поддерживающий швеллер; 5 — опорный уголок; 6 — площадка консоли (стальной лист)

Устройство вырезов в надкрановой части колонны. В процессе эксплуатации производственных зданий возможно отклонение колонн от вертикали в направлении пролета. Это может, как указывалось ранее, повлиять на работу цеха. При замене одного мостового крана на другой может также оказаться, что общая длина нового крана не позволяет разместить его в прежних габаритах между существующими колоннами. Все это требует выполнения специальных работ.

Перед устройством выреза следует снять нагрузку с колонны.

Ослабленное вырезом сечение колонны должно быть усилено с помощью корсет-обоймы. В местах выреза соединительные планки корсет-обоймы должны быть приварены к лицевому листу (рис. 10).

После устройства на надкрановой части колонны корсет-обоймы все зазоры между колонной и металлическими элементами усиления зачеканиваются цементным раствором, а все металлические элементы окрашиваются специальным лаком (перхлорвиниловым) или металлизуются путем оцинкования.

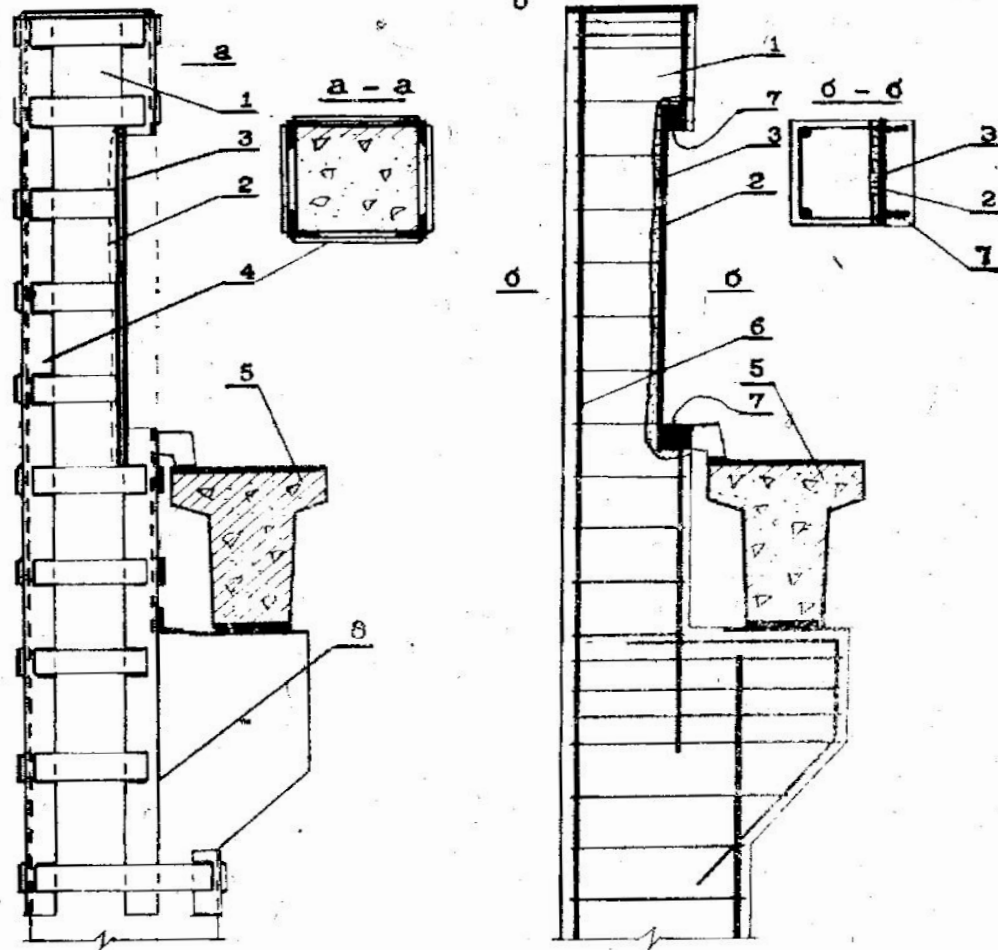


Рис. 0 Устройство выреза в железобетонной колонне при увеличении габаритов мостовых кранов:

а — общий вид колонны после устройства выреза; б — вертикальный разрез по колонне:

1 — надкрановая часть колонны; 2 — граница срубленного бетона; 3 — лицевой лист; 4 — корсет-обойма; 5 — подкрановая балка; 6 — рабочая арматура колонны; 7 — арматурные коротыши; 8 — полочка у уголка корсет-обоймы среза

1.5. Покрытие

Покрытие здания, как известно, выполняет несущую и ограждающую функции. В производственных зданиях можно отметить, что покрытие участвует как бы в технологической работе цеха: к несущим конструкциям покрытия подвешивается крановое оборудование, в межферменном пространстве можно размещать инженерные и технологические коммуникации. При отсутствии кранового оборудования в корпусе несущие конструкции покрытия используются для подвесных кранов при демонтаже и монтаже технологических машин, ставков и т. д.

Усиление и замена железобетонных покрытий. Факторы, влияющие на выполнение работ по замене или усилению железобетонных конструкций:

- снижение несущей способности железобетонных ферм (балок) из-за дефектов проектирования и производства работ (несоблюдение толщин защитных слоев бетона, снижение бетона и стали против проектных, коррозия арматуры в процессе эксплуатации и т. д.);

- перегрузка несущих конструкций в процессе ремонтно-восстановительных работ и при реконструкции производственного здания, а также как результат нарушения правил эксплуатации (несвоевременная уборка слежавшейся технологической пыли);

- требования новой технологии (изменение высоты помещений или пролета).

