

Глава 1 Основные положения технологии и организации строительно-монтажных работ при реконструкции зданий и сооружений

Тема 1.1 Технологии и организация строительно-монтажных работ при реконструкции зданий и сооружений.

Тема 1.1.1 Жизненный цикл здания

Длительность производственного цикла в строительстве предопределяет большое число участников процесса и этапность в их взаимодействии.

Схема жизненного цикла инвестиционного проекта представлена на рис. 1.1.

Таким образом, каждый проект проходит ряд последовательных фаз.

Каждая фаза инвестиционного строительного проекта предполагает выполнение логически связанных работ, мероприятий и процедур, представленных в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Состав и содержание работ, исполнители, исходная информация и результаты работ по фазам развития
инвестиционного проекта

Фаза	Вид работ	Исполнитель	Исходная информация	Результаты и документы
1	2	3	4	5
Преинвестиционные исследования и планирование проекта	1.Изучение прогнозов экономического и социального развития РФ	Заказчик (инвестор). Группы управления проектами со стороны заказчика (маркетинг, производственная, финансовая и др.группы)	Прогнозы социального и экономического развития РФ, документы государственного регулирования, обязательные для всех участников	Первоначальный замысел
	2. Изучение и анализ условий для воплощения первоначального замысла	Заказчик (инвестор). Консультанты. Группы управления проектами со стороны заказчика. Государственные структуры(участие или контроль)	Природные ресурсы. Будущий спрос на продукцию или услуги (прогноз). Воздействие окружающей среды. Кооперация со смежниками. Расширение существующих производств. Качество и стоимость продукции (услуг).	Задание на разработку предпроектного обоснования ассигнований на проект

		Экспертно-импортные возможности. Наличие ресурсов	
3. Предпроектное обоснование инвестиций, анализ альтернативных вариантов и выбор лучшего	Заказчик (инвестор). Генпроектировщик или Консалтинговая фирма	Задание на разработку предпроектного обоснования. Основные сведения о намечаемом районе строительства. Конъюнктура рынка. Основные технологические и строительные решения. Оценка природной сферы	Оценка жизнеспособности проекта по вариантам и выводы по материалам обоснований. Документы по предварительному инвестиционному решению
4. Предварительное согласование местоположения объекта и подготовка декларации о намерениях	Заказчик. Органы местного самоуправления	Документация по выбранному варианту	Ходатайство о предварительном местоположении объекта. Декларация о намерениях. Согласие на выделение участка под строительство
5. Экологическое обоснование местоположения объекта	Заказчик (инвестор). Генпроектировщик	Состояние окружающей среды; ущерб, наносимый предприятием	Экологическое обоснование (формы)
6. Экспертиза экологического обоснования	Органы государственной экологической экспертизы	Результаты экологического обоснования	Заключение по условиям природопользования
7. Согласование,	Заказчик.	Предварительное	Акт о предоставлении

утверждение и оформление акта выбора земельного участка	Органы местной администрации	согласование. Заключение экологической экспертизы	земельного участка
8.Предварительное инвестиционное решение	Инвестор. Заказчик	Документы предпроектного обоснования, акт о предоставлении земельного участка	Инвестиции на разработку предпроектной документации
9.Организация и проведение тендеров на проектно-изыскательские работы (ПИР), заключение договоров	Заказчик. Тендерный комитет. Генпроектировщик. Консалтинговая фирма	Документация по инвестиционному решению	Тендерная документация. Проведение тендера. Заключение контрактов

1	2	3	4	5
Проектирование	10.Разработка плана ПИР	Проект-менеджер	Документация по инвестиционному решению	План ПИР
	11.Выдача задания на проектирование	Заказчик. Генпроектировщик. Субпроектировщики	Исходно-разрешительная документация	Задание на проектирование по очередям
	12.Выполнение инженерно-экономических изысканий	Проектно-изыскательские организации	Задание на проектирование	Материалы изысканий
	13.Разработка проектной документации	Генпроектировщик	Задание на проектирование. Материалы изысканий	Проектная документация, в том числе: общая пояснительная записка; строительные решения; проект организации строительства (ПОС); сметная документация; Состав ПОС: календарный план; стройгенплан; организационно-технические схемы последовательности возведения зданий; ведомости объемов СМР,

			потребности в конструкциях, материалах и оборудовании; графики потребности в строительных машинах и транспортных средствах, кадрах; пояснительная записка
14.Согласование и утверждение проектной документации	Заказчик	Проектная документация	Утверждение проектной документации
15.Принятие окончательного решения об инвестировании	Инвестор. Заказчик	Проектная документация	Инвестиции на проект
16.Заключение договоров на поставку технологического оборудования	Заказчик	Проектная документация	Договоры (контракты) на поставку оборудования
17.Отвод земли под строительство; выдача лицензии на природопользование; ходатайство об изъятии и предоставлении участка	Органы государственной экологической экспертизы. Местные органы власти. Заказчик	Решение о проектировании и строительстве	Документация об отводе земельного участка

18.Разрешение на строительство	Заказчик. Местные органы власти	Исходно-разрешительная документация. Проектная документация	Разрешение на строительство
19.Организация и проведение тендеров на строительство, заключение договоров	Заказчик. Тендерный комитет. Подрядчики	Проектная документация	Тендерная документация. Контракты
20.Разработка рабочей документации	Генпроектировщик. Проектировщик. Генподрядчик. Подрядчик	Проектная документация	Рабочая документация, в том числе: сметы; ведомости объемов СМР; ведомости потребности в материалах; спецификации на оборудование

1	2	3	4	5
Проектирование	21.Задание на разработку проекта производства работ (ППР)	Генподрядчик. Подрядчики	Рабочая документация	Состав ППР: календарный план; стройгенплан; график поступления строительных материалов и оборудования; график движения по объекту машин и рабочих; технологические карты; решения по производству геодезических работ; решение по технике безопасности; пояснительные записки
Строительство	22. Разработка оперативного плана строительства	Подрядчики	Рабочая документация. Данные по: составу бригад; составу машин и механизмов; стоимости машино-смены; трудоемкости работ; объемам и стоимости работ; производственным нормативам	Оперативный план

	23.Разработка графиков поставки ресурсов	Подрядчики. Поставщики	ППР. Рабочая документация	Графики поставки ресурсов
	24.Заключение контрактовс поставщиками	Подрядчики. Поставщики	Графики поставки ресурсов	Контракты
	25.Разработка графиков работы машин	Подрядчики. Управление механизации	ППР	Графики работы машин
	26.Контракты и учет выполнения работ	Подрядчики. Поставщики. Управление механизации	Оперативный план. Графики ресурсов	Отчет о выполнении работ
	27. Корректировка оперативных планов	Подрядчики	Отчет о выполнении работ	Оперативные планы
	28. Оплата (финансирование) выполнения работ	Заказчик. Генподрядчик	Рабочая документация	Платежные требования
Завершающая фаза	29. Пусконаладочные работы	Генподрядчик. Заказчик	Рабочая документация	Запуск технологического оборудования
	30. Сдача объекта	Генподрядчик. Заказчик. Эксплуатирующая организация	Завершенный объект	Промежуточный контроль. Приемочный контроль. Акты на скрытые работы, акты приёмок и т.д. Перечень недоделок
	31. Эксплуатация	Заказчик. Эксплуатирующая организация	Завершенный объект	Исполнительные документы. Доходы от эксплуатации

Тема 1.1.2 Физический и моральный износ зданий и методы его определения.

В результате эксплуатации зданий они подвергаются как физическому, так и моральному износу.

Физический износ - потеря зданием с течением времени прочности, устойчивости, снижение тепло и звукоизоляционных свойств, водо- и воздухопроницаемости (т. е. снижение потребительской стоимости здания в связи с выходом из строя его элементов и систем).

Основные причины физического износа: природные факторы и технологические процессы, связанные с использованием здания.

Физическому износу здание подвергается неравномерно, так как оно состоит из различных элементов, у которых неодинакова продолжительность безотказной работы.

Процент износа зданий определяют по срокам службы зданий и фактическому состоянию конструкции, для чего используют инструкции по переоценке фондов и определению износа. Для постоянного учета зданий и сооружений, а также систематического текущего определения их физического износа существует "Бюро технической инвентаризации". Эта организация составляет на каждое здание технический паспорт с описанием конструктивных элементов здания и его параметров (объем, жилищная площадь, площадь всех подсобных помещений и т. д.) с указанием планов земельных участков и этажей здания.

Физический износ устанавливают:

1. На основании визуального осмотра конструктивных элементов и определяя процентные потери ими эксплуатационных свойств вследствие физического износа (с помощью специальных таблиц).
2. Экспертным путем с оценкой остаточного срока службы.
3. Расчетным путем при отсутствии видимых признаков физического износа.

4. Инженерными обследованиями зданий с определением стоимости работ необходимых для восстановления эксплуатационных свойств конструкций и инженерных систем.

Физический износ здания определяют как среднеарифметическое износа отдельных девяти элементов: фундамента; стен; перекрытий; крыш и кровли; полов; оконных и дверных устройств; отделочных работ; внутренних сантехнических и электротехнических устройств; прочие элементы (балконы и т. п.).

Физический износ здания определяется по формуле 1 и измеряется в процентах.

$$Q = \sum d_i \cdot t_i / 100\% \quad (1)$$

где d_i - удельная стоимость конструктивного элемента или инженерной системы в общей восстановительной стоимости, %;

t_i - износ конструктивного элемента, устанавливается при техническом обследовании, %.

Техническое состояние здания оценивается по таблице 1.

Таблица 1

Оценка технического состояния зданий

Физический износ	Оценка технического состояния	Общая характеристика технического состояния	Примерная стоимость капитального ремонта
0-20%	хорошее	Повреждений, деформаций нет. Имеются отдельные устранимые при текущем ремонте мелкие дефекты, не влияющие на эксплуатацию конструктивного элемента. Капитальный	до 10 %

		ремонт может проводиться лишь на отдельных участках, имеющих относительный износ	
21-40 %	удовлетворительное	Конструктивные элементы в целом пригодны для эксплуатации, но требуют некоторого капитального ремонта, который целесообразен на данной стадии	15-30%
41-60%	неудовлетворительное	Эксплуатация конструктивных элементов возможна при условии значительного капитального ремонта	40-80%
61-80%	плохое	Состояние несущих конструктивных элементов аварийное, а ненесущих весьма ветхое, выполнение конструктивными элементами своих функций возможно лишь при проведении охранных мероприятий или полной смены конструктивного элемента	90-120%

а) полный срок б) близко к нормативному

$$Q_{\phi} = T \times 100 / (T + \Delta t) \quad Q_{\phi} = T(T \times t) \times 100 / 2t \quad (2)$$

Где Т – нормативный срок службы, лет;

t – фактический срок службы;

Δt - возможный остаточный срок службы, определяют экспериментальным или инструментальным методами.

На практике принято считать полный износ здания соответствующий физическому износу 70 - 75 %.

Моральный износ - зависит от НТП в промышленности и строительстве и бывает двух форм:

1)связанный со снижением стоимости здания по сравнению с его стоимостью в период строительства, что связано со снижением затрат труда на сооружение таких же объектов на момент оценки;

2)связанный со старением здания или его элементов по отношению к существующим на момент оценки объемно планировочных, санитарно-гигиенических и других требований.

Моральный износ здания в процессе эксплуатации нельзя предусмотреть. Методами проектирования с учетом прогноза НТП можно получить такие объемно планировочные и конструктивные решения, которые обеспечат соответствие их действующим требованиям на более длительный период эксплуатации зданий.

Физический износ в процессе эксплуатации можно предусмотреть. Нормативный срок службы конструкции или инженерной системы установлен с учетом мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту предупреждающих их преждевременный износ. При этом в процессе эксплуатации устранение физического износа производится путем полной или частичной замены изношенных элементов конструкций.

Срок службы некоторых конструкций меньше общего срока службы здания, поэтому за период эксплуатации здания такие конструкции приходится менять один или несколько раз, что выполняется при капитальном ремонте здания. Капитальный ремонт здания предупреждает устранение физического износа конструкции или инженерных систем.

Устранение морального износа требует значительных затрат и выполнение больших объемов работ (устройство новых инженерных систем или замена материала конструкций).

Моральный износ жилого фонда ликвидируется при модернизации здания или реконструкции.

Модернизация - приведение здания в соответствие современным требованиям проживания, эксплуатации. При модернизации могут улучшаться планировочные решения, устанавливаться новое инженерное оборудование.

Реконструкция - изменение технико-экономических показателей (количества и качества квартир, изменение строительного объема, площади и т.д.), изменение назначения.

Тема 1.1.3 Классификация ремонтно-строительных работ.

Существует два основных вида ремонта: текущий и капитальный; они подразделяются соответственно на планово-предупредительный (профилактический) и аварийный (непредвиденный) текущий ремонт и планово-предупредительный (комплексный) и выборочный капитальный ремонт.

Текущий ремонт заключается в систематически и своевременно проводимых работах по предохранению частей зданий и оборудования от преждевременного износа и по устранению возникших мелких повреждений и неисправностей.

Основным видом текущего ремонта является планово-предупредительный (профилактический) ремонт ТПР. К работам ТПР относятся ремонт и окраска кровель, окраска и частичная замена водосточных труб, частичный ремонт дверей и окон.

К работам текущего непредвиденного ремонта ТНР относятся срочные исправления мелких аварийных повреждений (например, в системах отопления, водоснабжения), замена разбитых стекол и т.д.

Капитальный ремонт заключается в замене или восстановлении эксплуатационных характеристик всех конструкций, санитарно-технических систем, инженерных устройств и оборудования в связи с их физическим или моральным износом и разрушением.

Под физическим износом элементов здания и всего здания понимается ухудшение их эксплуатационных и технических свойств, под моральным – изменение качеств здания, его комфортных условий и степени благоустройства.

Основанием для назначения здания или сооружения на капитальный ремонт может являться не наличие в них неисправностей, а сроки службы элементов, которые необходимо ремонтировать, чтобы предупредить появление неисправностей, улучшить качественные характеристики зданий.

При очередном плановом капитальном ремонте меняется состав ремонтируемых элементов, так как межремонтные сроки службы конструкций, инженерных систем и оборудования имеют существенные различия.

Комплексный капитальный ремонт охватывает все здание в целом или отдельные секции для устранения морального и физического износа.

Через 9 лет с действующими нормативами ремонтируют крышу, фасады, лестничные клетки, системы горячего водоснабжения...Еще через 9 кроме перечисленного выше частично полы, электрооборудование, холодное водоснабжение. Выборочный капитальный ремонт (ВКР) предусматривает замену изношенных конструкций, оборудования или их элементов, ремонт которых вызван значительным износом и не может быть отложен до очередного планово-предупредительного (комплексного) ремонта. Периодичность ВКР- 5...6 лет.

Близко к понятию капитальный ремонт находится реконструкция и переустройство зданий.

Реконструкция здания представляет собой его переустройство с назначением, внутреннего или внешнего вида. При реконструкции здания кроме работ по капитальному ремонту выполняются также работы, связанные с новым строительством.

Переустройство здания – понятие, обозначающее ремонтные работы, проводимые в здании с целью улучшения его эксплуатационных качеств, ликвидации физического, морального износа и повышения степени его благоустройства.

Тема 1.1.4 Проектная документация на реконструкцию зданий.

В зависимости от объема и сложности конкретного объекта реконструкции устанавливаются следующие *стадии проектирования* :

- 1) эскизный проект (ЭП);
- 2) технико-экономическое и архитектурно-историческое обоснование (ТЭО);
- 3) рабочий проект (РП), проект (П);
- 4) рабочая документация (РД).

Категория сложности объекта реконструкции и, соответственно, проектные стадии устанавливаются заказчиком и отражаются в задании на разработку проектной документации. Поэтому возможны следующие варианты проектной деятельности:

- 1) в три стадии (ЭП + П + РД);
- 2) в две стадии (ЭП + РД) или (П + РД)
- 3) в одну стадию (РД при наличии утвержденного ТЭО).

Эскизное проектирование реконструкции (ЭП) — это стадия, на которой утверждается состав работ по рабочему проектированию и начало проектно-конструкторской деятельности, а также корректируется технико-

экономическое и архитектурно-историческое обоснование проекта. В состав ЭП включаются: пояснительная записка, архитектурно-строительные решения, основные чертежи, решения по инженерному оборудованию. После обсуждения ЭП и положительного заключения по нему заказчик подготавливает задание на разработку проектной документации, состав которой определяется стандартами СПДС и уточняется заказчиком и проектировщиком в договоре (контракте) на проектирование.

Двухстадийное проектирование реконструкции зданий и сооружений предусматривает разработку:

- 1) общей пояснительной записки;
- 2) основных чертежей (ситуационный план, схема генплана с указанием всех строений, объемов работ по благоустройству территории, принципиальных решений по внешним инженерным сетям);
- 3) строительных решений, содержащих краткое описание архитектурно-строительных планов, основных мер по водоснабжению и канализации, вентиляции, газо- и электроснабжению, перечень применяемых типовых решений, конструкций, узлов, планов по защите населения в чрезвычайных условиях;
- 4) чертежей (планов, фасадов, разрезов) здания со схематическим изображением несущих и ограждающих конструкций;
- 5) инженерных разделов проекта;
- 6) проекта организации реконструкционных мероприятий в соответствии с ВСН-41-85(р) Госгражданстроя;
- 7) раздела по технической эксплуатации здания;
- 8) сметной документации.

Общая пояснительная записка к проектно-сметной документации по реконструкции здания или сооружения должна содержать:

1) основание для проектирования реконструкции (решения муниципальных органов и федеральных служб, разрешающих проведение реконструкции);

2) краткую характеристику здания, включая вопросы градостроительного проектирования;

3) генплан с элементами благоустройства;

4) обоснование и описание архитектурно-строительных решений и пр.

При разработке проектной документации выполняется необходимая доработка и конкретизация принципиальных архитектурно-строительных решений, принятых в проекте.

Рабочая документация по своему назначению подразделяется на документацию:

а) для производства строительно-монтажных работ, выполняемых непосредственно в реконструируемом здании;

б) на строительные изделия. Полный комплект рабочей документации для реконструкции здания включает:

1) объектную смету;

2) рабочие чертежи по видам работ;

3) сводную ведомость объемов реконструктивных работ;

4) сводную ведомость потребности в материалах.

В состав сметной документации для одностадийного проектирования реконструкции входят:

1) сводный сметный расчет, определяемый по объектным и локальным сметам, составляемым по рабочим чертежам, с использованием прейскурантов на различные виды работ;

2) сводка затрат;

3) объектные сметы — в случае отсутствия прейскурантов и укрупненных сметных норм;

4) локальные сметы (при тех же условиях);

5) сметы на проектные и инженерно-технические обследования зданий;

б) ведомость сметной стоимости реконструкции отдельных объектов, входящих в состав комплекса (очереди).

Для двухстадийного проектирования на стадии проекта составляются:

1) сводный сметный расчет, который определяется по укрупненным показателям;

2) сводка затрат;

3) объектные и локальные сметные расчеты;

4) сметы на проектные работы и инженерно-техническое обследование здания;

5) ведомость сметной стоимости производства работ по объектам;

6) ведомость материалов;

7) пояснительная записка.

В состав смет по рабочей документации входят:

1) объектные сметы по рабочим чертежам;

2) локальные сметы по рабочим чертежам;

3) ведомость сметной стоимости реконструктивных работ;

4) ведомость материалов;

5) пояснительная записка.

В сводном сметном расчете стоимости реконструкционных работ, составляемом по стандартной форме 2.1, средства распределяются следующим образом:

1) подготовка площадки реконструируемого здания;

2) основные объекты реконструкции;

3) объекты подсобного и обслуживающего характера;

4) наружные сети и сооружения;

5) благоустройство и озеленение территории;

6) временные здания и сооружения;

7) прочие затраты (в том числе, на техническое обследование здания);

8) технический и авторский надзор;

9) проектные работы.

За итогом сводного сметного расчета стоимости реконструкции здания указываются возвратные суммы.

Сводка затрат составляется по стандартной форме 2.2. Объектные (форма 2.3) и локальные (форма 2.3) сметы, составляемые по рабочим чертежам, определяют сметную стоимость отдельных объектов.

Дополнительные средства на возмещение затрат подрядчика, выявленных после утверждения рабочего проекта реконструкции в связи с введением повышающих коэффициентов, включаются в сводный расчет отдельной строкой с последующим изменением итоговых показателей стоимости реконструкции и утверждением произведенных уточнений инстанцией, ранее утвердившей проект.

В целях: а) совершенствования порядка предпроектной и проектной подготовки строительства и реконструкции, сокращения сроков согласования, а также повышения качества исходно-разрешительной и распорядительной документации и б) заблаговременного предоставления инвесторам достоверной информации о возможных затратах на реконструкцию муниципальными властями устанавливается определенный порядок подготовки исходно-разрешительной документации.

Тема 1.1.5 Организация процессов реконструкции без остановки эксплуатации зданий и сооружений.

Организационные и технологические отличия в производстве СМР по сравнению с новым строительством весьма существенны и вызывают большие трудности как на стадии проектирования производства работ, так и в процессе их осуществления.

К таким специфическим особенностям прежде всего следует отнести:

- стесненность строительной площадки и ограниченность фронта работ;

- совмещение СМР с производственной деятельностью реконструируемого предприятия, или, - в другом варианте - необходимость разделения рабочего времени между двумя основными участниками;
- отличный от нового строительства набор работ подготовительного периода;
- индивидуальность объемно-планировочных и конструктивных решений реконструированных объектов;
- значительные объемы разнородных, рассредоточенных и мелкообъемных работ, выполняемых вручную;
- методы отдельных работ, характерные для реконструкции: усиление, демонтаж и снос зданий (сооружений) полностью или частично, закрытые способы прокладки коммуникаций и др.

Фактор стесненности проявляется в ограничении фронта работ и возможностей использования строительной техники, трудности в доставке и складировании необходимых ресурсов в зоне работ и, как следствие, снижение производительности труда и увеличение продолжительности строительства, что в результате приводит к повышению стоимости СМР. Иногда различают внутреннюю и внешнюю стесненность, где первое характеризует непосредственно фронт работ, а второе - условия работы на площадке строительства.

Совмещение СМР с процессом эксплуатации возможно в двух основных вариантах:

- реконструкция с остановкой основного производства;
- реконструкция без остановки

В первом случае на все время производства СМР прекращается промышленное производство, выводятся жильцы из домов или службы из зданий гражданского производства.

Для промышленных объектов - это единственно возможный метод при производствах с непрерывным технологическим процессом (производство стали, бумаги, конвейерная сборка и т. п.), особо чистое производство

(электронная, фармацевтическая промышленность и т. п.), а также, когда есть возможность временно разместить производство или компенсировать выпуск продукции на других аналогичных заводах (цехах). Планируя основной период КП в варианте с полной остановкой производства, надо предусмотреть максимальное насыщение ресурсами фронта работ, установив трехсменный режим работы, а в необходимых случаях, - сверхурочные часы и работу в выходные и праздничные дни.

Во втором случае СМР совмещаются с функционированием предприятия во времени, но разделяются пространственно. Этим методом ведется реконструкция предприятий с большим количеством однотипных машин (прядаильные, трикотажные фабрики, сборочное стендовое производство и. т. п.).

В варианте совмещения эксплуатации с реконструкцией следует стремиться к максимальному совмещению во времени СМР с основным производством путем разбивки всего общего пространства (фронта) на участки (узлы), последовательно освобождаемые эксплуатационниками и занимаемые подрядчиком.

Виды реконструкции могут различаться по объему выполняемых СМР и степени сложности.

По объему работ различают малую и полную реконструкцию. Для производственных объектов *малая реконструкция* - это переустройство отдельных цехов с заменой оборудования, т.е. техническое перевооружение. В жилищно-гражданском строительстве объектом является отдельное здание.

При *полной реконструкции* переустраивается весь комплекс предприятия или происходит комплексное обновление районов застройки. Смысл такого деления в различных требованиях к проектной документации: при полной (коренной) реконструкции требуется ТЭО или проект и сводная смета; для малой - достаточно иметь проект и объектную (или локальную) смету.

По степени сложности различают три категории: несложные, сложные и особо сложные. Этот признак используется для характеристики проектных решений и условий производства СМР.

К *несложным объектам* относят типовые здания с типовыми конструкциями в условиях обычной стесненности, в зданиях, освобожденных на период производства СМР. К *объектам средней сложности* относят несколько нетиповых или одно индивидуальное здание, имеющее частично индивидуальные конструкции в условиях небольшой стесненности площадки. Работы производятся в действующем предприятии с ограниченными во времени перерывами; инженерные сети нуждаются в частичной защите и небольшом объеме переделке.

К *особо сложным объектам* относят большое здание с нетиповыми объемно-планировочными решениями или большое число различных зданий с индивидуальными конструкциями и необходимостью работ по усилению оснований, фундаментов и несущих конструкций. Имеется в виду большая плотность застройки работ в условиях продолжающейся эксплуатации предприятия и обеспечивающих его сетей

Тема 1.1.6 Организация реконструктивных работ в условиях плотной застройки.

Реконструкция усложняется, если:

- она проводится для объекта в зоне с высокой плотностью застройки;
- территория, на которой расположено здание, имеет много коммуникаций, причем их нельзя отключать или переносить, либо они должны использоваться во время работ;
- стесненные условия возникают из-за планировки или конструкции самого здания.

Если вокруг здания недостаточно свободного пространства, это учитывают при проектировании и организации реконструкции. Временные

или вспомогательные сооружения выносят за пределы площадки, чтобы сэкономить место. При реконструкции в районе плотной городской застройки устанавливаются достаточно надежные ограждения по периметру территории, на которой будут вестись работы. Если будет выполняться демонтаж, установка свай или другие работы, связанные с высоким уровнем вибрации, отдельно контролируют состояние фундаментов и других конструкций, расположенных рядом зданий. На площадке используют легкую, компактную строительную технику (легкомонтируемые башенные краны с минимальной подкрановой площадью, компактные подъемные механизмы, другое оборудование). Строительные конструкции и элементы (включая арматуру, армокаркасы и другие) изготавливают за пределами площадки и подают с помощью автотранспорта непосредственно к месту работ.

При стесненных условиях на самом объекте отказываются от тяжелой строительной техники, используют легкий ручной инструмент. Объемные конструкции, которые будут устанавливаться в здании, проектируют заранее.

Если условия стеснены из-за большого количества инженерных сетей и коммуникаций, информацию о них, их расположении собирают на этапе изысканий. Если инженерные системы будут реконструироваться, проект для этого разрабатывают отдельно, но согласовывают с основной проектной документацией. Если нужно сохранить исходные характеристики инженерных сетей, работы планируют так, чтобы не затрагивать их или обеспечить их полное восстановление после завершения реконструкции. Возможно создание временных коммуникаций и систем, их использование, пока основные сети отключены.

Глава 2 Технологии усиления оснований и фундаментов

Тема 2.1 Технологические решения при усилении оснований и фундаментов.

Тема 2.1.1 Усиление оснований посредством закрепления и уплотнения грунтов.

Основными причинами, вызывающими необходимость усиления оснований являются

- изменение гидрогеологических условий участка, на котором расположен реконструируемый объект;
- изменение с течением времени физико-механических свойств насыпных грунтов;
- влияние на грунты основания транспортных и технологических динамических нагрузок;
- изменение нагрузок на основание вследствие надстройки или изменения функционального назначения реконструируемого здания.

Для усиления оснований применяются методы цементации, силикатизации, битумизации, смолизации, термозакрепления и глубинного уплотнения грунтов (наклонные набивные сваи).

Перечисленные методы широко применяются при подготовке территории под застройку при новом строительстве. В условиях их применения для укрепления основания под существующими фундаментами необходимо учесть их наличие. Дело в том, что нагнетаемые под подошву фундамента реактивы активно распространяются в сторону от фундамента, перемещая и некоторое количество частиц грунта (своего рода **«вторичная суффозия»**). Чтобы избежать временного ухудшения физико-механических характеристик грунтов основания под подошвой фундамента, рекомендуется заблаговременно устраивать **«завесы» из закрепленного грунта** по обеим сторонам от фундамента, препятствующие вторичной суффозии (рис. 1).

Поэтапное укрепление грунта основания

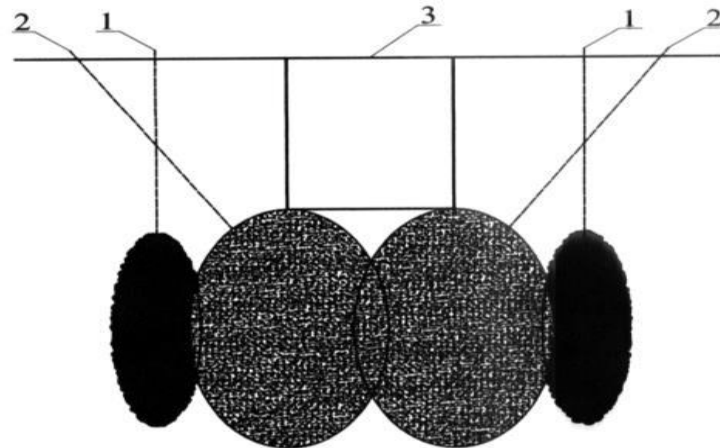


Рис. 1. Поэтапное укрепление грунта основания:

1- инъекторы для формирования завес; 2 – то же для укрепления грунта под подошвой фундамента; 3 - фундамент

При увеличении нагрузок на существующие фундаменты рекомендуется также устройство ограждающей конструкции из свай или шпунтов, при этом не допускается отрыв подошвы фундамента от основания. (См. рис.2).

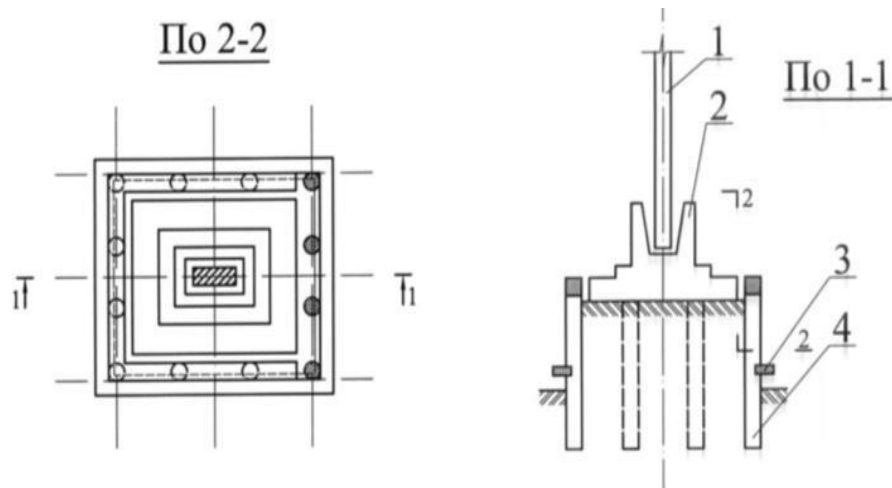


Рис. 2. Усиление основания ограждающими сваями: 1 – колонна; 2 – фундамент; 3 – обвязочная балка; 4 – сваи усиления

При устройстве по периметру фундамента ограждающей конструкции из свай или шпунтов несущая способность основания существенно

возрастает. Это происходит за счет трения между грунтом и ограждением, в результате часть вертикальной нагрузки от грунтового ядра передается на сваи (шпунты). Последние, в свою очередь, вовлекают за счет трения по боковой поверхности массы грунта окружающий стенки, причем зона вовлекаемого в работу грунта возрастает с глубиной. При устройстве ограждения следует стремиться к тому, чтобы расстояние между сваями (шпунтом) и обрезом фундамента, под которым усиливается основание, было минимально возможным из условия производства работ. При усилении основания контурным ограждением рекомендуется устройство по верху ограждения обвязочной балки.

Увеличение нагрузки при надстройке зданий или изменение их функционального назначения, нарушения в сцеплении кладочных материалов, разрушение материала фундамента от действия агрессивных сред, деформации в связи с потерей прочности или при осадке оснований являются причинами, вызывающими необходимость ремонта или усиления фундаментов. В зависимости от конструкции фундаментов, а также характера деформаций и причин, их вызывающих, применяются различные способы ремонта и усиления деформированных фундаментов. При проектировании усиления необходимо максимально использовать существующий фундамент, обеспечив его совместную работу с элементами усиления.

Тема 2.1.2 Усиление и восстановление фундаментов мелкого заложения цементацией, материалами на основе полимеров, устройством растворных рубашек, железобетонных балок, заменой кладки, обоймами, подведением конструктивных элементов под подошву фундамента, изменением конструктивного решения, сваями, опускными колодцами.

Основными методами восстановления и усиления фундаментов являются:

- укрепление кладки фундаментов без расширения подошвы;
- устройство обойм,
- применение разгружающих конструкций;
- изменение конструктивной схемы фундамента.

Первый метод – хорошо известное нагнетание цементного раствора в трещины и пустоты фундамента под давлением до 1 МПа (рис.3) или штукатурка (может быть, торкретирование) поверхности фундамента по арматурной сетке, закрепляемой с помощью анкерных штырей, заделанных в тело укрепляемого фундамента. В последнем случае создается так называемая «рубашка» из крупнозернистого цементно-песчаного раствора.

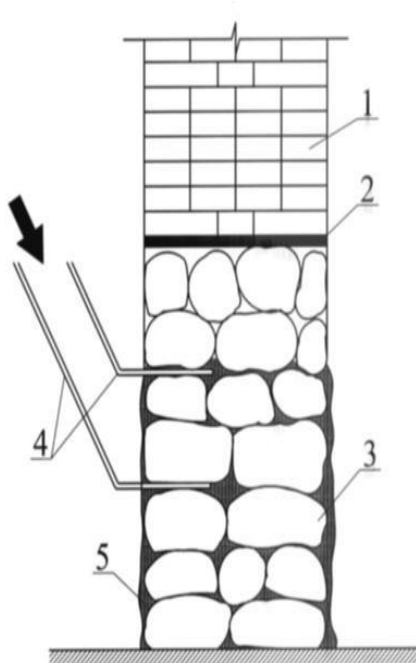


Рис. 3. Усиление бутового фундамента методом цементации:

1 – кирпичная стена;

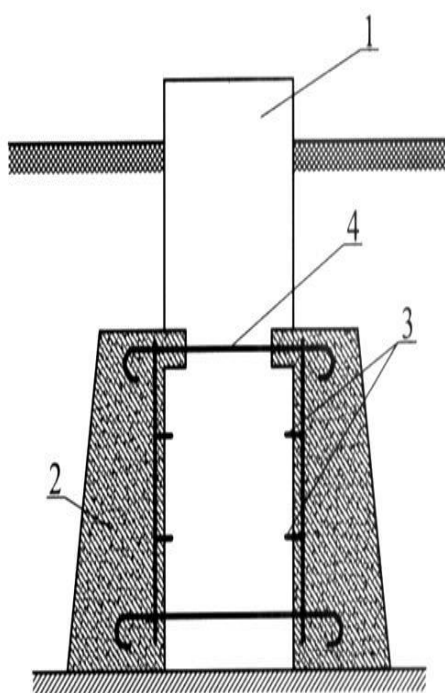
2 – горизонтальная изоляция;

3 – бутовый фундамент;

4 – трубки для нагнетания цементного раствора

Метод усиления с помощью железобетонных обойм – устройство поперечных связей из арматурной стали или поперечных балок между обоймами (рис.4).

Усиление фундамента обоймами производят как для ленточных, так и столбчатых фундаментов. **Бетонные** обоймы применяют, когда требуется уширение фундаментов на 20-30 см. Минимальная толщина обоймы 80-150 мм, минимальная высота обоймы над усиливаемым фундаментом – 50 см. Для обоймы используют анкера диаметром 20 мм, которые устанавливают с шагом 1-1,5 м. Между собой стенки соединяют анкерами, для чего в фундаментах просверливают сквозные отверстия в двух уровнях – у верха и низа обоймы. Работы по усилению ленточных фундаментов выполняют участками длиной 2-2,5 м.



*Рис. 4. Усиление ленточного фундамента
с помощью железобетонной обоймы:*

1 – существующий ленточный фундамент;

2 – железобетонная монолитная обойма;

3 - забивные костыли-анкеры, объединенные сварными арматурными каркасами;

4 – сквозные анкера

В качестве разгружающих конструкций могут быть применены жесткие пояса из металлического проката, размещенные в горизонтальных штрабах и обеспечивающие перераспределение нагрузок (рис. 5).

Передать нагрузки от здания на более прочные, ниже расположенные грунты можно «пересадкой здания» на выносные сваи с помощью системы балок и прогонов (рис.6).

При выполнении работ с двух сторон деформированного фундамента отрывают траншеи шириной 1,2-1,5 м, глубиной на 0,5 м меньше заложения фундаментов. Траншеи крепят надежными креплениями. В соответствии с проектом вдоль фундамента устраивают набивные или забивные бетонные или железобетонные сваи, по верху которых делают железобетонную обвязку (рандбалку).

После выполнения работ по устройству свай с обвязкой в фундаменте пробивают отверстия, в которые вставляют разгрузочные поперечные балки. Затем, после плотной заделки балок в отверстиях фундамента и схватывания раствора, в промежутки между низом поперечных балок и свайных обвязок забивают стальные клинья, образовавшиеся отверстия заделывают цементным раствором, чем обеспечивается передача давления всего здания на выносные сваи.

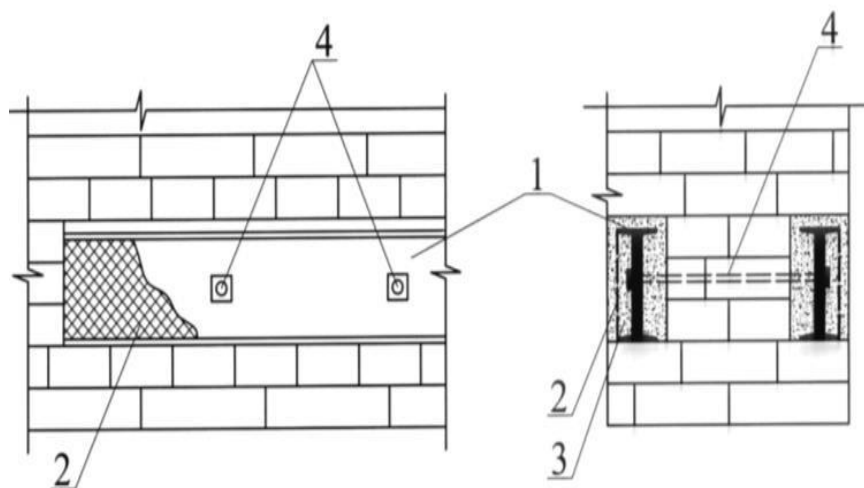


Рис. 5. Установка разгрузочных балок:

1 - металлическая балка;

2 – металлическая сетка;

3 – раствор;

4 - стальной болт

При изменении конструктивной схемы фундамента может быть увеличена ширина подошвы фундамента, столбчатые фундаменты переустроены в ленточные, а ленточные – в плитные, применены «корневидные» сваи, устроены дополнительные (промежуточные) опоры или под фундаменты подведена фундаментная плита.

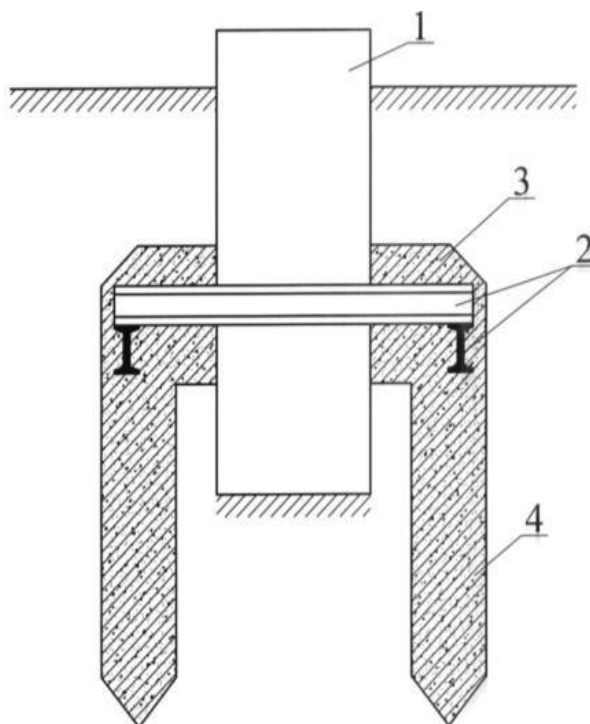


Рис. 6. Усиление ленточного фундамента передачей нагрузки на выносные опоры:

- 1 – существующий фундамент;*
- 2 – система разгрузочных и опорных металлических балок;*
- 3 – монолитный железобетонный ростверк;*
- 4 – буронабивные сваи*

Уширение подошвы фундамента (рис. 7) заключается в прикладке банкетов (участков из монолитного бетона или из бутовой и кирпичной кладки) с одной (двух) сторон для ленточных и с двух (четырех) для столбчатых фундаментов. Усиление фундаментов производят до начала демонтажных и монтажных работ при капитальном ремонте здания. Грунт в необжатых зонах под местами уширения фундаментов уплотняют насыпкой слоя щебня толщиной 5-10 см с тщательным трамбованием, а

прикладываемые участки с существующей кладкой фундаментов – путем пробивки в существующей кладке гнезд и перевязки новой и существующей кладок. Гнезда с размерами сторон 10-15 см пробивают в одном-двух уровнях по высоте с шагом 1-1,5 м.

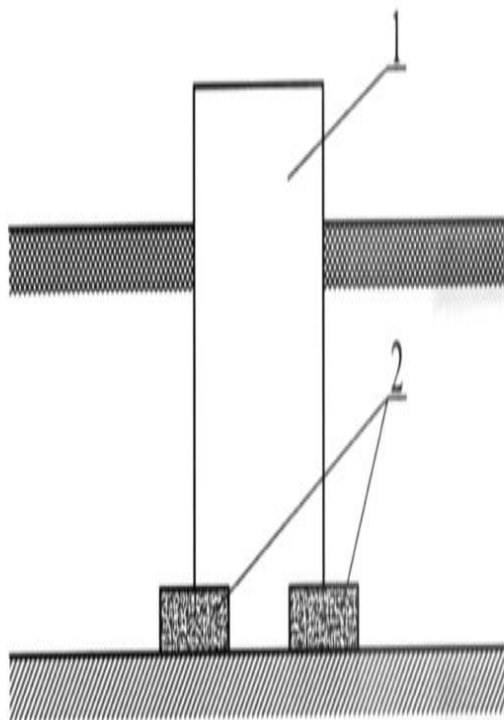


Рис. 7. Усиление ленточного фундамента уширением подошвы:

1 – существующий ленточный фундамент;

2 - железобетонная балка по вытрамбованной щебеночной подготовке

Для устройства уширения разрабатывается траншея по всей длине уширяемого участка на полную глубину заложения фундаментов. Гнезда в существующей кладке пробивают вручную скапелью или с помощью отбойных молотков. Поверхности кладки очищают от земли металлическими щетками. Устройство и разборку опалубки, установку арматуры и бетонирование при уширении монолитным бетоном производят по технологии бетонных работ.

При подведении под существующий ленточный или столбчатый фундамент сборных или монолитных железобетонных подушек их укладывают без зазоров между ними или с зазорами. В зависимости от

наличия и размеров зазоров разрабатывают траншеи или котлованы с одной стороны фундамента, а также выемки под существующим фундаментом. При заведении подушек с зазорами выемки устраивают одновременно через одну или две в зависимости от размеров зазоров. При заведении подушек сплошной лентой, без зазоров, выемки разрабатывают одновременно на участках длиной до 2 м через участки.

При передаче на фундамент дополнительных горизонтальных и вертикальных нагрузок эффективны буроналивные (корневидные) сваи, которые могут также просверливаться через существующий фундамент, используемый в этом случае как ростверк (рис. 4.8). Этот метод усиления хорош тем, что не требует разработки траншей и котлованов, не нарушает структуры оснований.

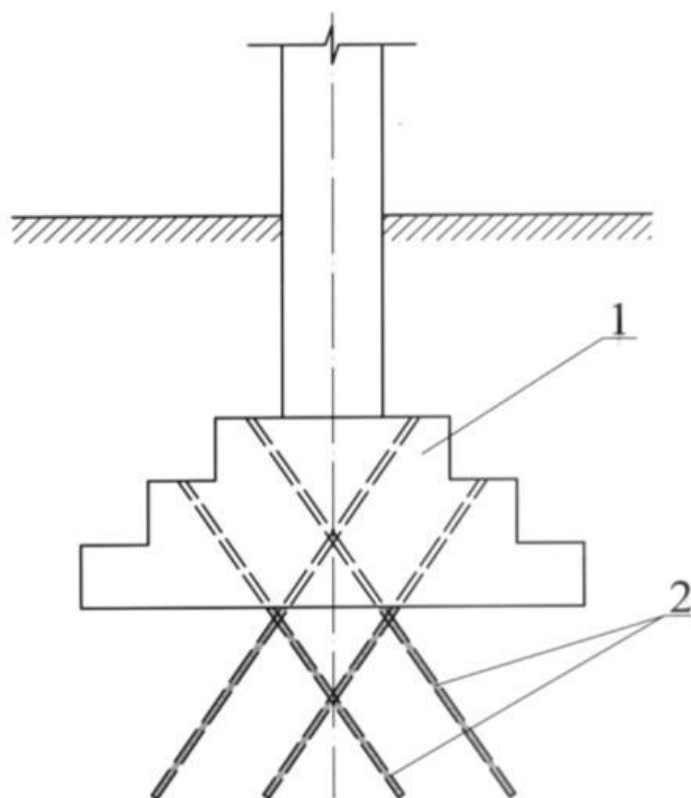


Рис. 8. Усиление фундамента с помощью корневидных свай:

1 – усиливаемый фундамент;

2 – корневидные сваи

Способы усиления фундаментов сваями

Усиление фундаментов сваями проводят двумя способами: пересадкой фундамента на выносные сваи или подведением свай под подошву фундамента.