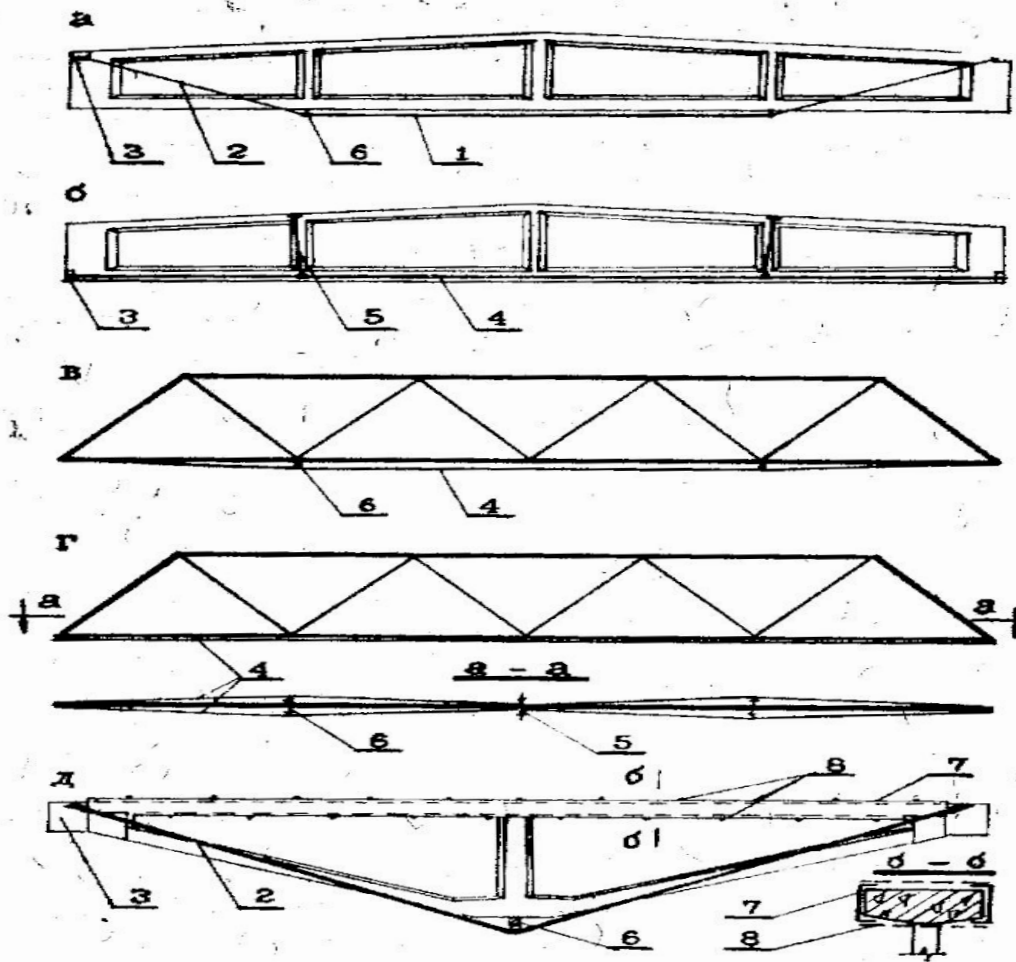


Рис. 1. Усиление железобетонных несущих конструкций покрытия:
1.

а, д — путем установки преднапряженного шпренгеля;
б, в, г — путем установки преднапряженных затяжек:

1 — горизонтальный тяж шпренгельной арматуры; 2 — наклонный тяж; 3 — упорный элемент усиления; 4 — преднапряженная затяжка; 5 — стяжной хомут; 6 — распорный винт-упор; 7 — обойма из двух швеллеров; 8 — стяжные болты

Теперь рассмотрим основные способы усиления железобетонных ферм (балок).

Усиление с помощью шпренгеля (рис. 11, а, д). Усиление стропильной преднапряженной балки осуществляется посредством преднапряженного шпренгеля из двутавра и уголка. Такое усиление позволяет ликвидировать последствия выхода из работы предварительно-напряженной пучковой арматуры, которая разрушилась в результате коррозии. Данный способ можно также отнести и к усилению подстропильных балок или ферм.

Усиление с помощью преднапряженных затяжек (рис. 11, б, в, г). Усиление или исправление, стропильных ферм и балок, имеющих предварительно-напряженную арматуру, производят путем установки преднапряженных затяжек. Натяжение затяжек выполняют в момент их монтажа гидравлическими или механическими домкратами или электротермическим способом. Наиболее простым способом натяжения затяжек в период реконструкции здания следует считать механический, который выполняется путем взаимного стягивания парных ветвей затяжек. Установка стальных затяжек превращает конструкцию в сталежелезобетонную (верхний пояс и элементы решетки - железобетонные, а нижний пояс - стальной). В зависимости от состояния несущих конструкций затяжки могут частично или полностью разгрузить нижний пояс фермы (балки). Для защиты против коррозии стальные элементы усиления должны быть окрашены или обетонированы.

Усиление элементов фермы стальной обоймой. В случае снижения несущей способности или перегрузки конструкций покрытия производится усиление и других их элементов (помимо нижнего пояса). Например, если повреждена рабочая арматура и сжатая зона бетона подстропильной фермы, то усиление верхнего пояса выполняют в виде обоймы из двух швеллеров, которые стянуты болтами, установленными с двух сторон (рис. 11, г).

Все перечисленные выше усиления просты в изготовлении, сборке и монтаже, а для их выполнения не требуется возведения подмостей: для этой цели используется мостовой опорный кран. Еще одно преимущество рассмотренных усилений заключается в том, что они доступны для осмотра, подтяжки винтов-упоров, окраски и др. работ в процессе эксплуатации.

Несущие конструкции покрытия, которые имеют значительные разрушения и которые экономически нецелесообразно восстанавливать или усиливать, рекомендуется демонтировать и на их место монтировать новые конструкции.

Замена и усиление стальных конструкций покрытия.
Стальные конструкции широко применяются в производственных зданиях предприятий тяжелой индустрии, а также в корпусах, где велики пролеты, значительны нагрузки, сложны грунтовые условия.

Как показывает практика реконструкции и капитальных ремонтов производственных зданий, можно выделить три основных вида усиления стальных конструкций:

а) снижение величины нагрузок на несущие конструкции покрытия (косвенный метод). Этот вид усиления заключается в замене одного кровельного покрытия на новое, более легкое (например, посредством замены утеплителя) Нагрузку на несущие конструкции можно снизить и путем замены светоаэрационных фонарей на зенитные фонари.

б) усиление несущих конструкций путем, изменения конструктивной схемы всего покрытия или отдельных элементов несущих конструкций.

в) усиление несущих конструкций путем увеличения расчетных сечений элементов и усиления узлов сопряжений.