Для усиления ленточных фундаментов выносные сваи могут устраиваться как с каждой стороны, так и с одной стороны фундамента. Для пересадки столбчатых фундаментов сваи могут располагаться по периметру вокруг фундамента или с двух противоположных сторон.

Ленточные фундаменты можно усилить с помощью задавливаемых свай из трубчатых элементов длиной 0.8-1.2 м, располагаемых попарно — с двух сторон стен. Сваи погружают домкратами, реактивные усилия от которых передаются на железобетонные балки, изготавливаемые совместно со сплошным железобетонным поясом, который монолизируется со сваями. Задавливание свай осуществляется одновременно с двух сторон стены. По мере вдавливания трубчатые элементы стыкуются с помощью сварки. Для подвески домкрата и равномерного распределения усилий вдавливания параллельно с каждой стороны стены к железобетонным балкам крепят инвентарные металлические упорные балки. По окончании вдавливания, демонтажа домкратов и упорных балок устанавливают арматуру и опалубку у оголовков свай, заполняют полость трубчатой сваи бетоном литой консистенции и бетонируют оголовок через отверстия в железобетонной балке.

Для повышения несущей способности ленточных и столбчатых фундаментов широко применяют буронабивные сваи, которые располагают вокруг существующего фундамента так же, как забивные или вдавливаемые. Бурение скважин выполняют ручным или механизированным способом в зависимости от стесненности площадки. Нередко приходится усиливать фундамент и его основание, что вызвано необходимостью отрывки котлована для вновь сооружаемого фундамента, заглубленного сооружения и т.д. В этих случаях весьма эффективно устройство подпорных конструкций и опор

способом «стена в грунте». Особенно рационален этот способ, когда к фундаменту примыкает глубокий подвал.

Для одновременного увеличения несущей способности фундамента и повышения его устойчивости могут быть возведены параллельные стены в виде глубоких лент, располагаемых с обеих сторон фундамента.

С целью повышения жесткости стены объединяют перемычками, устраиваемыми на глубину меньшую, чем основные параллельные стены. При этом существенно улучшаются условия работы основания под фундаментом, так как оно заключено в жесткую обойму.

Успешно укрепляются основания и фундаменты при применении буроинъекционных свай. Усиление оснований и фундаментов буроинъекционными сваями выполняют: при увеличении эксплуатационных нагрузок; для стабилизации развития незатухающих осадок и деформаций существующих зданий и сооружений; при устройстве фундаментов вновь строящихся объектов вблизи существующих; реконструкции в отдаленных и труднодоступных районах.

Буроинъекционные, или «корневидные сваи» представляют собой пучок относительно тонких свай, расходящихся под различными углами наклона и напоминающих корни деревьев или свайных стволов, имеющих многочисленные местные уширения, получаемые при нагнетании растворов в скважину под давлением. Отличительные особенности свай этого типа: малый диаметр (127-190 мм); большое относительное заглубление (длина больше диаметра в 100 и более раз); материал ствола армированный мелкозернистый бетон; способ изготовления — инъекция бетона в скважину под давлением. Наибольшее распространение буроинъекционные сваи получили при усилении оснований и фундаментов реконструируемых и реставрируемых зданий и сооружений, в частности памятников архитектуры. Для приготовления инъекционных растворов и мелкозернистых бетонов применяют:

- цемент, позволяющий получить раствор марки не ниже 200, со сроком схватывания не менее 2 часов;
- бентонитовый глинопорошок в качестве пластифицирующей добавки;
- песок мелко- и среднезернистый крупностью не более 1 мм.

Для раствора М 200 соотношение компонентов по составу (цемент: песок: вода) по массе находится в пределах 1,0 : (1,0-1,5): (0,4-0,7).

Для цементно-бентонитовых растворов соотношение компонентов по составу цемент: бентонит: вода 1,0 : (0,03-0,04) : (0,4-0,7).

Во многих случаях усиления оснований существующих зданий и сооружений их фундаменты используют в качестве ростверка в новом фундаменте. Устройству буроинъекционных свай в этих случаях, как правило, предшествует укрепительная цементация фундаментов.

Бурение цементационных скважин выполняется станками колонкового бурения. Диаметр скважин до 100 мм. При усилении существующих фундаментов цементацию выполняют в два этапа. На первом этапе

цементационную скважину бурят в пределах фундамента, не доходя до его подошвы 0,5 м. По окончании цементации скважину выдерживают 2-3 суток. На втором этапе проводят разбурку ствола скважины до его подошвы и далее в грунт на 0,4-0,5 м и цементируют контакт «фундамент-грунт».

Технологический цикл устройства буроинъекционных свай (рис. 3.1) включает бурение тела фундаментов, установку трубы кондуктора, бурение скважины в грунте до проектной отметки, заполнение скважины раствором, установку в нее арматурного каркаса и опрессовку.

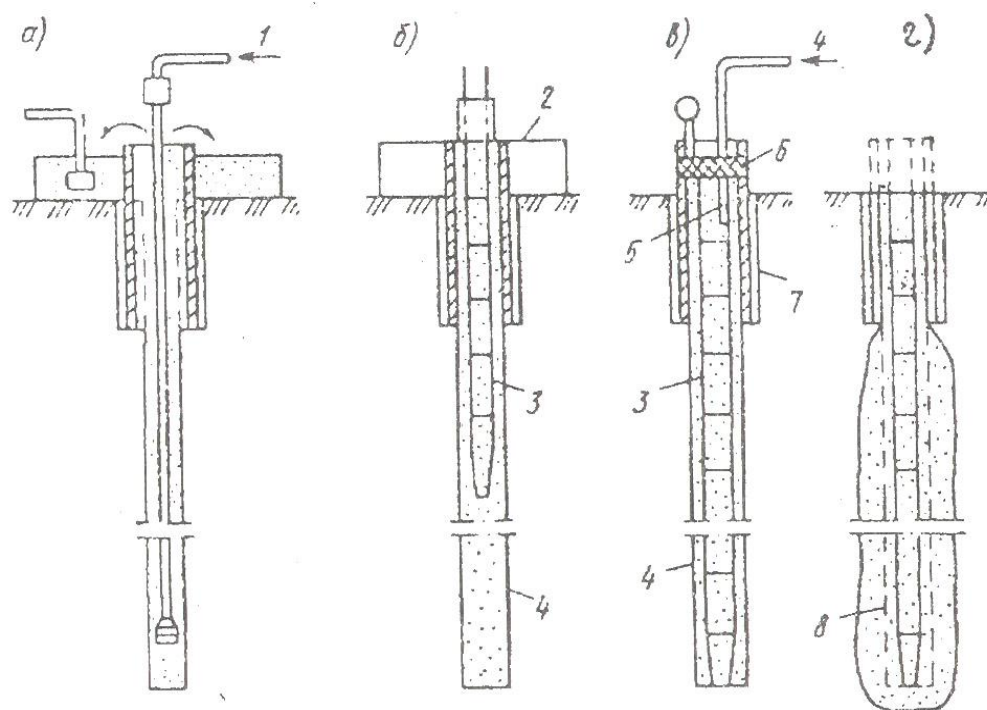


Рис. 3.1. Технология изготовления буроинъекционных свай а-бурение; б — заполнение скважины раствором, установка армокаркаса; в — опрессовка; г — готовая свая; 1 — глинистый раствор; 2 — емкость для раствора; 3 — арматурный каркас; 4 — цементный раствор; 5 — иньектор; 6 — тампон; 7 — кондуктор; 8 — тело готовой сваи

Бурение скважин ведут станками колонкового бурения с продувкой сжатым воздухом, промывкой глинистым раствором или под защитой обсадных труб. Скважина заполняется цементным раствором через рабочий орган бурового станка или иньектор, опущенный до забоя скважины снизу вверх до полного вытеснения глинистого раствора и появления в устье скважины чистого цементного раствора. Непосредственно после заполнения скважины цементным раствором в нее устанавливают арматурный каркас. Каркас опускают отдельными секциями, стыкуемыми сваркой. После установки армокаркаса и отсутствия утечек раствора из скважины (снижение уровня раствора в скважине не более чем на 0.5 м) опрессовывают сваю. Для опрессовки в верхней части трубы-кондуктора устанавливают тампон с манометром и через иньектор нагнетают под давлением в 0.2-0.3 МПа

цементный раствор в течение 3-4 мин. Опрессовка может быть прекращена, если расход раствора в процессе ее не превышает 200 л.

Глава 3 Технологии усиления стальных конструкций

Тема 3.1 Технологические решения при усилении стальных конструкций.

При недостаточной несущей способности отдельных элементов, конструкций или зданий и сооружений производится их усиление, при этом, так же, как и при конструкциях из других материалов, необходимо предусмотреть минимальные потери из-за остановок технологического цикла.

Элементы сварных конструкций, испытывающие растяжение, сжатие или изгиб, могут быть усилены увеличением сечений путем приварки новых дополнительных деталей. Несущая способность элемента при этом возрастает с увеличением его сечения или жесткости. В связи с некоторой потерей прочности элементов при сварке, а также перераспределением напряжений как по сечению элемента, так и между элементами усиление под нагрузкой производят при напряжениях, не превышающих 0,8 расчетного сопротивления для стали, из которой изготовлен элемент.

Усиление сжатых стоек.

Эффективным средством усиления сжатых стальных стержней является применение предварительно напряженных телескопических труб и элементов из других жестких профилей.

Сущность способа заключается в том, что разгружающая предварительно напряженная стойка состоит из двух труб требуемого диаметра, причем внутренняя труба сжата, а наружная растянута. Достигается это следующим образом: наружную трубу устанавливают в горизонтальное положение, с одного торца трубы приваривают фланец с центральным отверстием диаметром 30-40 мм, с другого торца на расстоянии 2-3 м строго по оси наружной трубы устанавливают внутреннюю трубу чуть

меньшего диаметра, чтобы она могла с небольшим зазором входить в наружную. Затем газовыми горелками производят нагревание наружной трубы до расчетного удлинения, вводят в нее внутреннюю трубу и обваривают по всему периметру свободного торца.

Сокращаясь при остывании, наружная труба обжимает внутреннюю. В таком виде предварительно напряженный элемент устанавливают рядом с усиливаемой стойкой и плотно подклинивают под разгружаемую конструкцию. Затем двумя газовыми горелками наружную трубу разрезают в нижней части по окружности, освобождая таким образом усилие предварительного напряжения во внутренней трубе. Удлиняясь, она разгружает рядом стоящую стойку. После этого наружная труба в сечении разрезки заваривается и в состоянии воспринять часть добавочной нагрузки на колонну (стойку) после усиления. Этот способ может применяться также при усилении внецентренно сжатых элементов.

Эффективным способом увеличения жесткости каркасов промышленных зданий является устройство предварительно напряженных тяжей и оттяжек. Однако оттяжки требуют массивных анкерных устройств, увеличения площади застройки, а также они увеличивают сжимающие усилия в колоннах. Более эффективны тяжи, которые крепятся к соседним устойчивым зданиям. Натяжение таких затяжек осуществляют механическим, электротермическим или комбинированным способом, а контроль эффективности усиления - по уменьшению смещений верхних узлов каркаса при горизонтальных нагрузках.

Повышения жесткости продольных и поперечных рам возможно добиться установкой крестовых диагональных жестких связей, а когда это невозможно, - жестких распорок (ригелей) в сочетании с диагональными раскосами.

Эффективный способ увеличения прочности и жесткости металлических ригелей - подведение под них прокатных или сварных балок с приваркой под нагрузкой в нагретом состоянии. При ограниченных

габаритах помещений усиливающую балку устанавливают сверху, вскрывают пол и приваривают ее к верхней полке усиливаемого ригеля в предварительно напряженном состоянии. Усиливающие балки в первом и во втором случаях заводят и жестко закрепляют в узлах рамы.

Повышения несущей способности стропильных балок и ригелей перекрытия возможно добиться устройством сплошного железобетонного настила, жестко связанного с верхним поясом балки. В этом случае жесткость ригеля существенно повышается, и его можно рассматривать как тавровую железобетонную балку с жесткой арматурой.

Наиболее часто требуют усиления сжатые стальные элементы. Традиционным способом их усиления является увеличение сечения приваркой полос, уголков и других элементов без предварительного напряжения. Однако такой способ усиления обладает существенным недостатком: элементы усиления поздно включаются в работу, приварка этих элементов вызывает в сжатых стойках дополнительные деформации, что снижает эффективность усиления. Поэтому традиционные способы усиления применяют, если временная нагрузка на стойки составляет не менее 40 % от постоянной и во время выполнения работ по усилению она отсутствует.

Усиление стальных стоек ненапряженными элементами осуществляют увеличением их сечения и уменьшением их свободной длины, при этом следует стремиться к максимальному увеличению радиусов инерции сечения (рис. 3.40). При выполнении усиления нагрузка на стойке не должна превышать 50-60 % расчетной.

При небольшой гибкости усиливаемого элемента необходимо уменьшать эксцентриситет от смещения, а при гибкости $l > 80$ - увеличивать его устойчивость.

Присоединение элементов усиления осуществляют в основном сваркой. Сварочный прогиб для элементов, которые усиливаются под нагрузкой, является нагружающим фактором, поэтому сначала усиливаемый элемент приваривают точечной сваркой, а затем накладывают основной шов. При

этом предпочтение следует отдавать шпоночным (прерывистым) швам, которые уменьшают деформации элементов, сокращают сроки сварочных работ и уменьшают массу наплавленного металла.

Усиление балок.

Усиление металлических балок осуществляют увеличением сечения, при этом необходимо выполнить их разгрузку не менее чем на 60 % или установить временные дополнительные опоры. При проектировании усиления необходимо придерживаться следующих технологических правил: объем сварки должен быть минимальным, сварные швы следует располагать в удобных доступных местах, необходимо избегать потолочной сварки, сначала надо усиливать нижний пояс, а затем верхний, что исключает прогиб балки в момент усиления.

Наиболее простой способ усиления-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 506, 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.

Эффективным способом усиления сплошных балок являются натяжные устройства, которые обеспечивают стабильную величину предварительного напряжения, не зависящую от податливости анкеров и вытяжки затяжек. Такие способы позволяют регулировать усилие предварительного напряжения в нижнем поясе балки. Распорные элементы выполняют в виде секторов с гнездами, образующих с осью разрезные шарниры, расположенные между скошенными торцами распираемых балок, натяжное

устройство требуемой массы располагают внутри колонны. Этот способ наиболее эффективен при усилении подкрановых балок, так как требует минимальных трудовых и материальных затрат.

Усиление ферм.

Усиление стальных ферм осуществляют подведением новых конструкций, введением дополнительных элементов решетки, изменением схемы конструкции и увеличением сечений отдельных элементов. Выбор того или иного способа усиления зависит от причин, вызвавших усиление стропильных конструкций. Подведение новых конструкций осуществляют в том случае, если другие способы усиления не дают требуемого эффекта и если по условиям производства допустима установка дополнительных промежуточных стоек.

Дополнительные элементы решетки вводятся для уменьшения гибкости стержней в плоскости фермы, для усиления верхнего пояса фермы на местный изгиб, а также для увеличения жесткости и несущей способности фермы в целом. Усиление нижнего пояса осуществляют, как правило, увеличением его сечения. Верхний пояс усиливают шпренгельной решеткой. Дополнительную перекрестную решетку устанавливают для повышения несущей способности и жесткости фермы в целом. В этом случае ферма превращается в статически неопределимую систему и возникает опасность перераспределения усилий в элементах решетки (растянутые элементы испытывают сжимающие усилия, и наоборот). Поэтому иногда возникает необходимость дополнительного усиления отдельных элементов решетки.

Наиболее распространенный характер повреждений стропильных ферм — погнутость стержней решетки, которая достигает 50-70 мм. В этом случае увеличивают сечение решетки или устанавливают предварительно напряженные элементы, снижающие искривления элементов решетки.

Существенного увеличения несущей способности фермы можно добиться установкой третьего пояса (шпренгельной системы) в пределах высоты фермы или (если допускает высота помещения) путем его

закрепления в нижних опорных узлах. Такое усиление не требует дополнительных опор и может выполняться из высокопрочных канатов (пучков), обеспечивая минимальную материалоемкость усиления. Стойки шпренгельной системы выполняют из жестких профилей.

Разгрузку существующей фермы осуществляют предварительным напряжением третьего пояса, поэтому его сечение должно быть достаточным для восприятия максимальных напряжений при полной нагрузке фермы. Усилия в различных элементах конструкции суммируются из усилий, возникающих при предварительном напряжении третьего пояса, а также усилий, в статически неопределимой усиленной конструкции от всех нагрузок, приложенных после усиления.

Одним из способов усиления ферм является надстройка висячих (вантовых) систем, к которым подвешивается усиливаемая конструкция. Этот способ особенно эффективен, если ванта можно подвешивать к рядом стоящим более высоким и устойчивым сооружениям.

Усиления ферм можно добиться включением в их работу светоаэрационных фонарей. Наиболее эффективен этот метод при расположении фонарей не по середине пролета, а над колоннами в двух- и многопролетных цехах.

Как уже отмечалось, усиления верхнего пояса ферм можно добиться за счет включения в его работу железобетонных плит покрытия.

Усиление соединений.

При недостаточной прочности сварных швов их усиливают увеличением длины.

Наращивание швов следует производить электродами Э42, Э42А или Э46Т диаметром не более 4 мм при силе тока не более 220 А со скоростью, при которой за один проход размер катета не превышает 8 мм. Для элементов из уголков новые швы следует накладывать, начиная со стороны обушка от края фасовки в направлении существующих швов. Сварку последующего шва производят только после охлаждения предыдущего до 100°C. При

усилении швов напряжения в усиливаемом элементе не должны превышать 0,8 расчетного сопротивления стали. Усиление должны производить высококвалифицированные, сварщики не ниже 5-го разряда.

Усиление заклепочных соединений осуществляют высокопрочными болтами с предварительным напряжением. Болты устанавливают от середины узла к краям с помощью тарировочных ключей для измерения крутящих моментов. Из-за ослабления старых заклепок при установке новых высокопрочных болтов последние должны быть рассчитаны на восприятие полной нагрузки.

Из-за различной жесткости сварных и болтовых соединений усиление последних при помощи сварки не рекомендуется.

Необходимость усиления конструкций производственных зданий и сооружений возникает в процессе эксплуатации, во время проведения ремонтов и реконструкций как основного технологического оборудования, так и строительных элементов конструкций.

1.2. Заключение о необходимости усиления стальных конструкций (далее по тексту "конструкций") составляется специальной комиссией при их обследовании. В результате обследования должны быть получены следующие материалы:

- документация и данные натурных обмеров, необходимые для расчетов;
- данные о времени возведения металлоконструкций, их ремонта и реконструкции с начала эксплуатации;
- ведомость допущенных отступлений от проекта или соответствующих СНиП;
- ведомость дефектов несущих металлоконструкций;
- геодезические данные по несущим металлоконструкциям;
- данные о нагрузках (схема нагрузок);
- сертификаты или лабораторные данные химического анализа и механических испытаний сталей, из которых выполнены конструкции;

- данные о фактической несущей способности конструкции.

Обследования и усиления конструкций, выполненных из кипящей углеродистой стали, необходимо производить в соответствии с нормативными документами

Усиление конструкций - одно из наиболее эффективных мероприятий по продлению их долговечности, восстановлению или увеличению их несущей способности и предотвращению аварий.

Причины, вызывающие необходимость усиления конструкций, следующие:

- реконструкция и модернизация основного и вспомогательного технологического оборудования, увеличение производительности оборудования, вызывающие увеличение нагрузок на конструкции;
- физический износ конструкций в результате интенсивной или длительной их эксплуатации;
- поражение конструкций коррозией;
- вредные температурные воздействия на конструкции;
- воздействия стихийного характера на конструкции;
- различные повреждения конструкций в результате нарушения правил их эксплуатации;
- повреждения (погнутости, вмятины и т.п.), полученные во время транспортировки и монтажа;
- ошибки при проектировании, изготовлении и производстве строительно-монтажных работ.

Тема 3.1.1 Усиление стальных конструкций увеличением сечений элементов, изменением конструктивной схемы.

Способом увеличения сечений рекомендуется выполнять усиление несущих конструкций и отдельных их элементов, имеющих дефекты, повреждения или обладающих недостаточной прочностью, устойчивостью и

жесткостью, при условии технико-экономической нецелесообразности иных способов усиления.

Указанный способ усиления может быть применен при текущем и капитальном ремонте несущих конструкций производственных зданий и сооружений, а также при необходимости увеличения несущей способности конструкций в связи с увеличением нагрузок из них вследствие реконструкции.

Усиление осуществляется путем установки дополнительных деталей, в результате чего развиваются расчетные сечения конструкций или их элементов, а также ликвидируются дефекты и повреждения или их последствия.

Совместная работа металла основного сечения и элементов усиления обеспечивается соответствующими связями между ними в виде сварных швов, обычных или высокопрочных (в том числе предварительно-напряженных) болтов, заклепок или комбинированных соединений.

Элементы усиления, увеличивающие основные сечения, могут подсоединиться к усиливаемым элементам конструкций как ненапряженными, так и с предварительным напряжением.

При усилении конструкций способом увеличения сечений рекомендуется использовать металл в виде листового, сортового и фасонного проката.

Выбор марок стали для элементов усиления необходимо производить в зависимости от значимости усиливаемых конструкций или их элементов, условий эксплуатации, толщины применяемого проката, руководствуясь указаниями по применению стали для стальных конструкций зданий и сооружений.

Усиление конструкций способом увеличения сечений (Рис.3.1) может производиться как без предварительного разгружения, так и при полном или частичном разгружении на период производства ремонтных работ.

Разгрузка усиливаемой конструкции может быть достигнута либо путем непосредственного снятия действующих на нее постоянных и временных нагрузок, либо путем искусственного регулирования в ней напряжений.

Необходимость и степень разгрузки назначаются в процессе проектирования усиления конкретной конструкции (элемента). При этом следует учитывать:

- напряженно-деформированное состояние конструкции (элемента);
- влияние конкретных дефектов и повреждений;
- характер нагрузок и воздействий на конструкцию;
- механические свойства основного и дополнительного металла;
- технологические особенности производства работ по усилению (возможность проведения работ по разгрузке конструкций, снижение несущей способности конструкций и ее элементов вследствие разогрева металла, ослабление сечений отверстиями и т.п.).

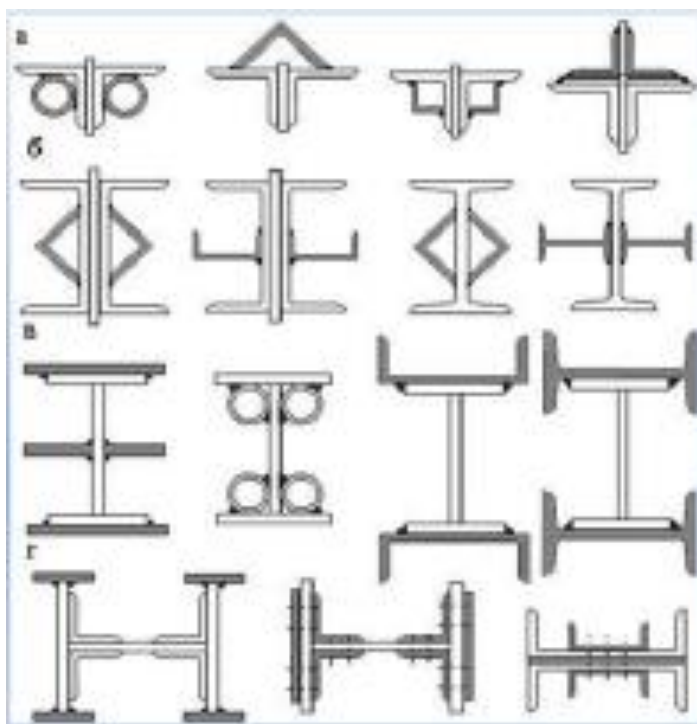


Рис. 3.1 Усиление увеличением поперечного сечения с уменьшением гибкости металлических элементов: а – из спаренных уголков; б – из спаренных швеллеров и двутавров; в – сварных сплошного сечения; г – клепаных

Усиление посредством изменения конструктивной схемы представляет собой сложную задачу, требующую тщательного анализа действительной работы конструкции, выяснения характера усилий и напряжений в элементах конструкции. Данный способ усиления исключает всякий шаблон в выборе приемов, почти всегда дает хорошие экономические решения (усиление же другими способами приводит к громоздким решениям).

Многочисленные приемы изменения конструктивных схем, позволяющие в широком диапазоне регулировать усилие и напряжение в конструкциях, разделяются по следующим основным признакам:

- усиление без превращения в новые конструктивные формы. Например, увеличением жесткости какой-либо колонны в поперечной схеме пролетного сооружения цеха можно в ряде случаев достичь необходимого перераспределения усилий во всей конструкции;
- усиление с частным превращением в новые конструктивные схемы. Например, установка затяжки в раме и защемление концов стоек превращает двухшарнирную раму в такую же конструкцию (раму), но с защемленными опорами и затяжкой;
- усиление с полным превращением в новые конструктивные формы. Например, введением шпренгеля однопролетный ригель (балка) превращается в новую конструкцию - шпренгельную балку.

Изменение жесткости отдельных сооружений в большинстве случаев производится посредством изменения их конструктивной схемы: способом присоединения конструкций, постановкой дополнительных элементов, подкосов, жестких узлов, жестких ригелей, связей и т.п.

Изменить конструктивную схему сооружения можно (Рис. 3.2.) путем изменения поперечной, реже продольной, а иногда той и другой схем одновременно.

Последний прием наиболее распространен при усилении многопролетных конструкций и сооружений.

Эффективным приемом изменения конструктивных схем является введение предварительно-напряженных элементов:

- предварительно-напряженных затяжек для изгибаемых балок и ферм;
- предварительно-напряженных шпренгелей для снижения расчетной длины сжатых элементов с целью повышения несущей способности стоек.

Способ введения предварительно-напряженных элементов является частным случаем общего метода регулирования усилий и напряжений в стальных конструкциях в целях оптимального видоизменения эпюр изгибающих моментов, достижения равномерности напряжений по высоте сечений изгибаемых элементов, уменьшения расчетных усилий в отдельных узлах, элементах и их частях без изменения нагрузок; повышения жесткости конструкций и восприятия сжимающих усилий гибкими стержнями для создания новых систем.

Основными способами регулирования усилий, изменения конструктивной схемы являются:

- установка напрягающих элементов (затяжек) или устройств (натяжных, распорных) непосредственно напрягающих конструкций;
- изменение условий закрепления опор в неразрезных системах;
- объединение несущих и ограждающих конструкций для совместной работы;
- введение при усилении временных шарниров в процессе ремонтных работ, при которых в конструкциях создаются усилия и напряжения противоположных знаков по отношению к эксплуатационному состоянию;
- предварительное напряжение гибких стержней и стальных канатов растягивающими усилиями, превосходящими по значению сжатия в этих элементах от эксплуатационных нагрузок.

К искусственному регулированию усилий необходимо прибегать в целях включения в работу новых вводимых в усиливаемую конструкцию элементов.

Если не предусмотреть специальных мер при усилении конструкций под нагрузкой, то на усиливающие элементы будет передаваться только дополнительная полезная и возрастающая постоянная нагрузка, а вся постоянная нагрузка, действующая в момент усиления, будет восприниматься не усиленной конструкцией.

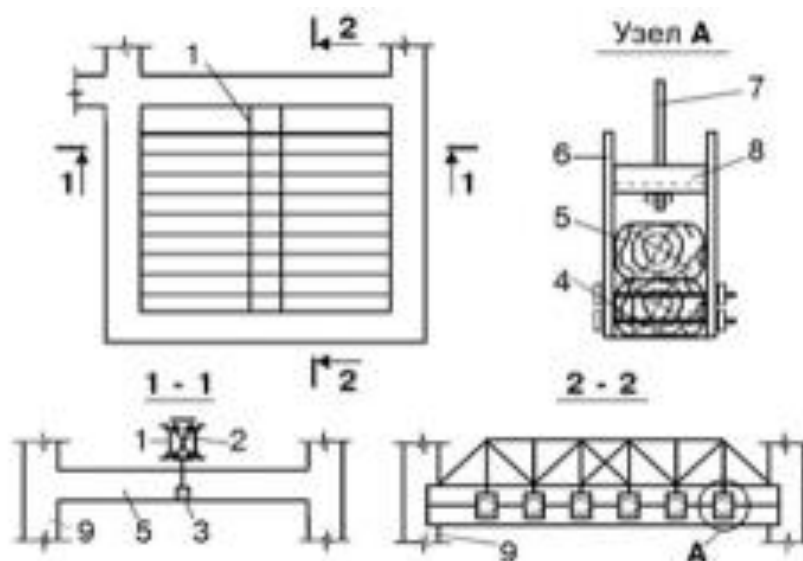


Рис. 3.2 Изменение схемы работы: 1 – металлическая ферма; 2 – крестовая связь; 3 – элемент подвески балки (узел А); 4 – стяжные болты; 5 – усиливаемая балка; 6 – металлический тяж; 7 – металлические накладки; 8 – швеллер; 9 – существующие стены

Тема 3.1.2 Усиление стальных балок, стропильных ферм и колонн

Эффективным способом усиления изгибаемых балок является установка предварительно-напряженных затяжек, передающих сжимающие усилия на растянутый пояс (рис.3.3).

Установка затяжки превращает балку в статически неопределимую систему, работающую в два этапа:

- на первом создается предварительное напряжение затяжки, вызывающее в балке обратный изгибающий момент;
- на втором балка работает под внешней нагрузкой.

В общем случае усиление конструкций повышением степени внутренней статической неопределимости производится включением в совместную работу с усиливаемой конструкцией других конструкций, устройством предварительно напряженных затяжек, шпренгелей, шарнирно-стержневых цепей, распорок с передачей дополнительных усилий на конструкцию.

Усиление балок путем включения их в совместную работу с железобетонными плитами настила производят установкой дополнительных упоров, препятствующих сдвигу настила относительно балок. При усилении без предварительной разгрузки комбинированная конструкция включается только на ту часть нагрузки, которая приложена после усиления.

Методика расчета балки, усиленной предварительно-напряженной затяжкой, соответствует общей методике расчета предварительно-напряженных конструкций при их проектировании, естественно, с учетом состояния конструкции на период усиления.

Значение предварительного напряжения следует брать максимальным из условий прочности, устойчивости или жесткости балки.

Существующие конструкции перед введением затяжки следует предельно разгрузить или при возможности демонтировать.

Предварительное напряжение конструкции рекомендуется достигать натяжением затяжки механическим (с помощью гидравлических или винтовых домкратов, винтовых стяжных муфт, распорок, полиспастов и т.д.) или электротермическим способами.

При электротермическом способе затяжка разогревается до температуры 300 °С и в разогретом состоянии закрепляется в анкерных устройствах. Стремясь при остывании сократиться по длине, затяжка создает в конструкции предварительное напряжение.

В качестве затяжек рекомендуется применять высокопрочную проволоку, тросы, стержни круглого сечения или периодического профиля.

Следует отметить, что предварительно-напряженные балки с затяжками имеют серьезные недостатки, препятствующие их широкому применению:

- податливость анкерных устройств и релаксация предварительных напряжений в затяжках, вследствие чего не обеспечивается постоянство разгружающих усилий от предварительного натяжения затяжек;
- невозможность контроля предварительного натяжения затяжки в процессе эксплуатации и регулирования этого натяжения при изменении эксплуатационных нагрузок.

Эти недостатки устраняются в предварительно-напряженных балочных системах (см. рис.3.3) с помощью специальных натяжных устройств, применение которых устраняет влияние податливости анкеров и вытяжки затяжек на значение предварительного напряжения, оказывается возможным контроль и изменение натяжения затяжек при эксплуатации.

Предварительное напряжение балочных систем рекомендуется осуществлять с помощью натяжных устройств и грузов при передаче усилия через нижние пояса разрезных балок, объединенных на опорах вкладышами. При этом влияние жесткости колонн (вдоль ряда) на распространение напрягающего усилия по нижним поясам многопролетной балочной системы незначительно.

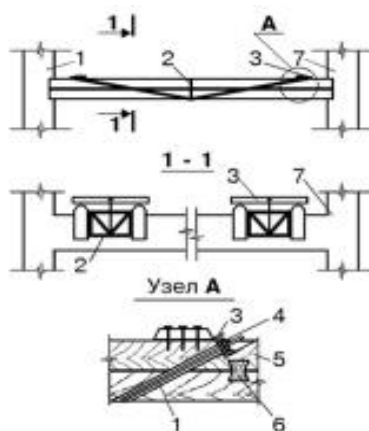


Рис. 3.3 Усиление балок шпренгельными затяжками: 1 – металлическая затяжка; 2 – металлическая рама; 3 – опорная площадка; 4 – гайка; 5 – усиливаемая составная балка; 6 – шпонка; 7 – существующие стены

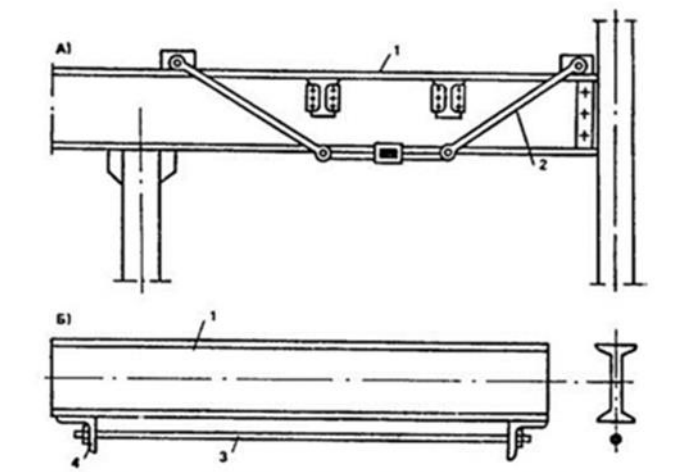


Рис. 3.4 Примеры усиления балок: А – устройство шпренгеля, расположенного в пределах высоты балки; Б – подведением предварительно напряженной затяжки; 1 – двутавр; 2 – шпренгель; 3 – затяжка; 4 – опорные уголки

Конструктивно это легко осуществить, приваривая к верхней полке балки упоры и замоноличивая их в железобетонном настиле.

Железобетонный настил при таком решении работает в двух направлениях, как плита, опертая по двум сторонам на изгиб: поперек балочной клетки и на сжатие вдоль балочной клетки как часть верхнего пояса балки.

Рассчитываются балки по правилам расчета комплексных конструкций в соответствии с указаниями (Рис. 3.5).

Особенность расчета комплексных конструкций заключается в том, что необходимо учитывать разницу в значениях модулей упругости материалов, коэффициентов перехода от нормативного и расчетного сопротивления на растяжение к таким же сопротивлениям при других видах напряженного состояния. Этот способ целесообразен при усилении с разгрузкой (поддомкрачивание балок перед бетонированием), иначе железобетонная плита будет включаться в работу только на ту часть нагрузки, которая приложена после усиления.

Конструкция **анкерных устройств** зависит от места их закрепления на усиливаемой конструкции. Для балочных конструкций со свободными торцами анкерные устройства принимают седлообразной формы из швеллеров или листовой стали, охватывающими надопорную часть

конструкции. Анкерные устройства устанавливают на цементно-песчаном растворе. Для неразрезных опор анкеры принимают в виде отрезков швеллеров, привариваемых со стороны боковых граней к оголенной арматуре усиливаемой конструкции через прокладки и соединенных между собой соединительными стержнями.

В комплексных стальных балках с железобетонной плитой для плит применяется бетон марки 200 и выше. Упоры рекомендуется изготовлять или гибкими из круглой стали (в балках небольшого сечения, работающих на статическую нагрузку), или жесткими (из уголков, труб).

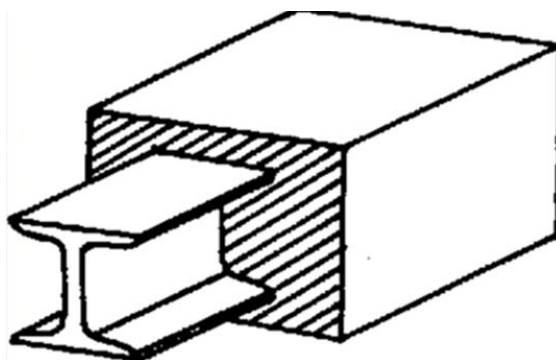


Рис. 3.5 Усиление балки обетонированием

Как правило, усиление несущей конструкции предполагает гораздо меньшие затраты в сравнении с полной заменой элементов новыми. Зачастую невозможность или сложность замены связана с необходимостью реализовывать дорогостоящие и масштабные строительные процессы (усилить фундамент или построить здание заново, к примеру). Немаловажно и то, что конструкции усиливают без остановки производства, эксплуатации помещений и здания либо же с кратковременными остановками.

Достаточно простой способ усиления колонн, требующий только монтажа дополнительных стоек и некоторого уширения фундаментов, может применяться только при небольших перенапряжениях колонны, так как при усилении уменьшается только продольная сила в колонне (рис.3.6). Этим способом усиливаются колонны высоких пролетов, к которым примыкают пролеты меньшей высоты, не оборудованные мостовыми кранами.

Повышение несущей способности металлических колонн одноэтажных зданий введением дополнительных элементов усиления

Возможен вариант усиления решетчатых колонн с помощью звеньев телескопических труб, которые устанавливают внутри колонны. После установки в проектное положение звенья труб соединяют между собой в единую опору, которую расклинивают. Верхняя прокладка должна плотно прилегать к торцу телескопической опоры, а нижняя — к плите башмака колонны. Затем наружные трубы разрезают одновременно двумя газовыми резаками, обеспечивая плавную передачу усилий внутренней сжатой трубы на усиливаемую колонну.

Если колонна имеет деформации, не препятствующие ее нормальной эксплуатации, ее усиливают путем введения дополнительных элементов усиления решетки. Дополнительные элементы устанавливают в виде второй раскосной решетки снаружи из уголков или пластин (рис. 3.5, а, б), так и внутри колонны, соединяя наружные элементы решетки (рис. 3.5, в).

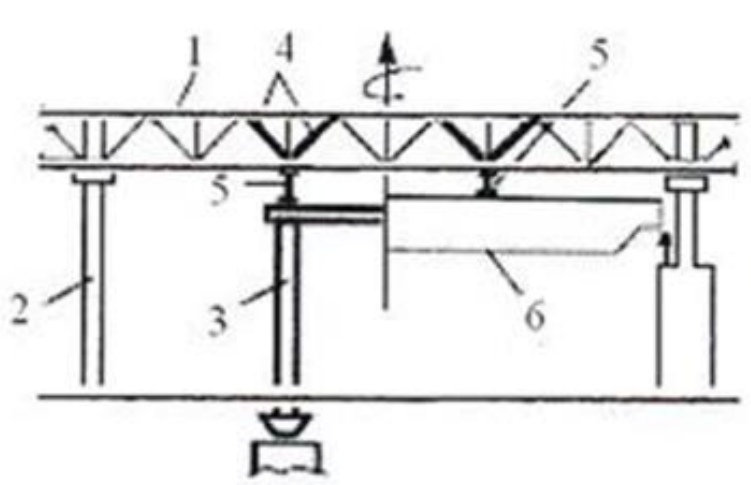


Рис. 3.6 Усиление ферм способом установки дополнительных промежуточных опор (стоек):
1 – усиливаемая ферма; 2 – колонна; 3 – дополнительная опора; 4 – дополнительный элемент усиления фермы; 5 – металлическая балка; 6 – мостовой кран

Изменение статической схемы конструкций с рациональной технологией производства работ осуществляется путем подведения или установки дополнительных опор, подкосов или подвесок; постановки

дополнительных связей и распределительных систем; превращения разрезных систем в неразрезные и наоборот; введения новых стержневых элементов и систем для рационального изменения статической схемы; введения шарниров и создания заданной жесткости; предварительного напряжения конструкций.

Когда по технологическим причинам нельзя установить в пролете дополнительные опоры, прибегают к подведению подкосов (рис.3.7б) или подвесок (рис.3.7а), что также способствует повышению несущей способности стропильных ферм. Установка дополнительных подкосов или подвесок требует дополнительного усиления раскосов фермы в местах, в которых они устанавливаются. Кроме того, при установке подвесок появляется необходимость вскрытия кровли и защиты от коррозии элементов усиления, находящихся на открытом воздухе, а при установке подкосов - дополнительного усиления фундаментов.

Для ограничения смещения верхнего сечения колонны используются оттяжки; они предварительно напрягаются, что несколько увеличивает продольную силу в колонне.

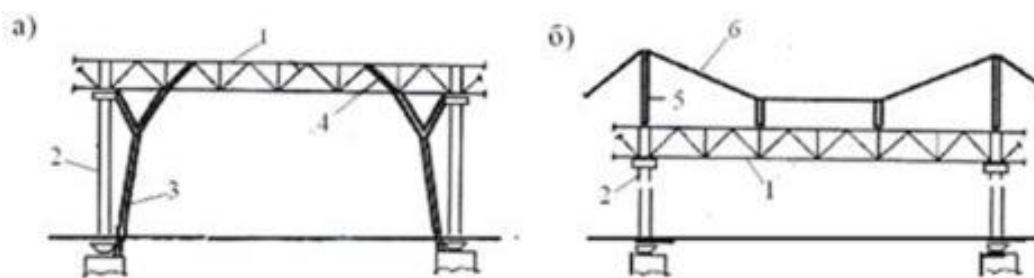
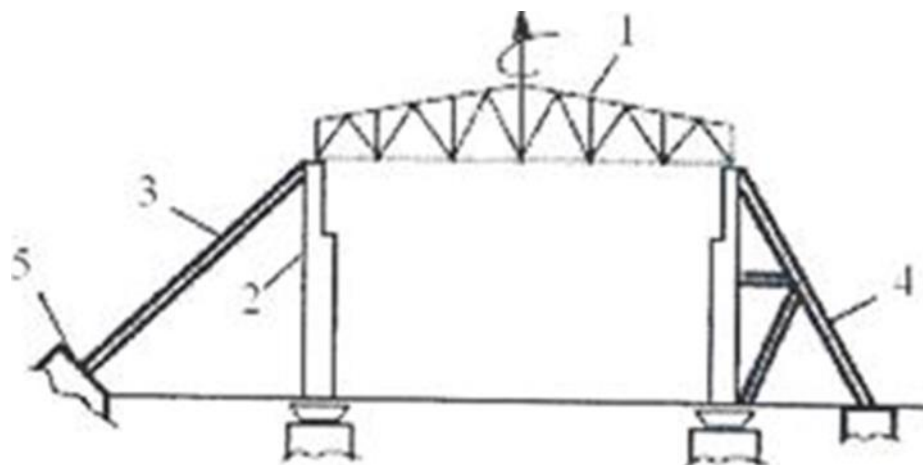


Рис. 3.7. Усиление ферм установкой подкосов (а) и подвесок (б):

1 –усиливаемая ферма; 2 – колонна; 3 - подкос; 4 - элемент усиления фермы; 5 - пилон;
6 – подвеска

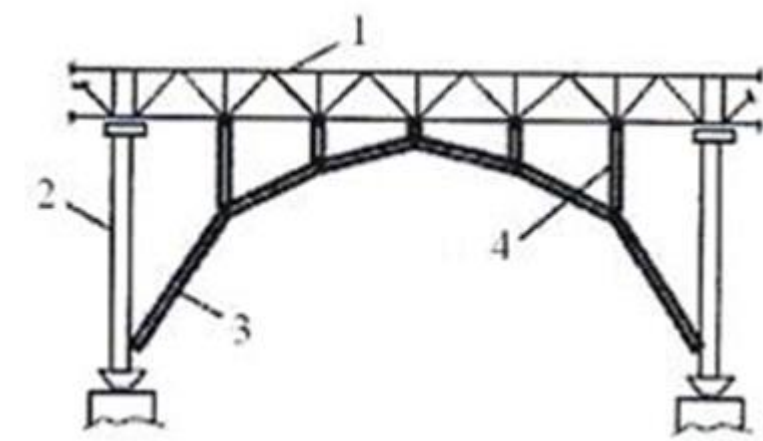
Недостатками такого способа (Рис. 3.8) усиления является резкое увеличение площади застройки (оттяжки устраиваются под углом 45-60°) и необходимость устройства достаточно сложных анкерных фундаментов. Этих недостатков можно избежать, если есть возможность закрепить оттяжки на кровле соседних пролетов. При таком усилении следует

внимательно обследовать колонны, анкерные болты крепления колонн к фундаментам и фундаменты тех стоек соседнего пролета, к которым крепятся оттяжки; обязателен и учет линейных перемещений оттяжек.



*Рис.3.8 Пример усиления стропильной фермы установкой наружных подпорок и оттяжек:
1-усиливаемая ферма; 3 - колонна; 3 – оттяжка; 4 – подпорка; 5 – анкер, препятствующий выдергиванию оттяжки*

Установка поддерживающих арочных конструкций позволяет более равномерно разгрузить нижний пояс фермы и дает возможность не загромождать пролет цеха (рис.3.9).



*Рис. 3.9 Усиление стропильных ферм путем установки поддерживающей арочной конструкции:
1 - усиливаемая ферма; 2 – колона; 3 – арочная конструкция; 4 – передаточные стойки*

Одним из распространенных решений по усилению ферм путем изменения их конструктивной схемы является введение шпренгеля (Рис. 3.10).

Постановка шпренгеля позволяет резко увеличить несущую способность ферм при относительно малом расходе стали, не загромождая производственных площадей.