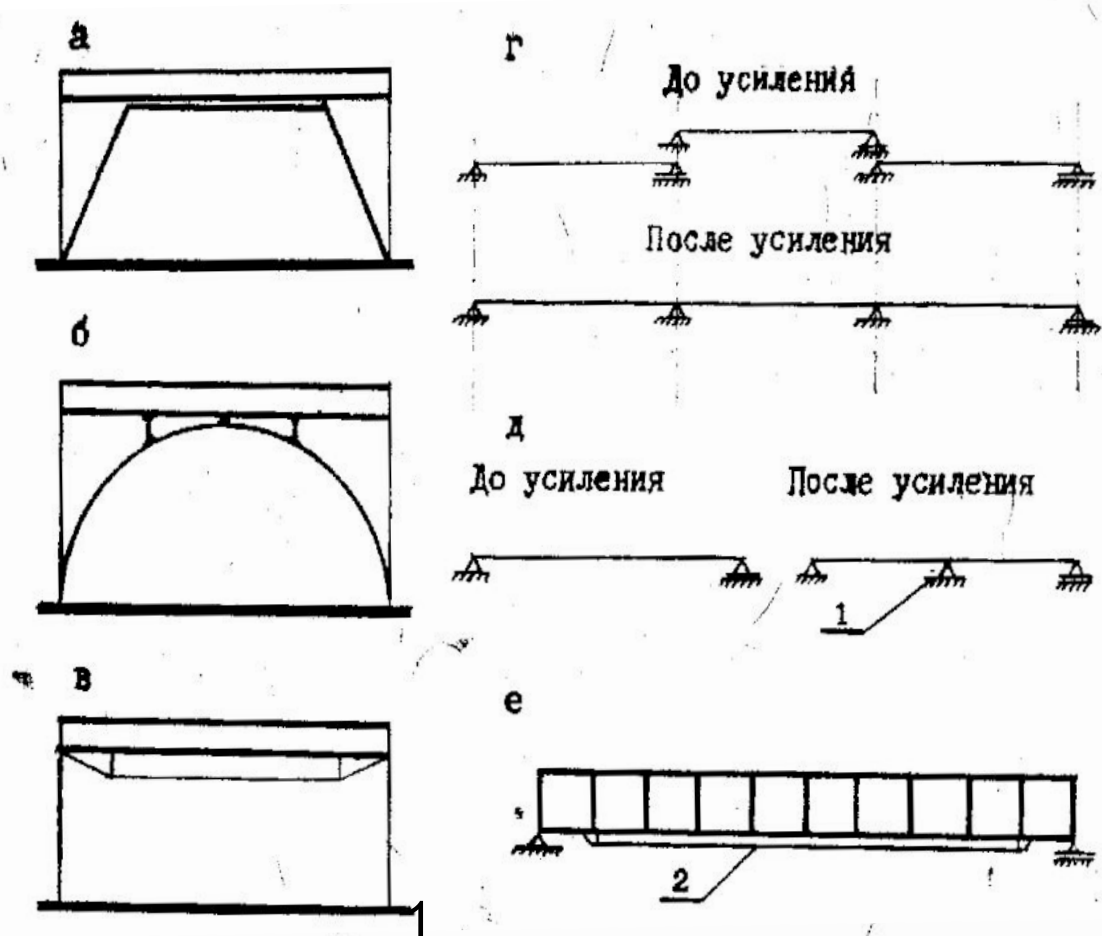


Рис. 2 Усиление стальных балок:

а — путем установки ригельно-подкосной системы; б — путем устройства подпружной арки; в — путем установки шпренгеля; г — замена однопролетных разрезных балок многопролетными неразрезными системами; д — установка дополнительной опоры; е — усиление преднапряженными затяжками:

1 — дополнительная опора; 2 — усиливающая затяжка

Способы усиления стальных балок:

- установка дополнительных подкосов и балок для образования ригельно-подкосной системы (рис. 12, а);
- устройство подпружженных арок к разрезным и неразрезным балкам (рис. 12, б);
- подвеска затяжек со стойками, превращающих обычную балку в шпренгельную (рис. 12, в);
- превращение однопролетных разрезных балок в многопролетные неразрезные системы путем соединения смежных балок на опорах элементами, способными воспринимать опорные моменты (рис. 12, г);
- установка дополнительных опорных стоек для изменения пролета балки, если такое усиление не мешает работе цеха (рис. 12, д);
- введение в работу усиливающей предварительно напряженной затяжки (рис. 12, е);
- увеличение расчетных сечений элементов путем наращивания общей высоты балки (рис. 13, а);
- то же, путем увеличения сечений верхнего и нижнего пояса балки (рис. 13, б).