Шпренгель рекомендуется крепить в нижних опорных узлах фермы, реже в верхних, так как при этом необходимо наличие достаточно мощного сечения поясов. Однако крепление в верхних узлах фермы позволяет расположить шпренгель в пределах высоты фермы, это решение применяется в том случае, когда невозможно увеличить габаритные размеры ферм (высоту).

Шпренгели рекомендуется изготавливать из жестких профилей (стойки), стальных канатов и пучков высокопрочной проволоки (пояса). Включение шпренгеля в совместную работу с фермой возможно как с предварительным напряжением, так и без него. В случае усиления шпренгеля, изготовленного из жестких профилей и установленного без предварительного натяжения, напряжения в элементах и соединениях фермы определяются как сумма усилий от нагрузок, действующих до введения шпренгеля в статически определимой системе, и усилий от нагрузок, приложенных после усиления в статически неопределимой системе.

Ненапряженные элементы усиления никогда полностью не используются в работе конструкций, так как они иногда выходят из строя и становятся непригодными из-за достижения второго предельного состояния (появления чрезмерных деформаций, а иногда трещин). Применение предварительно-напряженных элементов усиления всегда более эффективно, чем ненапряженных. Исследования усиления ферм предварительно-напряженными элементами при динамической и усталостной нагрузках показали, что этот способ позволяет по сравнению с обычным (увеличение сечения) сэкономить 45-50% металла и получить значительные технологические преимущества. Предварительно-напряженные элементы сразу включаются в полную совместную работу с существующими фермами, и усиление проводится под полной эксплуатационной нагрузкой. Введение

предварительно-напряженного элемента оказывает разгружающее действие на большинство стержней ферм, что позволяет значительно увеличить несущую способность конструкции. Сечение третьего пояса и степень его натяжения должны быть такими, чтобы можно было разгрузить ферму до такого состояния, после которого в условиях полной нагрузки усилия в самом напряженном стержне были бы меньше его предельной несущей способности. Напряжение в элементах усиленной фермы определяется от суммы усилий, возникающих после натяжения шпренгеля, и усилий от всех нагрузок, приложенных после усиления в статически неопределимой системе.

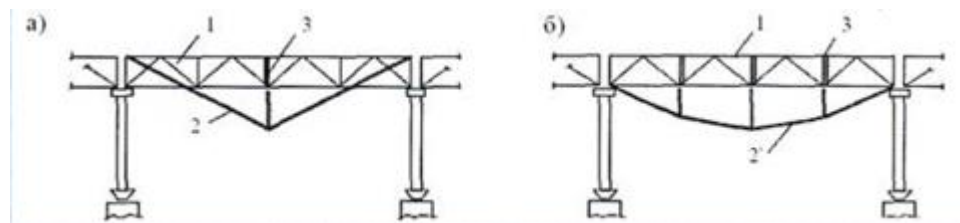


Рис. 3.10 Усиление стропильных ферм путем установки шпренгельных систем, а) – крепление шпренгеля в верхних узлах фермы;
б) – крепление шпренгеля в нижних опорных узлах фермы: 1 – усиливаемая ферма;
2 – шпренгельная система; 3 – Элементы местного усиления

Аналогичным образом может быть усилена стропильная балка (рис. 3.11)

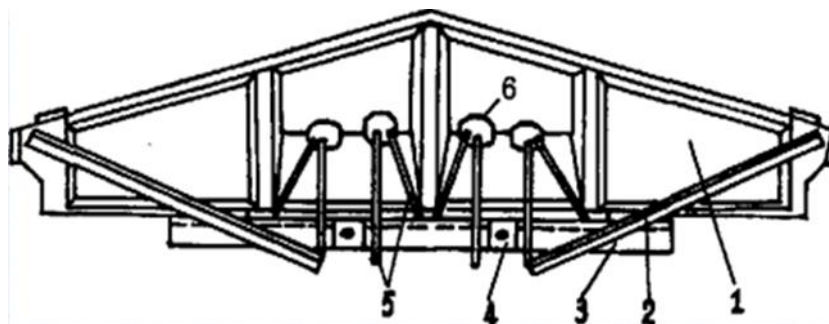


Рис. 3.11 Усиление стропильной балки предварительно напряженным шпренгелем из уголков:
1 – усиливаемый элемент; 2 – наклонный тяж; 3 – уголок нижнего пояса;
4 – компенсирующие накладки; 5 – монтажные подвески; 6 – горизонтальный тяж шпренгеля

Конструктивное оформление затяжек и узлов их крепления многообразно. Усиление отдельных стержней решетки, нижних растянутых

поясов ферм рекомендуется выполнять посредством предварительно-напряженных затяжек, расположенных как в пределах усиливаемой фермы, так и вне ее (см. рис 3.12). Затяжки, расположенные вне усиливаемой фермы, наиболее экономичны в части расхода стали, но их применение не всегда возможно. В цехах с мостовыми кранами, где габаритные размеры фермы не позволяют использовать вынесенные затяжки, следует применять затяжки, расположенные в пределах высоты фермы). Эти затяжки работают так же, как и вынесенные, но требуют большого расхода стали на усиление. Ломаная затяжка, расположенная в пределах (габаритах) стропильной фермы, требует меньшего расхода стали, чем прямая, но применять ее при усилении не всегда удобно из-за того, что опорный узел такой затяжки расположен в непосредственной близости к существующему покрытию.

При усилении поясов ферм затяжками иногда необходимо усиливать и некоторые стержни решетки.

Если стропильная ферма получила значительные деформации, не препятствующие, однако, ее нормальной эксплуатации, но которые со временем (или после увеличения нагрузки) могут развиваться, то она усиливается посредством дополнительной решетки или элементами решетки (Рис.3.13).

Схема усиления выбирается с учетом конкретных условий, состояния усиливаемой конструкции, причин, вызвавших усиление, а также из экономических соображений. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы усиленные конструкции не влияли на габаритные размеры помещений и не изменяли уровень пола, особенно в тех помещениях, которые имеют малую высоту и местный напольный транспорт.

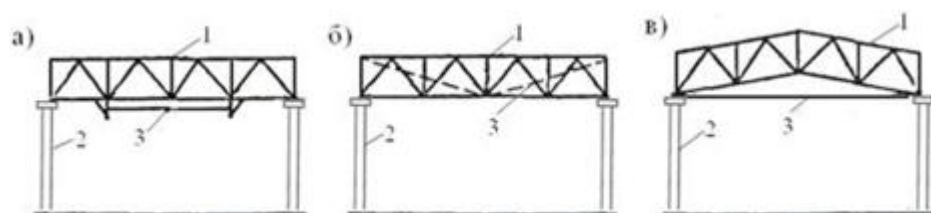


Рис. 3.12 Усиление стропильных ферм путем установки преднапряженных затяжек: а) – при расположении вдоль нижнего пояса фермы; (б) и (в) – то же, в плоскости фермы при креплении затяжек в верхних и нижних опорных узлах фермы: 1 – усиливаемая ферма; 2 – колонна; 3 – затяжка

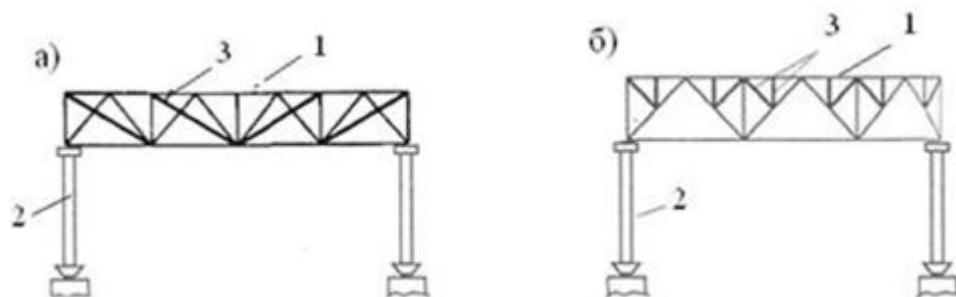


Рис. 3.13 Усиление стропильных ферм путем введения дополнительных элементов решетки (а) или шпренгельных элементов решетки: 1 – усиливаемая ферма; 2 – колонна; 3 – дополнительные элементы решетки

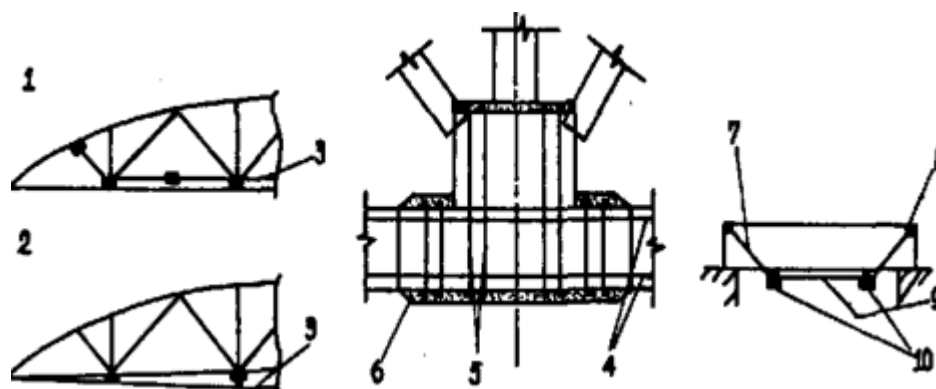


Рис. 3.14 Способы усиления металлических ферм покрытия:

а) предварительно напряженными шарнирно-стержневыми цепями путем закручивания гаек; б) усиление узлов ферм металлическими хомутами из листовой стали или железобетона; в) шпренгельными затяжками из уголков или двутавра и уголков; 1 – одноярусное усиление в пределах высоты ферм; 2 – то же ниже пояса ферм; 3 – шарнирно-стержневые цепи; 4 – горизонтальные тяжи; 5 – хомуты усиления; 6 – бетон; 7 – шпренгель; 8 – опорное устройство; 9 – распорка; 10 – натяжные винты

Тема 3.1.3 Технологические ограничения при выполнении работ

Особенностью усиления металлических конструкций является доступность сечения по всей длине элементов и свариваемость металла, позволяющие уменьшить трудоемкость обеспечения совместной работы основного и дополнительного элементов.

Однако нагрев элементов при сварке может снижать его прочность. При температуре более 550°C металл переходит в пластическое состояние и выключается из работы по восприятию усилий. Степень снижения прочности металла в месте сварки зависит от способа и режима сварки, толщины и ширины элемента, а также от направления сварных швов. Так, для продольных швов снижение прочности составляет до 15 %, а для поперечных – достигает 40 %. Исходя из этого, запрещается применение поперечных сварных швов при усилении металлических конструкций под нагрузкой.

С целью безопасности производства работ и повышения эффективности усиления металлических элементов и узлов их сопряжений следует стремиться к максимальному разгрузению конструкции перед усилением, чтобы максимальные напряжения не превышали 0,8 расчетного сопротивления стали по пределу текучести.

Принятый способ усиления должен предусматривать следующий порядок выполнения работ:

- максимальную разгрузку усиливаемых конструкций;
- временную передачу нагрузки с усиливаемых элементов на другие;
- временное раскрепление конструкций установкой дополнительных связей, распорок и т.п.;
- порядок сварки отдельных элементов, очередность наложения сварных швов и пр.

Выбор марок стали для элементов усиления необходимо производить в зависимости от значимости усиливаемых конструкций или их элементов, условий эксплуатации, толщины применяемого проката, руководствуясь указаниями по применению стали для стальных конструкций зданий и сооружений

Усиление конструкций способом увеличения сечений может производиться как без предварительного разгрузения, так и при полном или частичном разгрузении на период производства ремонтных работ.

Разгрузка усиливаемой конструкции может быть достигнута либо путем непосредственного снятия действующих на нее постоянных и временных нагрузок, либо путем искусственного регулирования в ней напряжений (приемы регулирования напряжений достаточно полно освещены в [14]).

Необходимость и степень разгрузки назначаются в процессе проектирования усиления конкретной конструкции (элемента). При этом следует учитывать:

- напряженно-деформированное состояние конструкции (элемента);
- влияние конкретных дефектов и повреждений;
- характер нагрузок и воздействий на конструкцию;
- механические свойства основного и дополнительного металла;
- технологические особенности производства работ по усилению (возможность проведения работ по разгрузке конструкций, снижение несущей способности конструкций и ее элементов вследствие разогрева металла, ослабление сечений отверстиями и т.п.).

При усилении элементов стальных конструкций симметричными накладками необходимо избегать потолочных швов. Приварку накладок необходимо начинать с нижнего пояса во избежание термических деформаций.

Глава 4 Технологии восстановления, усиления и ремонта каменных конструкций

Тема 4.1 Технологические решения при восстановлении, усилении и ремонте каменных конструкций.

При разработке проектной документации на восстановление или усиление каменных конструкций зданий и сооружений следует:

- предусматривать меры по обеспечению надежности и долговечности зданий и сооружений;

– принимать конструктивные решения и методы производства работ, реализуемые, как правило, без остановки производственного процесса в эксплуатируемых зданиях и сооружениях или совмещаемые по времени с технологическими остановками таких процессов;

– учитывать перспективы развития производства, возможность повторных (в будущем) реконструкций и модернизаций;

– принимать проектные решения, обеспечивающие экономное расходование материалов, топливных и энергетических ресурсов, снижение стоимости, трудоемкости и сокращение сроков выполнения работ по усилению;

– учитывать условия производства работ по усилению (стесненность монтажной площадки, возможность использования механизмов, дополнительные мероприятия по технике безопасности и охране труда, необходимость контроля качества работ и т.п.).

Основные технические решения, принимаемые при разработке проектов реконструкции и усиления, следует обосновывать путем сравнения конкурентоспособных вариантов, учитывая при этом последствия (стесненность монтажной площадки или остановку производства на время выполнения работ по усилению или восстановлению).

Проектирование восстановления и усиления каменных конструкций по сравнению с обычным проектированием имеет ряд существенных особенностей, которые должны учитываться как при организации проектных работ, так и в процессе разработки и оформления проектной документации.

Основные из них:

- проведение большого объема изысканий с обследованием оснований и восстанавливаемых или усиливаемых конструкций, выявлением их фактического состояния, характеристик материалов, из которых они выполнены, анализом причин появления имеющихся дефектов и повреждений и оценкой их технического состояния.

- выполнение расчётов по нескольким вариантам расчётных схем для оценки возможного отрицательного влияния обычно не учитываемых факторов (податливости или несмещаемости фундаментов, возможного проявления эффектов неразрезности, участия в работе каркаса ограждающих конструкций и оборудования и т.п.)

- учёт уровня фактической нагруженности усиливаемых под нагрузкой конструкций в процессе выполнения работ по усилению и учёт влияния действующих во время усиления напряжений на несущую способность усиливаемой конструкции;

- влияние последовательности и технологии выполнения работ по усилению на поведение усиливаемой конструкции, необходимость комплексного решения вопросов конструирования и выбора способа усиления с обязательным отражением этих вопросов в проектной документации.

Проектная документация с учётом изменения параметров и свойств конструкций и режимов эксплуатации должна охватывать следующие стадии работы конструкций:

- 1) предшествующая началу работ по усилению, на которой требуется проверить с учетом фактического состояния возможность эксплуатации конструкций до их восстановления, усиления или замены и разработать в необходимых случаях временные мероприятия по содержанию конструкций и ограничению режимов эксплуатации;

- 2) соответствующая периоду выполнения работ по восстановлению или усилению, на которой следует разработать необходимые мероприятия, обеспечивающие работоспособность конструкций по временной схеме;

- 3) соответствующая режиму эксплуатации конструкций после восстановления или усиления, на которой необходимо обеспечить работу конструкций в изменившихся условиях.

В необходимых случаях, с целью выявления фактического положения конструкций, возможного роста деформаций и изменения напряжённого

состояния, проектом должно быть предусмотрено проведение инструментальных наблюдений за состоянием конструкций на стадиях 1 и 2, а также с использованием приборов и специальных контрольно–сигнальных устройств – на стадии 3.

Экономическая целесообразность восстановления и усиления в большинстве случаев бесспорна, особенно если речь идет об усилении конструкции действующего предприятия. Так же очевидна экономичность усиления при реконструкции предприятия.

Учитывая большой объем реконструкции зданий и сооружений, в которых каменные конструкции занимают значительную долю среди всех видов строительных конструкций, вопросы практического применения различных эффективных способов их усиления приобретают в настоящее время большое народнохозяйственное значение.

Причинами недостаточной надежности каменных конструкций и необходимости их усиления или ремонта могут являться:

- размораживание кладки вследствие попеременного замораживания и оттаивания;
- возникновение и развитие трещин вследствие неравномерной осадки или просадки, а также в результате перегрузки;
- коррозии кладки под воздействием агрессивной среды;
- воздействие высоких температур (пожар);
- недостатки при производстве работ (заниженная марка кирпича или раствора и др.);
- увеличение нагрузки при изменении функционального назначения здания или при надстройке здания.

Оценка несущей способности и степени повреждения каменных конструкций Несущая способность поврежденных каменных конструкций определяется методом разрушающих нагрузок на основании данных, полученных при обследовании, и фактических значений прочности (марок)

кирпича, камней, раствора и предела текучести арматуры. При этом учитывают факторы, снижающие их несущую способность:

- разрушение поверхностных слоев кладки в результате размораживания, пожара или механических повреждений;
- наличие эксцентриситетов, вызванных отклонением стен и столбов от вертикали или при их выпучивании из плоскости;
- нарушение конструктивной связи между стенами вследствие образования вертикальных трещин в местах их пересечения или вследствие разрыва поперечных связей между стенами, колоннами и перекрытиями каркаса;
- повреждение опор балок, перемычек, смещение элементов покрытий и перекрытий на опорах.

Восстановление и усиление каменных конструкций может быть выполнено различными способами, которые, как и для конструкций из других материалов, можно условно объединить в три группы: усиление без изменения расчетной схемы, с изменением расчетной схемы и с изменением напряженного состояния. Последние две группы усиления в большинстве случаев могут быть объединены, так как изменение расчетной схемы конструкции часто влечет за собой изменение и её напряженного состояния.

Наиболее нагруженными элементами каменных зданий являются фундаменты, несущие стены, столбы, простенки и надпроемные перемычки. Соответственно в этих элементах чаще всего наблюдаются силовые повреждения, проявляющиеся в виде вертикальных трещин. Трещины, возникающие в кладке от перенапряжения под нагрузкой, называются силовыми.

Выявленные в результате обследования элементы каменных конструкций с силовыми трещинами подлежат усилению. Кроме того, усиление существующих каменных конструкций (фундаментов, столбов, простенков, стен) производится в том случае, когда их несущая способность может оказаться недостаточной при реконструкции зданий, а также при

наличии дефектов в кладке, вызванных неравномерной осадкой основания под фундаментами, длительным замачиванием и многоцикловым попеременным замораживанием –оттаиванием кладки и другими причинами.

В зависимости от технического состояния каменных конструкций зданий их усиление и восстановление сводится к:

- усилению и восстановлению отдельных элементов существующей кладки;
- повышению несущей способности перенапряженной кладки в целом;
- повышению пространственной жесткости деформированного здания;
- обеспечению устойчивости стен при разрывах креплений и отклонениях от вертикали;
- обеспечению свободы осадочных деформаций сопрягаемых стен.

Усиление элементов каменных конструкций может быть выполнено путем инъектирования, устройства различных обойм, увеличением сечения столбов или простенков, заменой кирпичных надпроемных перемычек на железобетонные или металлические, установкой систем металлических тяжей и накладок и др. Условная схема классификации способов восстановления и усиления конструкций и принципов их осуществления представлена на рис.3.

При реконструкции зданий и сооружений, выполненных из каменных конструкций (стены, простенки, перегородки, столбы), важно оценить их фактическую прочность. При этом необходимо наиболее полно учитывать все факторы, которые могут снизить несущую способность конструкции (трещины, локальные повреждения, отклонения кладки от вертикали и соответствующие увеличение эксцентриситетов, нарушение связей между несущими конструкциями, смещения плит покрытий и перекрытий, прогонов, перемычек, стропильных конструкций и т. п.). Если эта прочность окажется ниже требуемой, устанавливают причины повреждений и устраняют их до начала ремонта.

Ремонт и восстановление каменных конструкций

Каменную кладку разбивают, если здание (сооружение) сносят, реконструируют или ремонтируют каменные конструкции. Чтобы разобрать кладку, в ней пробивают сквозные и несквозные отверстия, гнезда или борозды с помощью пневматических отбойных молотков и электромолотков, скампелей, шлямбуров, стальных ломов, кирок, клиньев, кувалд, молотков, электрических сверлильных машин.

Отбойные пневматические молотки и электромолотки используют как при разборке кладки, так и для пробивки гнезд и борозд.

Борозды выбирают также электрическим бороздоделом. Шлямбур предназначается для пробивки круглых отверстий небольшого диаметра (30–50 мм). Один конец его имеет пилообразные зубья, форма другого конца — конусообразная. Отверстия в стенах пробивают сверлильными машинами с наконечниками из высокопрочной стали или твердых сплавов. Скампелью делают гнезда и борозды. Ломом, киркой, клином пользуются при разборке стен и фундаментов как вспомогательными инструментами. Кладку восстанавливают (заделывают гнезда и борозды) инструментами, которыми каменщики пользуются при возведении новой кладки стен из камней, бута или кирпича.

Способы разборки. В зависимости от объема кладки, которую нужно разобрать, и условий работ применяют следующие способы разборки: ручную с применением механизированного и ручного инструмента; механизированный с помощью кранов, экскаваторов, бульдозеров. При механизированных способах также не исключены работы, которые выполняют в основном при подготовке сооружений к разборке.

Все работы при разборке каменных конструкций выполняют по проекту производства работ или по заранее намеченному плану. Ручная разборка. Кирпичную кладку, сложенную на известковом или смешанном растворе низких марок, разбирают с помощью пневматических отбойных молотков и электромолотков с рабочей частью в виде плоской лопатки, которой ударяют в горизонтальный шов под постель кирпича (камня).

Кладку разбирают горизонтальными рядами, начиная с верха стены. Кирпич очищают от раствора острым концом кирочки, так же как при теске кирпича, и спускают по закрытым желобам вниз. Получаемый при разборке щебень ссыпают вниз также по желобам.

Для разборки стен, сложенных на прочных смешанных или цементных растворах, применяют механизмы, оснащенные гидромолотами (экскаваторы со сменным рабочим органом), а также краны, оснащенные тяжелыми клиньями или ядрами, которыми дробят кладку. Бутовую и бутобетонную кладку фундаментов и стен разбивают вручную также с помощью пневматических или электрических молотков с ударной частью в виде плоской лопатки или пики.

Механизированная разборка. При разборке каменных зданий по конструкции ударяют металлическим ядром или болванкой, подвешенными к стреле крана. Ядро массой 2. 3 т, опускаемое краном с высоты, дробит кладку на куски, которые затем используют для различных целей. Для разборки кладки применяют также гидромолоты и гидроклинья, монтируемые на самоходных шасси с гидроприводами.