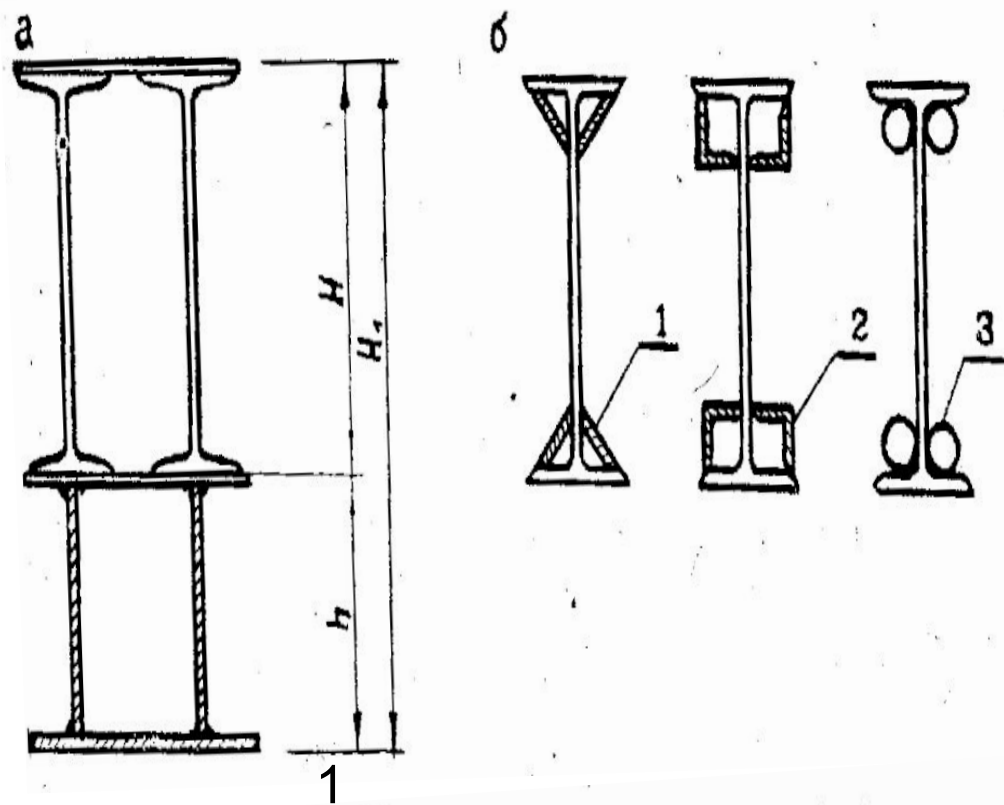


Рис. 3 Варианты усиления сечений балок:

а — усиление балок путем увеличения их высоты; б — усиление путем увеличения сечений верхнего и нижнего поясов балки:

1 — усиливающая стальная полоса; 2 — усиливающий уголок; 3 — усиливающий круглый пруток или труба

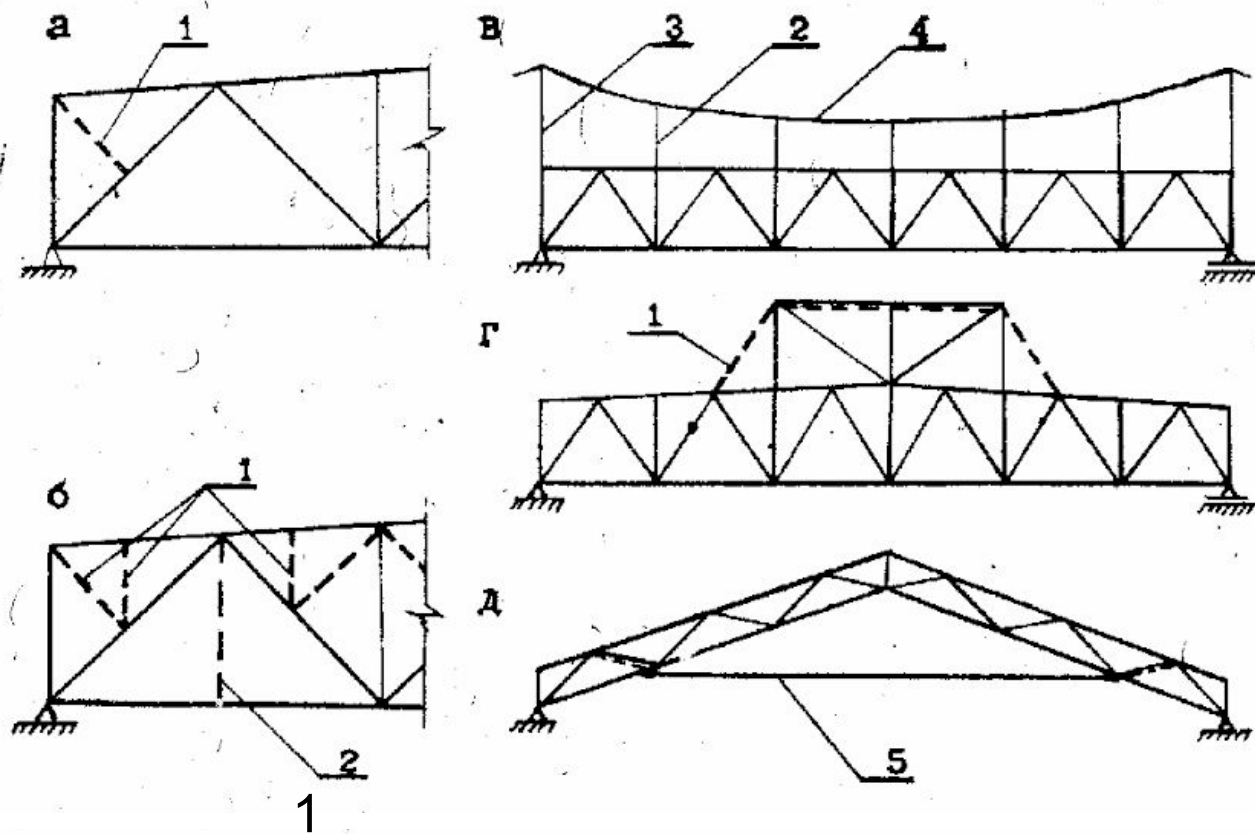


Рис. 4 Усиление стропильных стальных ферм:

a — за счет уменьшения расчетной длины сжатого раскоса в плоскости фермы; *б* — за счет установки дополнительных шпренгелей и подвески при местном изгибе поясов; *в* — путем устройства дополнительной висячей системы; *г* — путем введения фонаря в общую работу фермы; *д* — за счет установки предварительно-напряженной затяжки

1 — дополнительный стержень; *2* — подвеска; *3* — опора; *4* — трос; *5* — затяжка

Усиление стальных ферм имеет свои особенности. Рассмотрим наиболее характерные способы их усиления. К ним относятся:

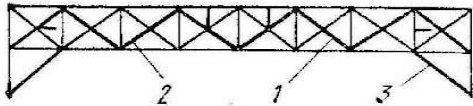
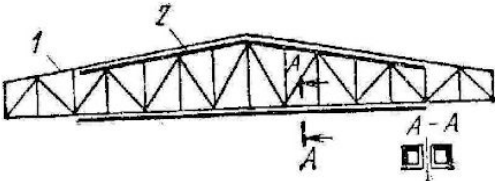
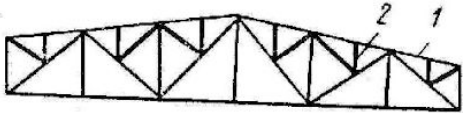
- установка дополнительных элементов, позволяющих уменьшить расчетную длину сжатых или изгибаемых стержней фермы (рис. 14, а, б);

- использование дополнительной висячей системы, состоящей из дополнительных опор и тросовой системы (рис. 14, в);

- включение в работу стропильной фермы конструкций светоаэрационных фонарей с дополнительным усилением его отдельных узлов и элементов (рис. 14, г);

- применение предварительно-напряженной затяжки (рис. 14, д);

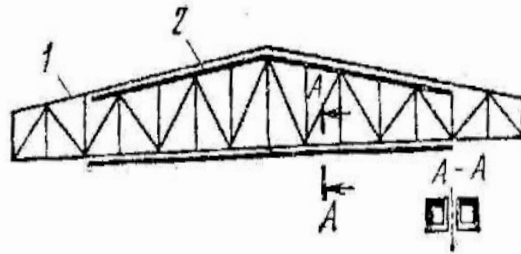
- увеличение расчетных сечений элементов и усиление узлов их сопряжений.

Эскиз конструкции усиления	Область применения	Технология усиления
 <p data-bbox="92 444 730 496">1 — усиливаемая ферма; 2 — элементы усиления решетки; 3 — подкосы</p>	<p data-bbox="765 322 1232 425">Увеличение пространственной жесткости и несущей способности элементов фермы в связи с изменением крановой нагрузки</p>	<p data-bbox="1257 322 1682 451">Усиление опорных раскосов. Введение второй системы решетки и подкосов. Включение дополнительных элементов в работу</p>
 <p data-bbox="88 865 736 925">1 — усиливаемая ферма; 2 — элемент усиления</p>	<p data-bbox="765 729 1232 822">Увеличение и восстановление несущей способности верхнего и нижнего поясов ферм</p>	<p data-bbox="1267 729 1692 822">Введение дополнительных перенапрягаемых элементов, увеличение сечения</p>
 <p data-bbox="92 1239 736 1293">1 — усиливаемая ферма; 2 — элемент усиления</p>	<p data-bbox="765 1150 1232 1236">Уменьшение гибкости элементов. Увеличение несущей способности верхнего пояса</p>	<p data-bbox="1267 1150 1692 1208">Введение в систему решетки отдельных стержней</p>

Эскиз конструкции усиления

Область применения

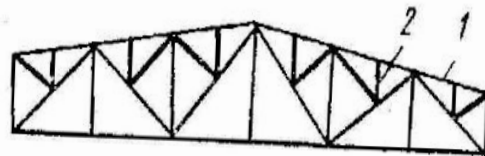
Технология усиления



Увеличение и восстановление несущей способности верхнего и нижнего поясов ферм

Введение дополнительных не-напрягаемых элементов, увеличение сечения

1 — усиливаемая форма; 2 — элемент усиления



Уменьшение гибкости элементов. Увеличение несущей способности верхнего пояса

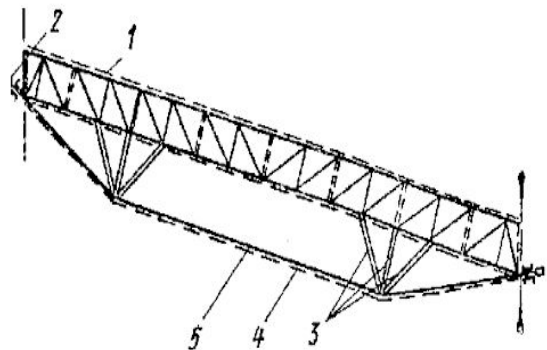
Введение в систему решетки отдельных стержней

1 — усиливаемая ферма; 2 — элемент усиления

Эскиз конструкции усиления

Область применения

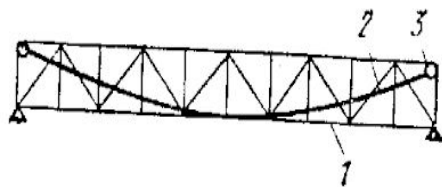
Технология усиления



1 — усиливаемая ферма; 2 — натяжное устройство; 3 — элементы усиления стоек шпренгеля; 4 — ось существующего шпренгеля; 5 — ось элемента усиления

Для транспортных галерей и ферм покрытия, при наличии свободного пространства. Восстановление и повышение несущей способности поясов, повышение жесткости конструкции, возможность регулирования усилий

Введение предварительно напряженной шпренгельной затяжки из высокопрочного материала. Создается усилие в затяжке, равное усилию шпренгелей. После напряжения шпренгель выключается из работы



1 — усиливаемая ферма; 2 — затяжка; 3 — натяжное устройство

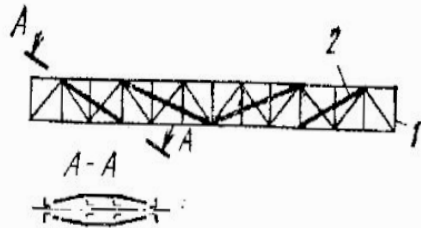
Восстановление и повышение несущей способности поясов ферм и элементов решетки, повышение жесткости конструкций, возможность регулирования усилий

Введение предварительно напряженной затяжки

Эскиз конструкции усиления

Область применения

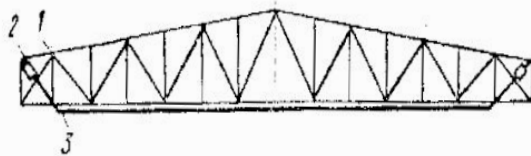
Технология усиления



1 — усиливаемая ферма; 2 — элемент усиления (оттяжка)

Восстановление и повышение несущей способности всех элементов фермы

Введение отдельных предварительно напряженных оттяжек



1 — усиливаемая ферма; 2 — натяжное устройство; 3 — затяжка (элемент усиления)

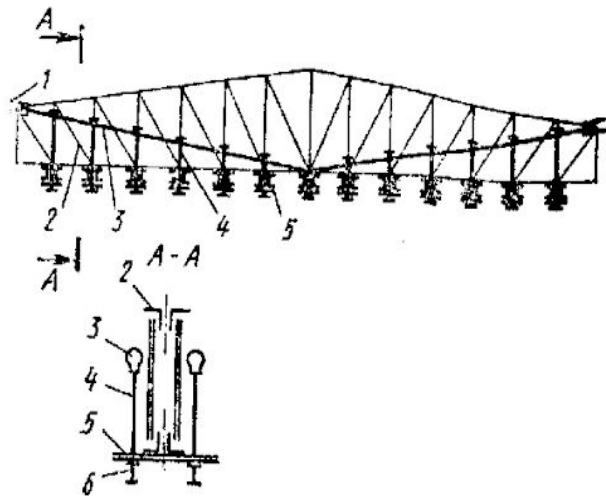
Восстановление несущей способности элементов фермы (нижнего пояса элементов решетки); увеличение несущей способности элементов фермы в связи с увеличением крановой нагрузки