Пробивка отверстий, гнезд, борозд. Перед пробивкой отверстий размечают их положение и, если нужно, устанавливают подмости такой высоты, чтобы место пробивки находилось на уровне груди рабочего: в таком положении удобнее и легче работать. Отверстия для электрокабелей и труб диаметром до 40 мм просверливают электрической сверлильной машиной или пробивают шлямбуром. Пилообразный конец шлямбура приставляют к намеченному месту (шлямбур держат перпендикулярно стене) и, ударяя кувалдой по тупому концу, периодически поворачивают его вокруг оси, чтобы он не оказался забитым в кладку подобно штырю. Периодически шлямбур вынимают из гнезда и очищают от кусочков кирпича и пыли. Прямоугольные отверстия пробивают скапелем, отбойным молотком или электромолотком, начиная с верхней части отверстия. Сначала выбивают верхний кирпич, раскалывая его скапелем и легкой кувалдой. Затем, забивая

скарпель под постель или в вертикальный шов, выбивают следующий кирпич и т. д. При толстых стенах отверстия целесообразно пробивать сначала с одной стороны на половину толщины стены, а затем с другой.

Борозды пробивают следующим образом. Сначала на одном из ее концов делают гнездо по сечению борозды, затем последовательно выбивают другие кирпичи по намеченной линии. Если в процессе работы приходится выбивать не целый кирпич, а часть его, то на линии откола кирпича сначала делают насечку, ударяя кувалдой по скарпелю, а потом уже выбивают кирпич. Узкие борозды — пазы — прорезают в кладке бороздоделом, им же высверливают гнезда диаметром до 75 мм. Перед пробивкой больших отверстий и проемов сначала над размеченным проемом делают с обеих сторон стены борозды глубиной 1/2 кирпича. В борозды закладывают железобетонные перемычки или стальные балки из швеллера; длина закладываемых отрезков — на 500 мм больше ширины проема. Балки стягивают между собой болтами на концах и в пролете через 1 - 1,5 м. Промежутки между верхом балок и кладкой зачеканивают жестким цементным раствором и после его затвердевания начинают пробивать проем сверху вниз. Сначала с обеих сторон ниже перемычки прокладывают борозды. Затем, углубляя и расширяя их, делают в стене сквозную щель на ширину проема, а дальше разбивают кладку рядами, применяя обычный ручной или механизированный инструмент.

Заделка. Проемы и крупные отверстия заделывают кирпичом или камнями правильной формы, так же, как и кладку стен соответствующей толщины, перевязывая со старой кладкой и расшивая швы или впустошовку.

Особое внимание при этом обращают на то, чтобы тщательно был заделан верх проема или отверстия. При укладке последнего верхнего ряда кладки зазор (шов) между старой и новой кладкой зачеканивают жестким цементным раствором. При этом сначала кладут и зачеканивают последний ряд забутки, а потом — лицевые версты. При заделке небольшого отверстия, гнезда или борозды сначала очищают поверхность кладки от мусора и

промывают ее водой. Затем подбирают и подгоняют с приколкой отдельные кирпичи. После этого забрасывают в гнездо раствор и укладывают подготовленные кирпичи. При этом не обязательно перевязывать старую кладку с новой. Борозды заделывают на всю глубину или в виде перегородки, ограждающей устроенный в стене канал. Заделка балок. Концы балок заделывают как при строительстве новых зданий, так и при ремонте. При возведении каменных зданий балки перекрытий укладывают по ходу кладки стен: доводят кладку до уровня низа балок или опорных подушек, размечают места под опорные подушки и укладывают их. Верх подушек выверяют по уровню или нивелиру. После этого кладку наращивают, возводят на два ряда выше уровня междуэтажного перекрытия, оставляя гнезда для балок. Гнезда высотой более четырех рядов закладывают с наклонной штрабой для лучшей перевязки при заделке.

Укладываемые в гнезда концы балок закрепляют в стенах стальными Т-образными анкерами. Все металлические части, заделываемые в кладку, покрывают противокоррозионной изоляцией — цементным молоком, горячим битумом или суриком. Концы металлических балок (особенно их торцы) обертывают войлоком 3 или минеральной ватой, создавая этим теплоизоляционную защиту от промерзания. Концы деревянных балок обертывают двумя слоями толя, предохраняя от влаги и загнивания. Торцы балок оставляют открытыми: через них испаряется влага из древесины. После выверки балок гнезда заделывают кладкой, обязательно перевязывая ее с ранее возведенной. Особое внимание при этом обращают на сохранность и правильное положение изоляционных оберток и заделку анкеров, конструкция которых обычно указывается в проекте. Также заделывают концы балок при ремонтных работах, например, при смене деревянных перекрытий.

Заделка трещин. Прежде чем заделывать трещины, необходимо устранить причины, вызывающие их, а затем убедиться, что деформации стен закончились и трещины не увеличиваются. Для этого поперек трещины

в нескольких местах накладывают маяки из гипсового раствора шириной 50. 100, толщиной 6. 10 мм. Если стены оштукатурены, то в местах установки маяков штукатурку сбивают, расчищают швы кладки, очищают кладку и швы ее от пыли и промывают водой. Нельзя ставить маяки на неочищенную и непромытую кладку, так как они не будут сцепляться с ней и увеличение трещины в кладке не отразится на гипсовом маяке. На маяках пишут дату их установки. Если, например, через две-три недели после установки на маяках не появятся трещины, это значит, что деформация стены прекратилась. Срок контроля деформаций по маякам назначают в зависимости от предполагаемых причин деформаций. Тонкие трещины очищают от грязи и пыли и заполняют жидким цементным раствором, нагнетая его внутрь растворонасосом. Широкие трещины заделывают, разбирая части старой кладки и заменяя ее новой.

При заделке трещин в стенах толщиной 2 кирпича кладку разбирают и заделывают последовательно отдельными участками на всю толщину стены в виде кирпичных замков. Если толщина трещин значительная, то для скрепления кладки часто ставят анкера или балки (металлические связи). Эти балки заделывают в кладку так же, как над пробиваемыми проемами устраивают перемычки.

При заделке тонких трещин в стене толщиной 2 кирпича и более сначала разбирают кладку вдоль трещины на глубину 1/2 кирпича с каждой стороны стены. После этого трещину промывают водой, устанавливают опалубку и нагнетают в нее жидкий цементный раствор состава 1:3 или 1:2 участками высотой 1. 1,5 м. Затем разобрannую кладку закладывают с обеих сторон трещины кирпичом вперевязку со старой кладкой.

Ремонт простенков. При ремонте простенков смежные проемы закладывают кирпичной кладкой на глиняном растворе или устанавливают в них временные стойки, воспринимающие нагрузку от вышележащей кладки. Затем последовательно разбирают и заменяют разрушенную кладку новой и

после того, как она приобретает необходимую прочность, разбирают временную кладку или снимают временные крепления.

Ремонт облицовки

При ремонте зданий часто приходится заменять выветривающуюся часть лицевой кладки. Эта работа заключается в разборке лицевой поверхности старой кладки и облицовке кладки кирпичом. Толщину облицовки обычно делают 1 /г кирпича. При такой облицовке новую кладку перевязывают со старой. Для этого в старой кладке после разборки ее лицевой поверхности через 4. 5 рядов выдалбливают прерывистые борозды глубиной !/г кирпича, в которые затем заводят тычковые ряды облицовки. Выветривающуюся часть стены разбивают и заменяют облицовочный кирпич снизу вверх, охватывая каждой расчисткой 5. 10 рядов разрушенной кладки и облицовывая каждый раз столько же рядов новой. Поверхности кладки перед облицовкой очищают от пыли и промывают, с тем чтобы обеспечить более прочное сцепление облицовки с кладкой. Промежутки между ложковыми рядами облицовки и стеной заполняют раствором * по ходу кладки. Перед укладкой каждого кирпича в пробитую борозду забрасывают часть пластичного раствора, с тем чтобы при посадке на место и выравнивании по шнуру кирпича выживаемый им раствор лучше заполнял швы между старой и новой кладками.

При замене облицовки из плит сначала разбирают старую облицовку и срубают все неровности на поверхности кладки, а затем восстанавливают облицовку, устанавливая плиты теми же приемами и в такой же последовательности, как при облицовке готовых стен прислонными плитами. При замене отдельных плит облицовки новые плиты рекомендуется ставить на растворе, который готовят на расширяющемся цементе.

Тема 4.1.1 Усиление столбов, простенков и участков каменных стен, перемычек, опорных зон балок, плит и ферм, каменных перекрытий.

Наиболее подвержены разрушению и деформациям в кирпичных зданиях простенки, перемычки, опорные площадки и отдельно стоящие столбы, ремонт которых заключается:

- в укреплении или перекладке поврежденных конструкций для обеспечения надежной прочности кладки;
- в укреплении конструкций в случае отклонения их от вертикального положения.

Отдельные стабилизовавшиеся трещины в стенах, столбах, перемычках ремонтируют заделкой их раствором. Перед заделкой трещину расшивают вручную скапелью, очищают от пыли, каменной крошки и промывают водой. Затем трещины заполняют цементным раствором с добавкой до 30% известкового теста.

Если сквозная трещина широкая (до 10-20 мм), то ее заделывают с двух сторон вставками из кирпичных замков (рис. 4.1) на цементном растворе марки М100. Иногда трещину перекрывают заякоренной двутавровой балкой. Такой замок называется кирпичным замком с якорем (рис. 4.2).

При наличии сети сквозных трещин и невозможности восстановления несущей способности стен заделкой трещин ведут перекладку стен местами с применением более прочного раствора. Перекладка выполняется с двух сторон по фронту на глубину в полкирпича. Для связи новой кладки с усиливаемой стеной обязательно устраиваются штрабы через каждые четыре ряда на глубину в один кирпич.

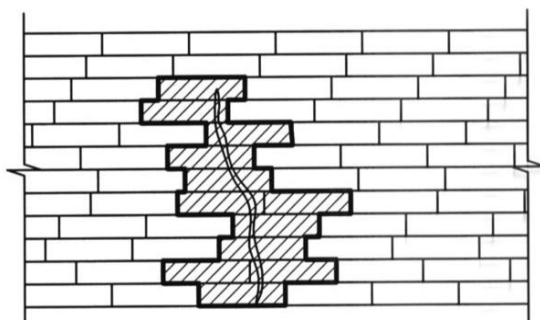


Рис. 4.1 Заделка трещины в кирпичной стене кирпичным замком

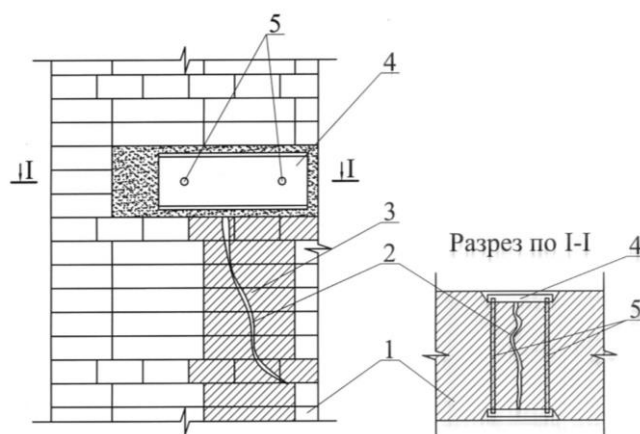


Рис. 4.2 Заделка сквозной трещины кирпичным замком с якорем: 1 – усиливаемый участок стены; 2 – трещина; 3 – кирпичный замок; 4 – «якорь» из проката; 5 – стяжные болты

Возможны три варианта перекладки: перекладка участков многоэтажных кирпичных стен в процессе комплексного капитально ремонта здания с полной сменой перекрытий; перекладка участков (или полностью) несущих кирпичных стен с сохранением опирающихся на них перекрытий; перекладка участков кирпичных стен с сохранением вышележащей кладки.

Усиление простенков может быть достигнуто:

- увеличением площади сечения простенков с помощью прикладки новой кладки на цементном растворе с уменьшением ширины проема, если это допустимо без нарушения правтл инсоляции помещений;
- полной или частичной перекладкой простенков;
- устройством железобетонной (штукатурной) обоймы или металлического корсета;
- заменой разрушенного простенка железобетонной колонной.

При увеличении сечения деформированного простенка с одной или двух сторон выполняют новую кладку в полкирпича или в кирпич. Соединение со старой кладкой осуществляют путем перевязки новой кладки со старой через три-четыре ряда кирпича, для чего перед устройством новой

кладки пробивают борозды глубиной в полкирпича.

В связи с тем, что каменные конструкции испытывают в основном сжимающие усилия, наиболее эффективным способом усиления простенков является устройство стальных, железобетонных и армированных растворных обоек. Каменная кладка в обойме работает в условиях всестороннего сжатия, при этом ее поперечные деформации значительно уменьшаются и, как следствие, существенно увеличивается сопротивление продольной силе.

Стальная обойма состоит (рис. 4.3) из двух основных элементов – стальных вертикальных уголков, которые устанавливаются по углам простенков или столбов на цементном растворе, и хомутов из полосовой или круглой стали. Расстояние между хомутами должно быть больше меньшего размера сечения и не более 500мм. Для обеспечения включения обоймы в работу кладки необходимо тщательно зачеканивать или инъецировать зазоры между стальными элементами обоймы и каменной кладкой цементным раствором. После устройства металлической обоймы ее элементы защищают от коррозии цементным раствором толщиной 25-30 мм по металлической сетке.

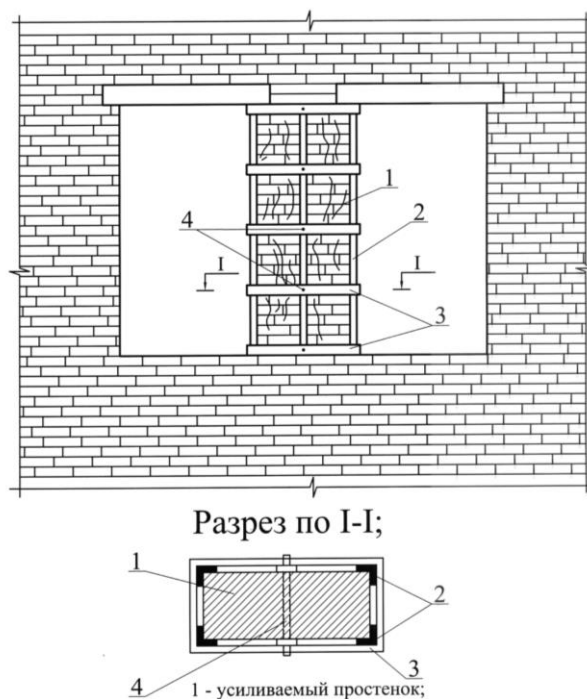


Рис. 4.3 Усиление простенка стальной обоймой:

1 – усиливаемый простенок; 2 – стальной уголок; 3 – планка; 4 – поперечная связь

Основное назначение перемычек — перекрытие дверных, оконных и других проемов, а также восприятие нагрузок от вышележащего участка стены и перекрытия и передача их на простенки. Для каждого периода строительства характерны свои конструктивные особенности перемычек. В зданиях дореволюционного периода строительства проемы шириной до 1,5 м перекрывались клинчатыми перемычками, более 1,5 м — арочными. Начиная с 20-х гг. прошлого века широкое применение получили рядовые перемычки, перекрывающие проемы на 1—2 м. Такая конструкция перемычек широко применялась в жилищном строительстве вплоть до конца 40-х гг. XX в. Расчетная высота рядовой перемычки должна быть не менее 45 см, что равняется трем рядам кладки. Перемычки ремонтируют или усиливают лишь после выявления и устранения причин, вызвавших их разрушение.

Усиление кирпичных перемычек над оконными и дверными проемами может быть достигнуто заделкой трещин, частичной или полной перекладкой, а также заменой кирпичных перемычек железобетонными или металлическими. Перемычки с одиночными трещинами восстанавливают, инъецируя жидкий цементный или полимерцементный раствор, что способствует замоноличиванию трещин. Рядовые перемычки усиливают подводкой под них стальных балок из прокатного швеллера, стянутых монтажными болтами. Перемычки можно усилить подведением металлической рамы. Данный метод позволяет одновременно усилить и простенки. Если необходима замена перемычек, их заменяют последовательно после разгрузки вначале с внутренней стороны, а затем с наружной.

Ремонт и восстановление кирпичных карнизов

Главное назначение карниза на любом здании или сооружении — защита фасада от действия атмосферных осадков. Исправное состояние всех элементов кровли и водосточной системы во многом влияет на частоту реставрации наружных стен, фундамента, декоративных элементов.

Своевременный ремонт карнизов фасада позволяет поддерживать хороший внешний вид здания, снижает затраты на восстановительную отделку.

Исправный карниз является составной частью привлекательного внешнего вида дома. А с технической точки зрения его задача – уменьшить намокание стен фасада от дождя и снега. Система водостока и покрытий карнизов собирает влагу с крыши, не допуская ее попадания на стены здания. Отводя воду от фасада, она предохраняет основание от повреждения и разрушения. Это в значительной мере влияет на техническое состояние всего здания.

Виды карнизов

Карнизы на фасаде чаще всего выполняются под кровельным свесом. Но в многоэтажных домах они могут устраиваться и между этажами. Иногда карнизами декорируются окна. На фронтонах скатных крыш этот элемент выполняет чисто декоративную функцию. Вдоль скатов он обычно выступает опорой для деталей водосточной системы. Наиболее распространенными вариантами карнизов являются кирпичные или бетонные конструкции. В качестве защитно-декоративной отделки обычно выступает штукатурка и окраска поверхности элементов.

Ремонт карнизов необходимо выполнять в нескольких случаях:

- Текущий ремонт фасада здания – устраняются мелкие конструктивные дефекты элементов карниза, производится новая декоративная отделка частично или полностью по всей поверхности карниза.
- Капитальный ремонт дома – возможна полная перекладка кирпичной кладки, восстановление серьезных повреждений карнизных конструкций.

Технология проведения ремонтных работ

Ремонт карнизов можно производить со строительных лесов, вышек-туров, специальных подвесных люлек. Но эти способы не всегда оправданы экономически, требуют много времени на монтаж и демонтаж вспомогательного оборудования. Часто выгоднее доверить работу

специалистам по промышленному альпинизму. Реставрационные работы для историко-культурных сооружений предполагают воссоздание первоначальной формы и внешнего вида карнизных деталей, элементов декора.

Во время плановых и внеплановых осмотров зданий выявляются проблемы с конструктивными элементами на фасаде. При возникновении дефектов требуется проведение соответствующего вида ремонта. Технология производства работ по восстановлению зависит от материала, из которого выполнены карнизные детали, вида их отделки. Но предварительно необходима оценка состояния карниза, проведение подготовительных мероприятий.

Технология проведения ремонта карнизов включает несколько основных этапов:

- Диагностика состояния всех элементов.
- Расчет объема предстоящих работ.
- Подготовка места ремонта и окружающей территории.
- Ремонт кровли над поврежденным участком карниза
- Замена отдельных деталей.
- Зачистка поверхностей, подлежащих ремонту.
- При необходимости проводится обработка основания от высолов, пропитка материалов специальными средствами.
- Шпатлевание и оштукатуривание карниза, зон около него с армированием штукатурной сеткой или без него.
- Грунтование поверхности.

По окончании основных работ производится декоративная отделка карнизных деталей. Элементы водосточной системы устанавливаются по окончании ремонта карнизов.

Подготовительные работы

Осмотр места работы позволяет выявить дефекты, подлежащие устранению, степень их повреждения, объем предстоящего ремонта. После

согласования всех деталей требуется обеспечить безопасное проведение ремонтных операций. Территория вокруг опасных зон должна быть ограждена. При выполнении ремонтов карнизов над окнами требуется закрыть оконные проемы. Перед этим желательно провести работы по ремонту кровли и элементов водостока, если в этом есть необходимость. Детали водосточной системы, подлежащие замене, должны быть подготовлены заранее. Ремонт карнизов можно начинать после завершения работ с дымоходами, вентиляционными конструкциями, расположенными на крыше.

Оштукатуренные карнизы

На оштукатуренных карнизах распространенной проблемой является образование деформационных трещин. В этом случае ремонт не будет сложным. Несквозные трещины достаточно заделать фасадной штукатуркой и закрасить.

При наличии сквозных трещин потребуется более основательный ремонт:

- Место повреждения зачищается.
- Трещину необходимо расширить на всю глубину штукатурного слоя.
- Фасадной или цементной штукатуркой заделывается повреждение. Состав подбирается идентично первоначальному.
- Затем наносится слой грунта.
- После полного высыхания состава отремонтированный участок окрашивается.

При необходимости штукатурка с карнизной поверхности удаляется полностью. Основание тщательно зачищается, высолы, ржавые пятна, жировые загрязнения обрабатываются специальными составами. Карниз промывается или обдается сжатым воздухом для удаления пыли, мусора.

После обработки специальными средствами поверхность оштукатуривается заново, наносится грунтовка. Зачастую для усиления штукатурного слоя применяется армирование металлическими сетками, с

креплением их к прочным элементам.

Окрашивание карнизных элементов производится только после полного высыхания отделочных составов. Красочные составы подбираются в соответствии с требованиями к защитно-декоративному покрытию, с учетом свойств материалов.

Общая последовательность работ такова:

1. Ремонт кровли, устранение протечек
2. Удаление слабо закрепленных штукатурных и окрасочных покрытий
3. Предварительная обработка (промывка, биозащита, удаление высолов)
4. Армирование сеткой
5. Нанесение штукатурных слоев
6. Придание карнизу нужного профиля финишным слоем штукатурки
7. Выравнивание слоями шпаклевки неровностей
8. Огрунтовка
9. Окрашивание в два или более слоев
10. Установка и герметизация покрытий карниза

Тема 4.1.2 Восстановление ослабленной кладки.

В сооружениях и зданиях стены выполняют разные функции, основной из которых является защита помещений от внешних атмосферных воздействий. Наряду с тем, что кирпич – это прочный и надежный строительный материал, в процессе эксплуатации кирпичные стены утрачивают свои первостепенные прочностные характеристики и нуждаются в усилении и ремонте.

Причины возникновения дефектов на кирпичной кладке

Если в процессе обследований технического состояния зданий и сооружений на стеновых конструкциях выявлены дефекты, то первое что необходимо сделать – это определить факторы их возникновения.

Выделяют разные причины появления дефектов на стеновых кирпичных конструкциях. Наиболее распространенными считаются:

- несоблюдение технологии приготовления бетонного раствора, использование некачественных компонентов или же нарушение их пропорций;

- выполнение дополнительных пристроек надстроек или проемов в здании, наличие которых не предусмотрено проектом. Это повышает нагрузку на кладку;

- циклические процессы заморозки и оттаивания земли или негативное воздействие грунтовых вод;

- частые резкие перепады влажности и температурного режима приводят к разрушению связующего раствора;

- неправильное выполнение проектных работ: неточное определение нагрузок, которые должны выдерживать несущие стены, недостаточное исследование грунта и другие неточности;

- отсутствие перевязки швов;

- естественное старение каменной кладки, повреждение кирпича эрозией и влияние других неблагоприятных факторов.