Введение предварительно напряженной затяжки

Эскиз конструкции усиления

Область применения

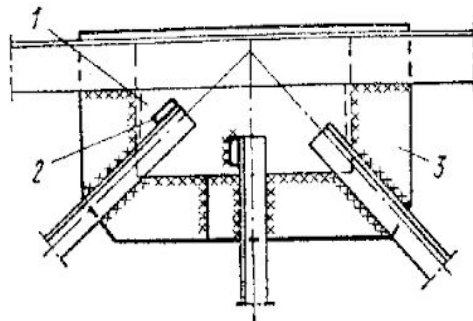
Технология усиления



1 — узел крепления цепи на конце фермы; 2 — ферма; 3 — шарнирно-стержневая цепь; 4 — подвеска; 5 — упорные элементы под узлами фермы; 6 — натяжные гайки

Восстановление несущей способности элементов фермы (нижнего пояса элементов решетки); увеличение несущей способности элементов фермы в связи с увеличением крановой нагрузки

Устройство шарнирно-стержневой цепи по обе стороны фермы. Приложение к узлам фермы нагрузки, обратной эксплуатационной в виде ряда сосредоточенных сил, число, расположение и значение которых выбирают заранее и определяют очертание цепи



1 — деталь конструкции усиления; 2 — планки-коротыши; 3 — детали развития фасонки

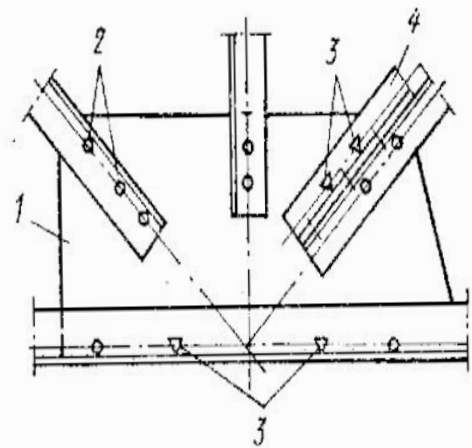
Увеличение и восстановление несущей способности сварных соединений

Увеличение длины сварных швов путем введения в конструкцию узла дополнительных деталей. Увеличение толщины сварных швов наплавкой

Эскиз конструкции усиления

Область применения

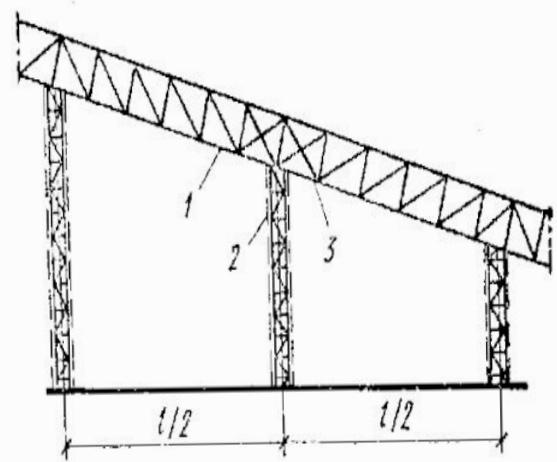
Технология усиления



Увеличение и восстановление несущей способности болтовых соединений

Введение в конструкцию узла дополнительных болтов (заклепок)

1 — деталь усиливаемой конструкции; 2 — существующие заклепки (болты); 3 — дополнительные болты; 4 — дополнительная деталь



При наличии свободного пространства. Уменьшение пролета несущих балочных конструкций, разгрузка существующих конструкций

Подведение дополнительных разгружающих конструкций (колонн)

1 — усиливаемая ферма; 2 — подводимая и разгружающая опора; 3 — элементы усиления

1.6. Подкрановые балки

В производственных зданиях применяются стальные и железобетонные подкрановые балки. Современные стальные конструкции подкрановых балок более легки и поэтому более чувствительны к дефектам монтажа и нарушениям условий работы мостового крана. При благоприятных условиях фактический срок службы стальных балок достигает 50-70 лет, для зданий с тяжелым режимом работы крана уже через 6-10 лет эксплуатации наблюдаются серьезные дефекты в подкрановых балках. К таким дефектам следует отнести нарушение крепления подкрановых и тормозных конструкций, появление усталостных трещин в местах соединения стенки балки с верхним поясом, расшатывание заклепок в верхней части балок и др.

Как показывает опыт эксплуатации, железобетонные подкрановые конструкции недостаточно стойки к воздействиям ударных нагрузок и высоких температур. Для них характерны следующие два вида дефектов: нарушение целостности верхних полок и опорных частей балок.

При реконструкции производственных зданий наиболее широкое распространение получили следующие виды работ:

- усиление подкрановых балок путем снижения нагрузок на них (косвенный метод усиления);

- усиление железобетонных подкрановых балок, с помощью стальных элементов;

- усиление стальных;

- замена существующих балок на новые. Это вызвано требованиями новой технологии, когда необходимо заменить один мостовой кран на другой с большей грузоподъемностью. При замене подкрановых балок может оказаться, что новые балки с большей несущей способностью будут иметь и высоту больше, чем существующие. Высота крана может также быть выше прежней величины. Замену подкрановых балок следует осуществлять по одному из следующих вариантов: применение типовых подкрановых балок с подъемом всего покрытия; применение типовых подкрановых балок с устройством новых консолей для балок, расположенных ниже существующих; применение нетиповых подкрановых балок.

- *замена подкрановых балок на подкрановую эстакаду.* Снятие крановой нагрузки позволяет разгрузить колонны здания, что не требует их усиления (косвенный метод усиления колонн).

2. Особенности реконструкции многоэтажных производственных зданий

Производственные площади многоэтажных зданий промышленных предприятий составляют около 25% всего промышленного строительства в нашей стране.

При рассмотрении архитектурно-планировочных и конструктивных схем существующих многоэтажных зданий старой застройки можно отметить, что многие из них в разные периоды эксплуатации подвергались капитальному ремонту или реконструкции. Необходимость выполнения строительных работ по восстановлению или усилению несущих конструкций, вызвана моральным старением и физическим износом производственных зданий.

Многоэтажные здания старых предприятий по конструктивной схеме подразделяются на бескаркасные, с полным и неполным каркасом.

Бескаркасные здания. Многоэтажные кирпичные производственные здания по конструктивным и планировочным схемам аналогичны некоторым многоэтажным зданиям общественного назначения. Этажность производственных зданий - до 3-4 этажей. Несущими конструкциями перекрытия являются клепаные стальные балки пролетом 10-12 м. Мощные кирпичные стены опираются на монолитный (чаще всего бутовый) фундамент. Крыши - скатные, имеют чердачные помещения.

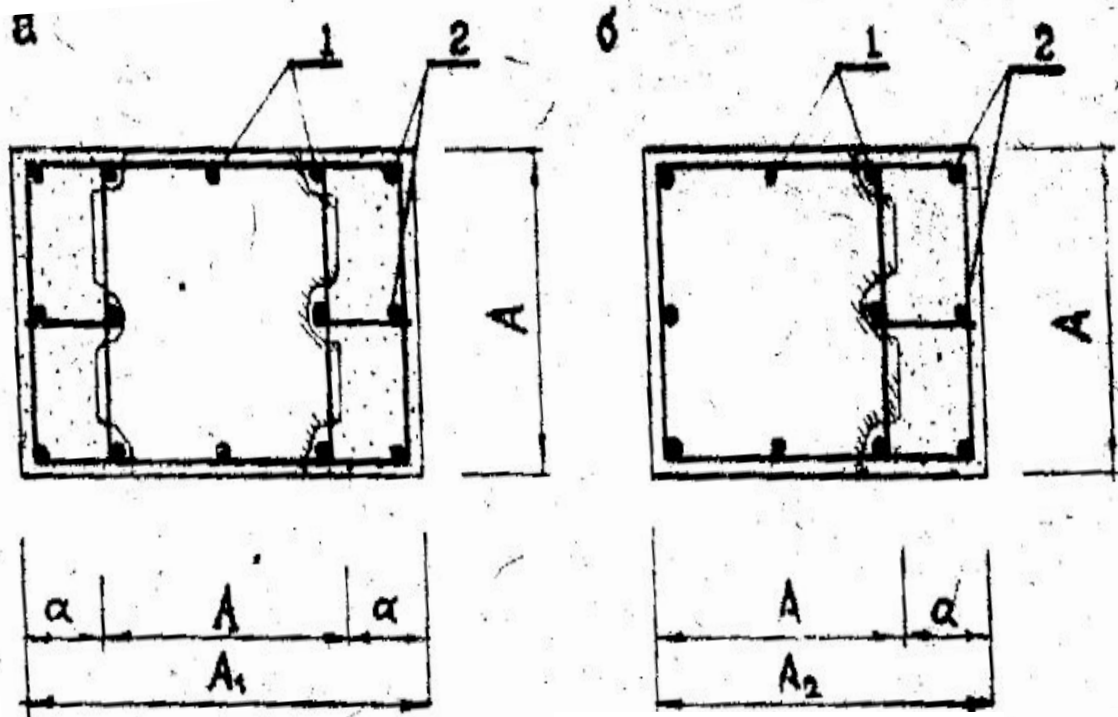
Здания с неполным каркасом. Такие здания также имеют наружные несущие стены, а в качестве внутренних опор используются армированные кирпичные столбы с металлическими или монолитными железобетонными прогонами (главными балками, опирающимися на них). Встречаются здания, где внутренний каркас (колонны и балки перекрытия) выполнен полностью из монолитного железобетона. Крыши старых зданий так же, как и в бескаркасных зданиях - скатные чердачные.

Каркасные здания. Каркасы старых зданий выполнены в основном из монолитного железобетона и металла. Следует отметить, что монолитные каркасы многоэтажных зданий, представляющие собой рамные конструкции в обоих направлениях, обладают повышенной жесткостью и устойчивостью и могут воспринимать значительные статические и динамические нагрузки.

При реконструкции многоэтажных производственных зданий часть конструкций усиливается, часть сохраняется без изменения, а сильно разрушенные элементы, которые мало пригодны для ремонта и усиления, разбираются и заменяются на новые.

С целью восстановления или увеличения несущей способности основных несущих конструкций без изменения их конструктивной схемы применяется метод увеличения расчетных сечений отдельных элементов: устройство армированных рубашек, наращивание сечений и установка корсет-обойм.

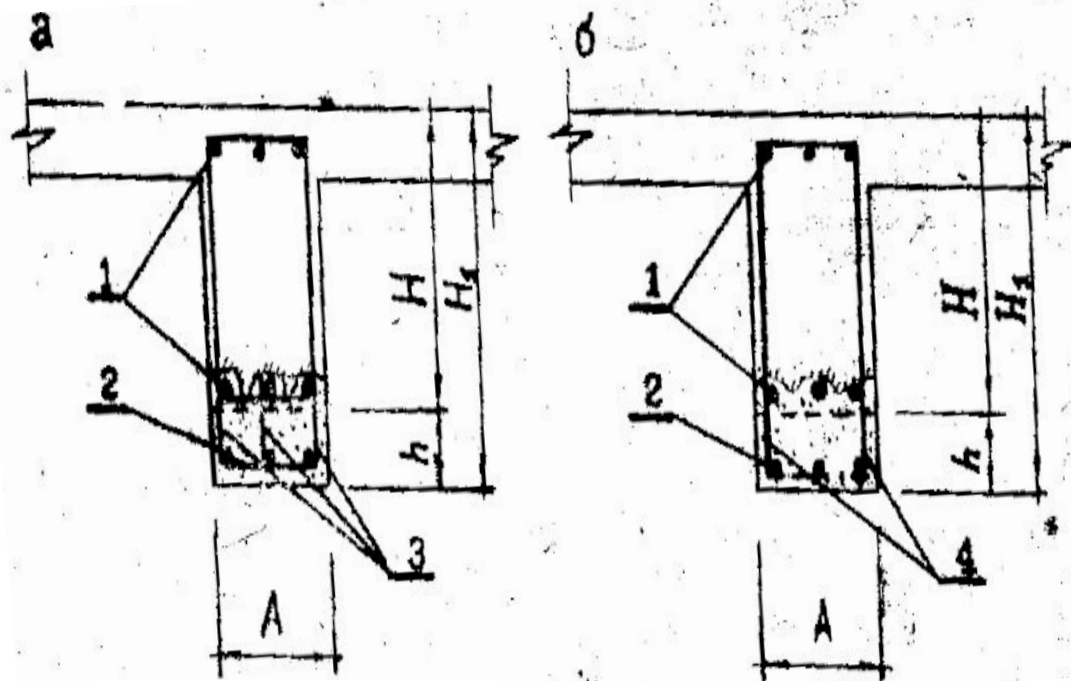
Способ наращивания сечений, осуществляемый путём увеличения размеров рабочих сечений сохраняемых элементов, применяется при усилении железобетонных колонн и балок перекрытия. Наращивание сечения колонн производится с одной или двух сторон: одностороннее или двустороннее (см. рис. 15, 16).