Вне зависимости по какой из причин образовались дефекты кирпича, при обнаружении их необходимо устранить. В противном случае разрушения будут только увеличиться и в результате здание станет аварийным.

Виды дефектов

В результате вышеперечисленных факторов образуются следующие характерные повреждения и дефекты каменной кладки:

- провисание или выпадение кирпичей из оконных и дверных перемычек;

- промерзание;

- прогиб кирпичной кладки;

- намокание стен, что в дальнейшем приводит к отсыреванию;

- расслоение кирпичной кладки;

- выветривание стенового материала вследствие его разрушения;
- образование трещин в стенах в местах состыковки с эркерами, балконными плитами и другими конструктивными элементами.

Чаще обычного среди разных типов повреждений кирпичной кладки возникают трещины, которые по степени сложности разделяются на:

- открытые, увидеть которые можно при визуальном осмотре поверхности стен;
- закрытые, расположенные внутри кирпича. Обнаружить их при осмотре невозможно, только при обследовании специальным оборудованием;
- стабильные или растущие;
- сквозные.

Самыми опасными являются сквозные трещины, поэтому при их возникновении следует как можно быстрее устранить такие дефекты.

Методы устранения дефектов

Чтобы качественно и правильно выполнить устранение дефектов кирпичной кладки, необходимо не только установить причину, но также безошибочно подобрать способ восстановления и укрепления стены.

Цементирование трещин

Таким способом наиболее часто устраняют дефекты кирпичной кладки наружных стен. Для этого используются специальные ремонтные смеси или приготавливается цементно-песчаный раствор.

Но внимание следует обратить на то, что такой вариант считается косметическим. Заделка препятствует проникновению в пустоты грязи и пыли, но сами трещины не герметизирует. Чтобы предотвратить дальнейшее растрескивание кирпичной поверхности, то места заделки необходимо обработать гидроизоляционными составами.

Частичная замена элементов

Если дефектом является выпадение отдельных кирпичей, то разрушенный участок нужно разобрать до достижения прочного основания и на это место установить новые кирпичи. При этом лучше использовать раствор плотной консистенции.

Чтобы не нарушить находящую выше поврежденного участка кладку закрепить ее нужно временными подпорками, и убрать их можно как минимум через неделю после реставрационных работ.

Инъектирование кирпичной стены

В зависимости от формы и размера повреждения для инъектирования используют эпоксидные и полиуретановые смолы, микроцемент, полимерные гели. Такой метод требует наличия специализированного оборудования и профессиональных навыков.

Стоимость работ весьма высокая, но даже когда обнаружена сильная деформация кирпичной кладки технология является высоко эффективной.

Устранение сильных разрушений

Чтобы предотвратить разрушение стены при обнаружении динамичных трещин, то наиболее рационально полностью переложить проблемный участок. Возможен и другой, более бюджетный способ – обтяжка здания.

Ремонт кирпичной кладки наружных стен можно выполнять одним из методов: метод встречного забуривания; разборка и восстановление отдельных участков кирпичной кладки; метод пилы; усиление кирпичной стены.

Метод забуривания Методика заключается в просверливании на заданном расстоянии отверстий. Отверстия проделывают в шахматном порядке либо последовательно. При большой толщине наружных стен отверстия просверливают с одной и другой стороны, напротив друг друга. Завершающий этап реконструкции – заполнение отверстий гидрофобным составом кремообразной консистенции.

Разборка и ремонт кирпичной кладки стен отдельными местами потребует финансовых вложений. Суть способа реставрации достаточно

проста, участок стены с деформацией кирпича разбирается, закладывается гидроизоляционный материал, далее проводят восстановление кирпичной кладки.

Метод пилы Реставрация кирпичной кладки состоит в следующем: поверхность из кирпича распиливается насквозь по горизонтали, место распила зачеканивают гидроизоляционными материалами, зазоры в кирпичной кладке заполняют минеральной суспензией, предназначенной для восстановления статики кладки из кирпича. Этот способ реставрации достаточно эффективный, но дорогостоящий.

Усиление кладки – это надежный способ сохранить целостность стены из кирпича и восстановить несущие способности конструкции. Ремонт кирпичного фасада производят путем применения стальных, композиционных, железобетонных либо армировано растворных обоем. Стальная обойма Стальная обойма представляет собой каркас из толстой арматуры, стальных уголков и полосовой стали. Поверх каркаса крепится металлическая сетка. Поверхность оштукатуривается цементным либо полимерцементным раствором, второй вариант является более предпочтительным, так как полимерцементный раствор не утяжеляет конструкцию, при этом повышает несущую способность кирпичных стен на 60%. Усиление с помощью композитных материалов Ремонт кирпичных стен путем композиционного усиления обеспечивает прочность несущих конструкций на сжатие по вертикали, а также прочность на срез и сдвиг в поперечном сечении. Этот метод предполагает использование в качестве укрепляющего слоя стекло- либо углеволокна.

Как избежать дефектов

Если в процессе возведения объекта с точностью соблюдать строительную технологию и руководствоваться требованиями ГОСТов, ТУ, СНиП – дефекты каменной кладки можно предотвратить.

Чтобы получить прочную и долговечную кирпичную кладку в работе с раствором и кирпичом придерживаться нужно нескольких основных правил:

- используемый для бетонной смеси песок должен быть тщательно очищен и просушен, и только после этого его можно смешивать с другими компонентами;
- надежной считается кладка, выполненная методом «перевязки». При этом на все кладочные ряды нагрузочное напряжение распределяется равномерно, что в дальнейшем предотвращает дефекты стен внутри помещений и снаружи;
- если строительство происходит в зимний сезон, то не больше чем на 4 часа работы разрешается готовить раствор;
- чтобы стены получались идеально ровными, то перед их возведением следует протянуть шнур на расстоянии 2-3 мм от кладки;
- вытекающий во время работы раствор нужно заглаживать;
- обязательно нужно контролировать с помощью уровня и правила горизонтальность.

Толщина швов также имеет огромное значение. Проверять ее необходимо через каждые пять уложенных рядов.

Чтобы в процессе эксплуатации сохранялись технические характеристики здания, необходимо периодически проводить обследование конструкций и при выявлении даже незначительных дефектов устранять их, не дожидаясь масштабного разрушения.

Тема 4.1.3 Временное крепление стен при их перекладке и устройстве проемов.

Перед перекладкой простенка производят его разгрузку. С этой целью в оконных проемах, расположенных с обеих сторон простенка, устанавливают систему стоек и ригелей с подкосами, а также временные опоры под перекрытие, нагрузку от которого воспринимает подлежащий перекладке простенок (рис. 4.4). После разгрузки простенка производят его разборку, затем полную или частичную перекладку.

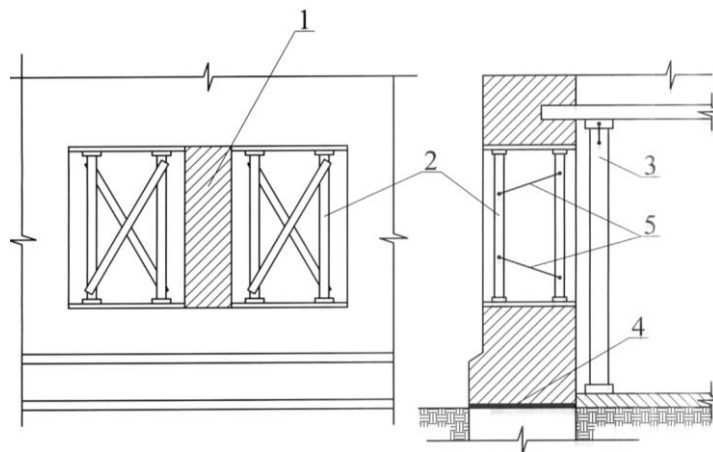
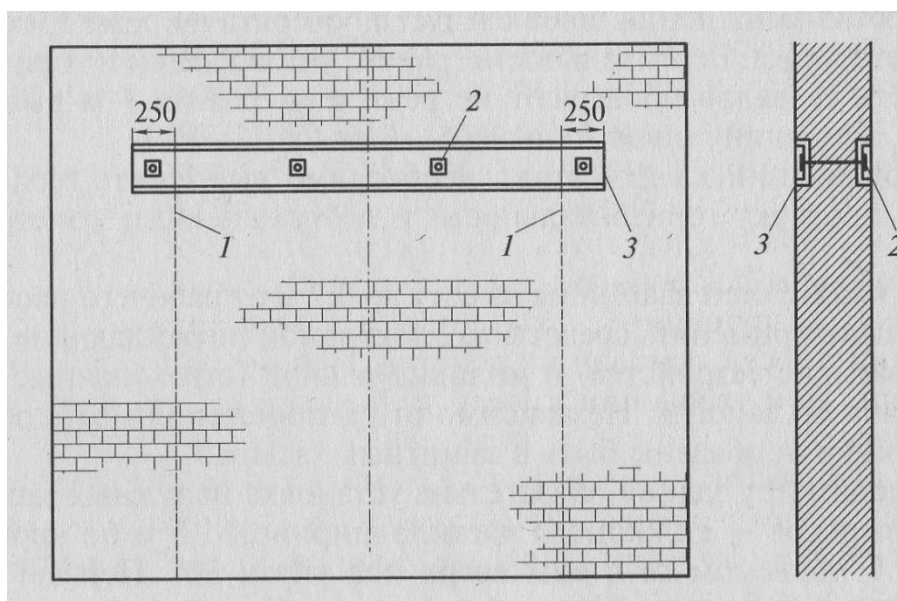


Рис. 4.4 Временное крепление конструкций при перекладке простенка: 1 – перекладываемый простенок; 2 – стойки под перемычкой; 3 – стойки под перекрытием; 4 – гидроизоляция; 5 – строительная скоба

При устройстве проемов в кирпичных стенах необходимо обеспечить исключение обрушения рядов кладки, располагающихся выше проема. Для этого в стене выше контура проема с двух сторон устанавливают в штрабах стянутые болтами стальные балки (Рис. 4.5)



*Рис.4.5 Пробивка проемов в кирпичных стенах:
1- контур проема; 2 – стяжной болт; 3 – стальная балка*

Тема 4.1.4 Повышение пространственной жесткости каменных зданий.

Повышение устойчивости отклонившихся от вертикали стен достигается устройством контрфорсов или специальных напряженных

поясов. *Контрфорсы* – это вертикальный выступ или дополнительная конструкция в виде приставленной кирпичной стены на самостоятельном фундаменте. В сечении контрфорсы имеют вид трапеции. Связь с существующей стеной осуществляется путем пробивки гнезд в стене, в которые входят выпуски контрфорсов. Гнезда пробиваются отбойными молотками. До устройства контрфорсов существующие в стене трещины заделываются раствором.

Контрфорс (Рис. 4.6) усиливает основную несущую конструкцию (преимущественно стену с наружной стороны) и воспринимающие главным образом горизонтальные усилия (Глава СНиП I-2 «Строительная терминология»].

Долгое время не существовало нормативного документа целиком и полностью посвященного вопросам проектирования подпорных сооружений. Ситуация изменилась с выходом свода правил СП 381.1325800.2018 «Сооружения подпорные. Правила проектирования». Данный документ действует с 24 января 2019 года и содержит основные геотехнические требования, которые должны соблюдаться при проектировании, расчете, конструировании новых и реконструируемых подпорных сооружений.

В соответствии с обозначенным выше документом контрфорсы *могут быть необходимы* для подпорных сооружений массивного или уголкового типа. Причем степень их необходимости тем больше, чем больше высота конструкции.

Согласно пункту 6.3.3 СП 381.1325800.2018 «Массивные и уголкового подпорные стены, удерживающие перепад высот до 7 м, целесообразно проектировать консольно, без конструкций крепления. При большей высоте перепада для снижения внутренних усилий в конструкции подпорного сооружения целесообразно использовать анкерные тяги или контрфорсы». То есть, имеем четкое указание действующего нормативного документа на размер перепада высот - до 7 метров.

Соответственно, в частной застройке - ну очень-очень редко встретишь перепад выше 7-ми метров.

Но если уж случилось, что есть такой перепад, или даже больший, то в отличие от подпорных стен без конструкций крепления, подпорные сооружения с анкерными тягами или контрфорсами рекомендуется рассчитывать исключительно в пространственной постановке и с учетом совместной работы с грунтовым массивом. В противном случае велики риски экономически нецелесообразных и/или даже ошибочных проектных решений, поскольку:

- расчеты в плоской постановке не позволяют учитывать пространственную работу таких подпорных сооружений;
- применение упрощенных методик расчета не позволяет учесть сложный характер взаимодействия подпорного сооружения с грунтовым массивом.



Рис. 4.6 Пример устройства контрфорсов для обеспечения устойчивости каменной стены

В результате неравномерной осадки оснований фундаментов, различной жесткости элементов и разнагруженности стен, а также при воздействиях природных и техногенных факторов происходит нарушение пространственной жесткости коробки здания в целом или какой-либо ее части.

Для восстановления целостности остова здания применяют *пояса*, которые воспринимают неравномерные деформации, растягивающие усилия кладки и способствуют перераспределению нагрузки на основание.

В зависимости от характера проводимых работ (восстановление жесткости эксплуатируемого здания, реконструкция или надстройка), причин и вида повреждений применяются *стальные (гибкие, жесткие), армокаменные или железобетонные пояса*.

Стальные гибкие напрягаемые пояса представляют собой систему горизонтальных распределительных устройств, состоящих из тяжей диаметром 20...40 мм, напрягаемых при помощи муфт с двухсторонней резьбой (правой и левой) или закручиванием гаек на концах, концевых и промежуточных упоров.

Поясами создается один или несколько замкнутых контуров по стенам. Производится объемное обжатие всего здания или его части.

С целью эффективного обжатия всей коробки здания длину большей части пояса рекомендуется принимать не более 1,5 коротких. В многоэтажных зданиях тяжи устанавливают в уровне перекрытий. Допускается связь тяжей с перекрытиями. В промышленных и общественных одноэтажных зданиях тяжи устанавливают в уровне низа стропильных конструкций.

Пояса устанавливают либо на поверхности стен, ухудшая внешний вид, но сокращая трудоемкость работ, либо в штрабах кладки, не меняя внешнего вида и надежно предохраняя металлические детали от коррозии.

При устройстве пояса в кладке пробивают горизонтальные штрабы глубиной 70...80 мм и сквозные отверстия для продольных и поперечных тяжей. На углах здания на растворах повышенной прочности вертикально устанавливают отрезки уголков. Если пояса устанавливают на поверхности стен, для удобства монтажа и исключения провисания тяжей по длине в кладку забивают промежуточные скобы.

Монтаж поясов усиливаемого здания осуществляется последовательно

снизу-вверх (см. рис. 4.7).

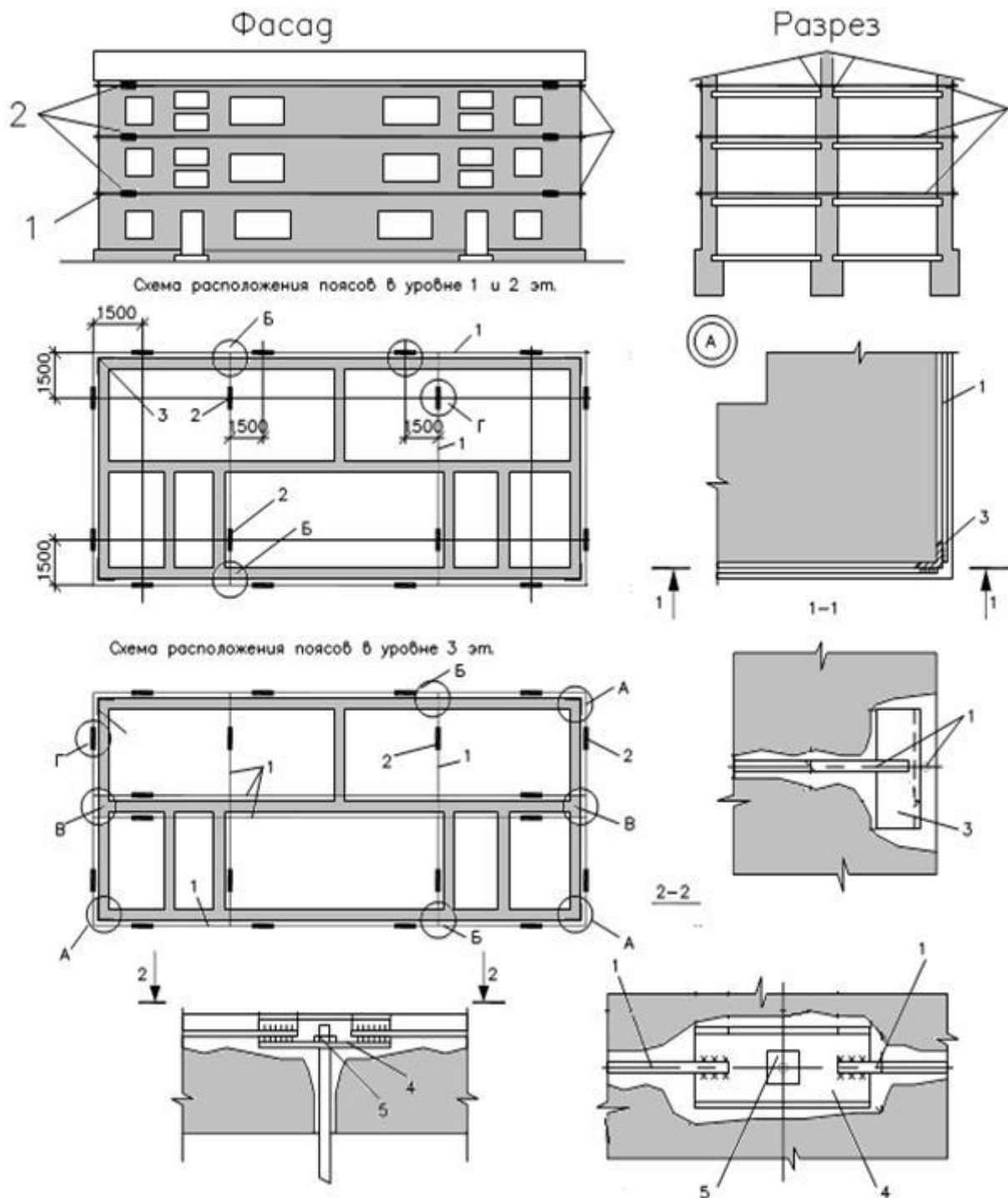


Рис. 4.7 Усиление здания стальными предварительно напряженными поясами:

1 – тяж, 2 – стяжная муфта с двухсторонней резьбой, 3 – упорный уголок,
4 – накладка из швеллера, 5 – гайка с шайбой

Предварительное напряжение производят с помощью соединительных муфт одновременным натяжением всех тяжей или первоначально натягивают тяжи проходящие внутри здания, а затем – снаружи. Натяжение производят

динамометрическим ключом, домкратом или ломиком с плечом 1500 мм с усилием на конце 30...40 кг. Для уменьшения трудоемкости натяжения рекомендуется осуществлять электро- или термонагрев тяжей. Степень натяжения следует контролировать приборами. Тяжи считаются натянутыми, если они не провисают и при ударе по ним ломиком издают звук высокого тона. При устройстве тяжей в условиях пониженных температур выполняется их дополнительное натяжение. После фиксации тяжей и их напряжения производится инъецирование трещин в стенах или выполняется частичная перекладка в зависимости от характера и степени повреждения.

Расчет сечения гибких тяжей производят из условия равной прочности тяжей на растяжение и каменной кладки на срез.

Стальные жесткие пояса (рис. 4.8) выполняются из профильной стали (в основном, из швеллеров, уголков и полосовой стали) и предназначены для передачи усилий на более прочные участки. Пояса охватывают все здание или его часть, выполняются замкнутыми или незамкнутыми. Незамкнутые пояса применяют при разрывах здания, продольных и поперечных стен, углов. Номер профиля назначается конструктивно.

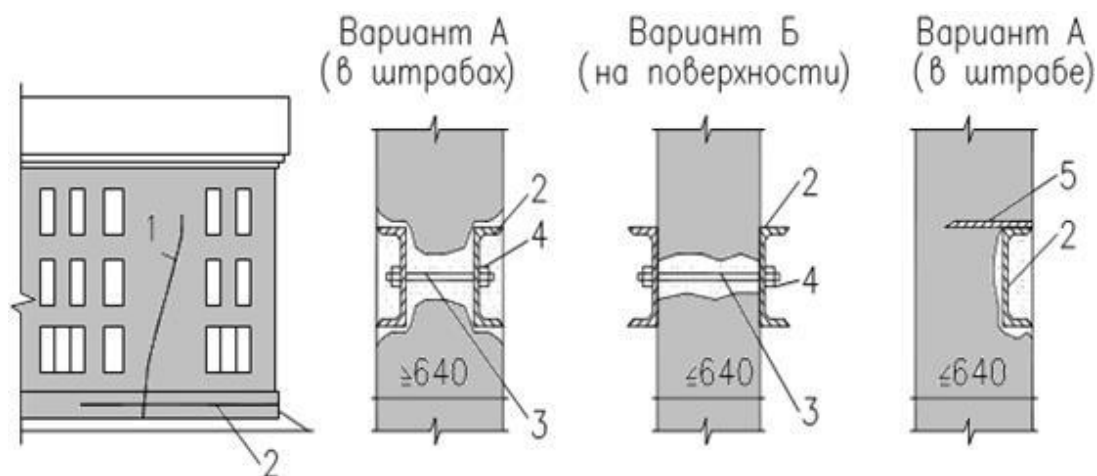


Рис. 4.8. Усиление части здания устройством предварительно напряженного стального пояса из прокатных профилей: 1 – трещина, 2 – пояс из швеллера, 3 – стяжной болт, 4 – гайка, 5 – анкер

Стальные жесткие пояса могут выполняться предварительно напряженными. Натяжение жестких поясов осуществляется с помощью

болтовых соединений (рис. 4.9). Диаметр натяжного болта (шпильки) определяется расчетом и ориентировочно составляет 20...25 мм.

Стальные жесткие пояса устанавливают по всему контуру здания или его части в штрабах или на поверхности стен. В зависимости от толщины стены ненапрягаемые пояса располагаются с одной или двух сторон стены: при толщине более 640 мм – с двух сторон, при толщине менее 640 мм – с одной.

Фиксация двухсторонних поясов выполняется болтами диаметром 16...20 мм, которые при помощи гаек стягивают пояса друг с другом и играют роль анкеров. При расположении пояса с одной стороны совместная работа достигается за счет устройства анкеров. Шаг болтов – 2000...2500 мм, анкеров – 500...700 мм.