1

Рис. 5 Усиление колонн путем наращивания сечения:
 а — двустороннее наращивание; б — одностороннее наращивание:

1 — существующая арматура; 2 — вновь устанавливаемая арматура



1

Рис. 6 Усиление балок путем наращивания сечения:

а — использование коротышей; б — использование отгибов:

1 — существующая арматура; 2 — вновь устанавливаемая арматура; 3 — коротыши; 4 — отгибы

Наращивание сечений балок монолитных железобетонных перекрытий выполняется следующим образом: вначале отбивается защитный бетон, к существующей арматуре привариваются коротыши с дополнительной рабочей арматурой, а далее производится ее обетонирование (рис. 16, а). Установка дополнительной рабочей арматуры может осуществляться и другим способом: после удаления защитного слоя хомуты поперечной арматуры разрезаются и отгибаются, дополнительная рабочая арматура в этом случае приваривается непосредственно к отогнутым хомутам (рис. 16 б).

Часто применяется способ усиления колонн с помощью корсет-обойм. Уголки данного усиления упираются в перекрытия через опорные, стальные прокладки, которые привариваются предварительно вскрытой рабочей арматуре колонны (рис, 17, а).

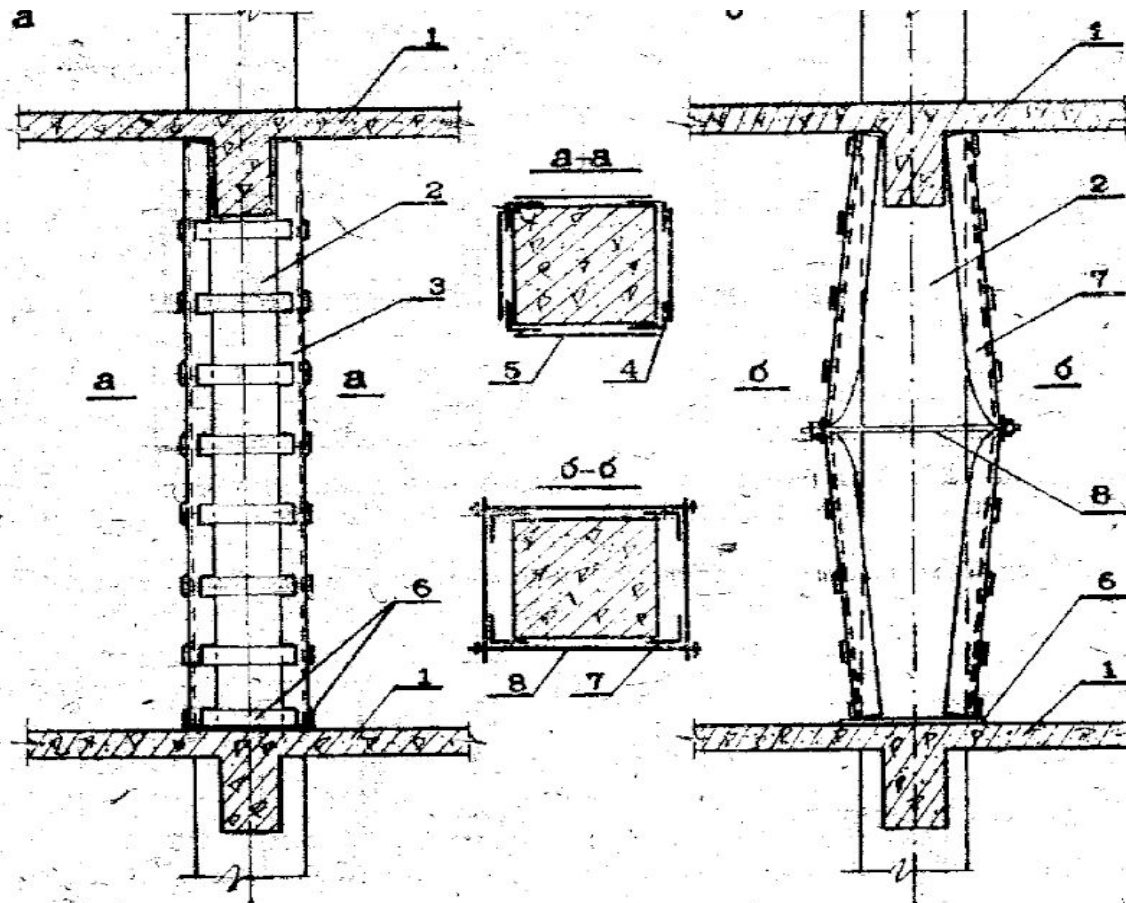


Рис. 17. Усиление железобетонных колонн многоэтажных зданий
 а – усиление стальной обоймой (корсет-обоймой); б – усиление
 преднапряженными распорками:

- 1 – железобетонное перекрытие; 2 – колонны; 3 – корсет-обойма; 4 –
 уголки;
 6 – опорные планки; 7 – распор-уголок; 8 – крепежные монтажные
 болты.