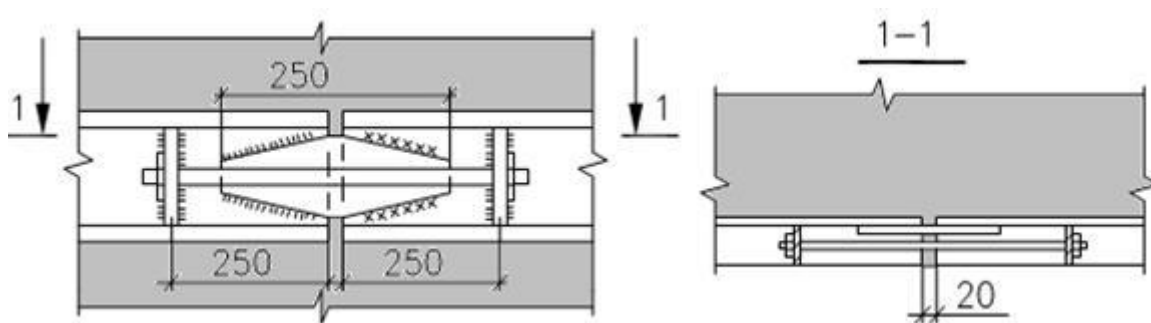


Рис. 4.9 Натяжное устройство предварительно напряженного стального пояса из прокатных профилей

Стальные гибкие и жесткие пояса, установленные на поверхности стен, вместе с муфтами, упорными уголками, накладками, огрунтовывают и окрашивают или оштукатуривают по сетке.

При надстройке здания с целью повышения его пространственной жесткости в уровне перекрытий, покрытий выполняют *армокаменные* (рис. 4.10, а) или *железобетонные* (рис. 4.10, б) пояса жесткости.

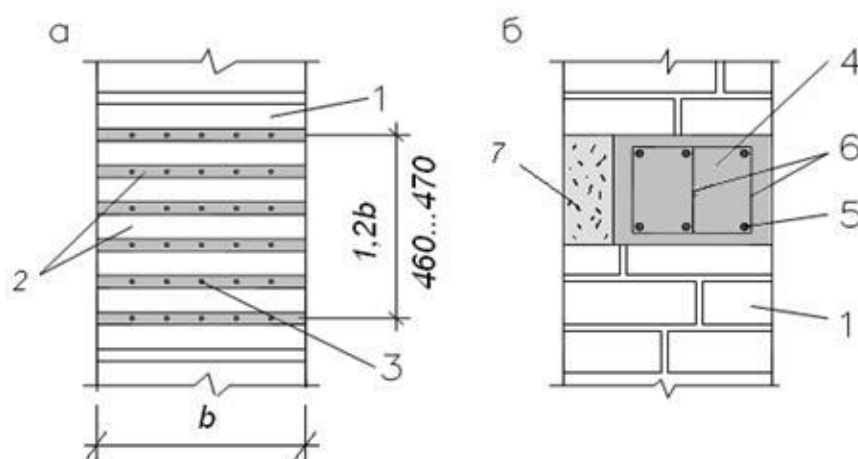


Рис. 4.10. Усиление стен здания поясами: *а* – армокаменным; *б* – железобетонным:

- 1 – кирпичная кладка стен, 2 – армокаменный пояс, 3 – стальная сетка,
4 – железобетонный пояс, 5 – продольная арматура, 6 – поперечная арматура,
7 – утепление

При устройстве **армокаменного пояса** допускается применение продольных стержней арматуры в поясе диаметром до 12 мм с утолщением шва до 25 мм. Ориентировочно площадь продольной арматуры пояса в стенах толщиной до 510 мм можно принимать в пределах 4,5 см², а при большей толщине – 6,5 см².

Железобетонный пояс выполняется из бетона класса не ниже C^{12}_{15} с армированием пространственным арматурным каркасом. Возможно использование жесткой арматуры в поясе. Высота поперечного сечения пояса составляет не менее 120 мм, ориентировочно ширина сечения пояса принимается равной: при толщине стены до 510 мм – толщине стены с учетом утепления, при толщине стены более 510 мм – возможно устройство меньшего по ширине пояса. В месте устройства железобетонного пояса следует предусматривать дополнительное утепление стен для ликвидации «мостиков холода».

Напряженные пояса состоят из стальных тяжей и накладок, связывающих по всему периметру здания (или по части периметра) в плоскости перекрытий параллельные стены, одна из которых потеряла устойчивость (рис. 4.11). Накладки и тяжи снабжены стяжными муфтами, с помощью которых они натягиваются и обжимают здание (объемное

обжатие). Тяжи могут располагаться по поверхности стен или в бороздах сечением 70х80 мм. После натяжения борозды заделываются цементным раствором, тяжи, расположенные по поверхности стен, также оштукатуриваются, образуя горизонтальные пояса, которые защищают арматуру от коррозии и не должны ухудшать архитектурный облик здания.

Разрушенные опорные площадки кирпичной стены, на которые опираются балки перекрытия, усиливают заменой поврежденной кладки новой или подведением под концы балок опорных подушек.

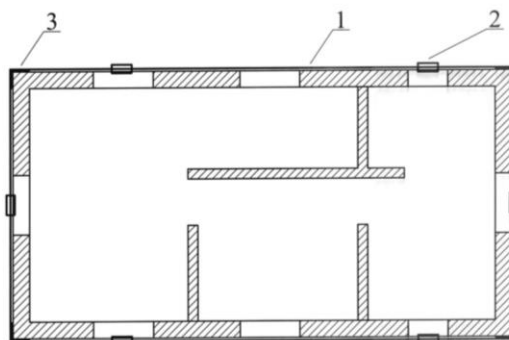


Рис. 4.11 Восстановление пространственной жесткости (устойчивости) здания стальными поясами, расположенными в уровне перекрытий:

- 1 – стальные тяжи диаметром 25-40 мм; 2 – стяжные муфты (талрепы);
3 – подкладки из стального уголка, предохраняющие кладку от смятия*

Глава 5 Технологии усиления и восстановления железобетонных конструкций

Тема 5.1 Технологические решения при усилении и восстановлении железобетонных конструкций.

Типовые дефекты бетонных и железобетонных конструкций

Основным дефектом или повреждением бетонных и железобетонных конструкций являются трещины. Количество, ширина и расположение трещин позволяют сделать выводы о надежности работы конструкции и ее долговечности.

Наиболее распространенными являются:

- трещины от изгиба;

- трещины от сдвига;
- трещины от кручения;
- трещины от напряжения сдвига при продавливают;
- трещины вследствие анкеровки или устройства соединения внахлест арматурных стержней;
- трещины от коррозии арматуры;
- трещины от щелочной коррозии бетона.
- ослабление сечения в местах коррозии (сколы).

Для обеспечения долговечности и эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций необходимо ограничить ширину раскрытия трещин предельно допустимым значением, определяемым в соответствии с действующими строительными нормами в зависимости от типа сооружения и условий воздействия внешней среды. Строительные нормы и правила рассматривают трещинообразование, происходящее в результате приложения внешних нагрузок или воздействию временных нагрузок и приводят уравнения для вычисления ширины трещин. Важное значение имеет также тип сооружения (из железобетона или из предварительно напряженного железобетона). Эти уравнения относятся почти исключительно к трещинообразованию, произошедшему в результате изгиба или растяжения и осевых нагрузок. Направление у таких трещин перпендикулярно направлению стержней рабочей арматуры. Трещины от пластической усадки могут иногда соответствовать направлению арматуры.

Оценка технического состояния и принятие решений об усилении Повреждения конструкций (дефекты) подразделяются в зависимости от причин их возникновения на две группы: от силовых воздействий и от воздействия внешней среды. Последняя группа повреждений снижает не только прочность конструкции, но и уменьшает ее долговечность.

Общую оценку технического состояния железобетонных конструкций выражают категории технического состояния, которую назначают с учетом совокупности подверженных изменению в процессе эксплуатации основных

свойств сооружений, а также частными оценками технического состояния по критерию «безопасность эксплуатации», по безотказности и долговечности. В зависимости от степени соответствия свойств функциональному назначению в рассматриваемый период времени и имеющихся дефектов назначается соответствующая оценка технического состояния.

Оценка состояния качественно отражает это соответствие:

- отличное техническое состояние: конструкции соответствуют всем требованиям нормативной и конструкторской (проектной) документации. Необходимости в усилении нет;

- хорошее техническое состояние: конструкции, у которых все основные элементы имеют исправное состояние, при этом значения одного или нескольких параметров технического состояния элементов могут не в полной мере соответствовать установленным действующим нормативным документам, но при этом в конкретных условиях эксплуатации не нарушаются основные функциональные свойства сооружения. Необходимости в усилении нет;

- удовлетворительное техническое состояние: конструкции, основные функциональные свойства которых частично нарушены, но при этом все основные элементы находятся в работоспособном состоянии и обеспечивается безопасная эксплуатация. Ремонтные мероприятия для сооружений, имеющих удовлетворительное техническое состояние, организуют в плановом порядке;

- неудовлетворительное техническое состояние: конструкции, имеющие в основных элементах значительные дефекты по несущей способности и деформации, влияющие на безопасность и долговечность. Сооружение с неудовлетворительной оценкой технического состояния способно только частично выполнять требуемые функции, нормальная эксплуатация нарушена, но при этом критический отказ, в результате которого одна или несколько основных конструкций могут перейти в предельное состояние первой группы и вызвать аварию, в настоящее время маловероятна.

Сооружениям с такой оценкой технического состояния в первоочередном порядке необходим ремонт, капитальный ремонт или реконструкция;

- непригодное для нормальной эксплуатации (предаварийное) техническое состояние: конструкции, имеющие непригодное для нормальной эксплуатации состояние, или имеющие предаварийное состояние, при котором в случае продолжения неблагоприятных воздействий может произойти авария. Конструкции, отнесенные к данной категории, требуют срочных восстановительных ремонтных мероприятий; - аварийное техническое состояние: конструкции, имеющие признаки аварийного состояния, свидетельствующие о возможности потери устойчивости, разрушения или обрушения, или у которых уже установлен факт наступления предельного состояния первой группы. При выявлении аварийного состояния конструкции требуется незамедлительное принятие мер по разгрузке конструкции и ее замене или усилению.

Тема 5.1.1 Способы и конструктивные схемы усиления железобетонных конструкций.

Необходимость усиления колонн, ригелей, балок, ферм и других элементов каркаса устанавливается расчетом. Усиление столбов и колонн достигается различными способами: нагнетанием цементного раствора в трещины, путем увеличения их сечения, устройством железобетонных или металлических обойм, предварительно напряженных металлических распорок и бетонированием.

Для увеличения сечения кирпичных столбов устраивается штраба посредством разборки старой кладки на глубину $\frac{1}{2}$ кирпича. Штраба очищается от раствора, промывается водой. Для усиления существующей кладки добавляются металлические штыри диаметром 6-8 мм, затем производится кладка нового кирпича. Работы по увеличению сечения колонн начинают со стороны прогона, а затем в другом направлении.

Устройством железобетонных обойм укрепляются кирпичные, стальные и железобетонные колонны (см. рис. 5.1). Поверхность колонны

очищается от штукатурки, краски, ржавчины; на кирпичных и железобетонных колоннах производится насечка поверхностей зубилом и обработка металлической щеткой. Затем поверхность промывается сильной струей воды. После этого устанавливают согласно проекту арматуру и опалубку. Бетонирование производится ярусами, снизу-вверх. Сначала устанавливают опалубку в нижней части колонны на высоту 1-1,2 м, а затем бетонируют с уплотнением бетонной смеси трамбованием. По окончании бетонирования первого яруса выполняется опалубка последующего верхнего яруса и производится дальнейшее бетонирование. Устройство железобетонной обоймы может производиться также торкретированием с помощью цемент-пушки. При этом способе бетон наносится слоями толщиной 2-3 см. Общая толщина стенки обоймы устраивается от 6 до 10 см.

Колонны усиливают также металлическими обоймами, которые состоят из уголков, соединенных приваренными планками или хомутами. Уголки ставятся на растворе. Для защиты от коррозии поверхность металла устраивается штукатурка из цементного раствора.

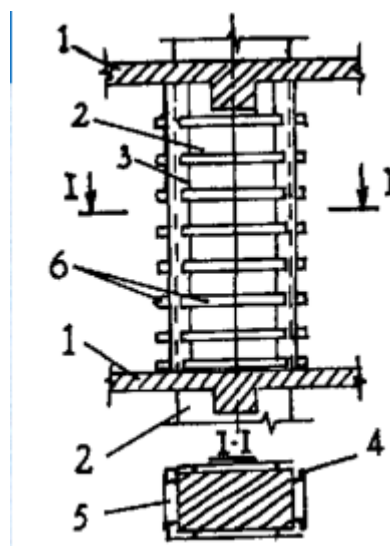


Рис. 5.1 Усиление колонны металлической обоймой: 1 - перекрытие; 2 - усиливаемая колонна; 3 - обойма; 4 - уголки-стойки; 5 - поперечные планки; 6 - опорные планки

Обоймы выполняют двойную функцию: сдерживают поперечные деформации усиливаемого элемента, т. е. повышают его прочность на сжатие за счет объемного напряжения, и воспринимают часть вертикальной

нагрузки, т. е. частично разгружают усиливаемый элемент. Функцию сдерживания поперечных деформаций выполняют планки стальных обойм и поперечная арматура (хомуты) железобетонных обойм, функцию восприятия вертикальной нагрузки – соответственно вертикальные уголки и бетон с продольной (вертикальной) арматурой.

Степень объемного напряжения можно повысить, если в планках создать предварительное напряжение (натяжными гайками, электронагревом, попарным стягиванием). Предварительным напряжением можно также повысить и степень включения в работу вертикальных уголков стальных обойм.

Одним из самых простых способов такого преднапряжения является установка заранее перегнутого уголка с последующим их выпрямлением за счет горизонтального стягивания. После выпрямления уголки превращаются в распорки и в них возникает сжимающее усилие, на величину которого происходит разгрузка колонны. Приведенный способ может быть реализован, разумеется, только при наличии надежных упоров в торцах уголков с самого начала их стягивания. Подобным способом эффективно усиливать колонны, работающие как с малым (а), так и с большим (б) эксцентриситетами.

При усилении колонн многоэтажных зданий следует помнить о том, что нижние реакции распорок на промежуточных этажах создают дополнительные нагрузки на нижележащие перекрытия, поэтому усиление нужно выполнять, начиная с самых нижних колонн.

Усиление железобетонных колонн выполняется и с помощью распорок, которые устраиваются с одной или двух сторон колонны (см. рис. 5.2).

Каждая распорка состоит из двух уголков, связанных между собою приваренными соединительными планками. Вверху или внизу распорки укрепляют специальными планками-упорами, которые упираются в упорные уголки, установленные на элементах конструкций, непосредственно связанных и примыкающих к усиливаемым колоннам, ригелям, балкам,

обрезах фундаментов. В местах установки уголков скалывается слой бетона, и уголки ставят на предварительно уложенный слой цементного раствора в строго горизонтальном положении. Непосредственно к уголкам-упорам примыкают упорные планки, плотно соприкасающиеся с ними. Упорные планки изготовляют из полосовой стали толщиной не менее 15 мм. Планки-упоры выступают за грани уголков-распорок на 100-120 мм и имеют отверстия для пропуска монтажных скрепляющих болтов.

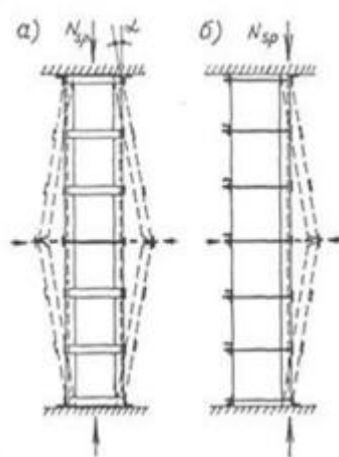


Рис. 5.2 Усиление колонны предварительно напряженной подпоркой

Смонтированные распорки выпрямляют с помощью натяжных болтов до вертикального положения, а затем закрепляют приваркой планок. После этого монтажные и стяжные болты снимаются. Для предохранения от коррозии установленные распорки окрашивают масляной краской или штукатуря по металлической сетке. Усиление колонны может быть достигнуто и установкой разгружающих стоек.



Рис. 5.3 усиление колонны установкой разгружающих стоек

Усиление железобетонных колонн достигается также наращиванием и устройством железобетонных рубашек. Наращивание может осуществляться на всю высоту колонны или на отдельных наиболее перегруженных участках (см. рис.5.4) При наращивании вскрывается защитный слой бетона и обнажается арматура колонны, к которой привариваются с помощью хомутов новые стержни добавочной арматуры. После установки арматуры производится бетонирование обычным способом или торкретированием.

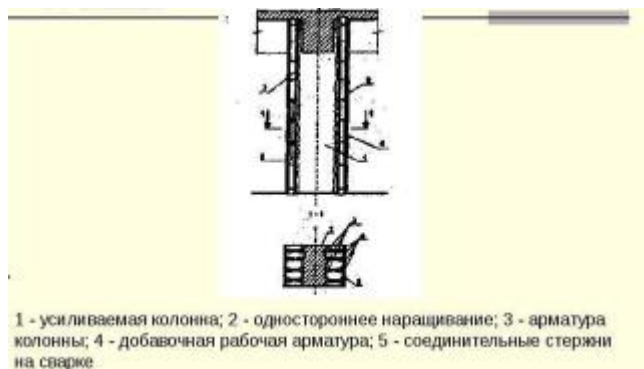


Рис. 5.4 Усиление колонны наращиванием сечения 1 – усиливаемая колонна; 2 – одностороннее наращивание; 4 – арматура колонны; 4 – добавочная рабочая арматура; 5 - соединительные стержни на сварке



Рис. 5.5 Внешний вид поврежденной колонны

Усиление железобетонных ригелей, балок, ферм может быть достигнуто увеличением их сечения, посредством жестких дополнительных опор, устройством предварительно напряженных горизонтальных шпренгельных и комбинированных затяжек или путем укладки дополнительных элементов. Увеличение сечения осуществляется

устройством обойм, рубашек, а также односторонних наращиваний с установкой дополнительной прокладки арматуры, которая приваривается через коротыши-прокладки или хомуты к существующей продольной арматуре в нижней части балки, и последующим бетонированием.

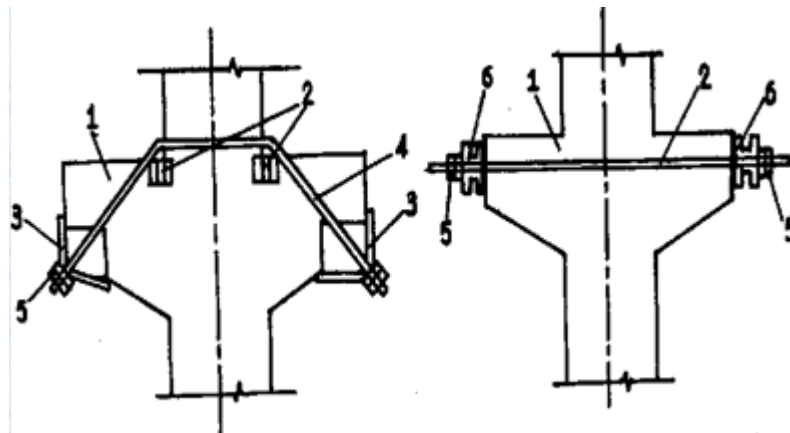


Рис. 5.6 Усиление консолей колонны тяжами: 1 – усиливаемая консоль; 2 – опорные элементы; 3 – упоры из уголков; 4 – тяжи; 5 – анкера; 6 – упоры из швеллеров

Для усиления конструкции железобетонных балок, ферм, ригелей арматуру несущего каркаса вскрывают и при необходимости очищают. Пробивают отверстия в плите перекрытия с обеих сторон усиливаемой конструкции. Производят насечку гладких бетонных поверхностей и их очистку от загрязнения и пыли. Затем устанавливают дополнительный арматурный каркас, который сваривают с каркасом усиливаемой конструкции. После проверки качества арматурных работ и их соответствия проекту устанавливают и надежно раскрепляют опалубку железобетонной обоймы усиливаемой конструкции, в которую подается бетонная смесь, приготовленная на щебне или гравии мелких фракций.

При торкретировании торкретбетон наносится послойно – толщиной 20-25 мм. Каждый последующий слой наносится после схватывания предыдущего.

Новые дополнительные опоры (см. рис. 5.6) могут выполняться в виде подведенных колонн, специальных подкосных подпорок или подвесок. Дополнительные железобетонные или стальные колонны устанавливаются на заранее устроенные фундаменты. Для уменьшения осадок до установки или

бетонирования колонн производят предварительной обжатие грунта под подошвой возведенного фундамента. Дополнительные колонны, а также подкосы не доводятся до усиливаемого элемента на 200-250 мм.

В верхней части колонны или подкосов устраиваются железобетонные хомуты, которые охватывают усиливаемые элементы и соединяют их с опорой. В местах устройства хомутов скалывается бетон защитного слоя и подготовленные поверхности тщательно промываются водой. Затем арматура железобетонных хомутов приваривается к предварительно обнаженной арматуре усиливаемого элемента, а также к выпускам арматуры дополнительной опоры. После установки соединительной арматуры бетонируется образуемый зазор. Для бетонирования узла сопряжения рекомендуется применять бетон на расширяющемся цементе. Нижние части подкосов устанавливаются на фундаменты существующих опор либо на балки перекрытия. Подвески изготавливаются железобетонные или из швеллеров и прикрепляются с помощью железобетонных или металлических хомутов к существующим колоннам и балкам.

Усиление балок, ригелей и ферм можно производить также с помощью металлических предварительно напряженных затяжек. Затяжки бывают трех типов – горизонтальные, шпренгельные и комбинированные (см. рис.). Основными элементами затяжек являются тяжи, которые выполняются из мягких сталей классов А-I, А-II D до 36 мм, из прокатных профилей уголков или швеллерного типа. Тяжи горизонтальных и шпренгельных затяжек состоят обычно из двух стержней, располагаемых с боков усиливаемого элемента. В шпренгельных затяжках стержни вплотную примыкают к боковым граням элемента, а в горизонтальных – соответственно расставлены на ширину ребра. Концы стержней затяжек прикрепляются к верхней или нижней части усиливаемого элемента.

Анкеры изготавливаются из уголков или швеллеров и прикрепляются при установке к крайним боковым стержням арматуры железобетонного элемента.

Перед установкой затяжек и анкеров пробивают отверстия в плитах перекрытий, обнажают арматуру в месте приварки анкеров, а в некоторых случаях пробивают неглубоки борозды для пропуска хомутов или стержней. После проведения подготовительных работ производится монтаж анкеров и тяжей с последующей заделкой пробитых отверстий и борозд цементным раствором. Натяжение стержней выполняется с помощью стяжных хомутов или ботов. При натяжении между стержнями ставятся распорки из обрезков круглой или полосовой стали, которые привариваются к стержням электросваркой. Затем на стяжные болты устанавливаются контргайки.

Тема 5.1.2 Технические решения по усилению плит перекрытий и перекрытий, стропильных балок и ригелей, колонн

Усиление перекрытий.

Конструкции старых или претерпевших природные либо техногенные катаклизмы зданий часто теряют свою несущую способность и требуют капитального ремонта. Особую сложность представляет восстановление железобетонных перекрытий, обладающих огромной массой. Конструкторами разработаны разные способы усиления перекрытий, и каждый из них подбирается в индивидуальном порядке после серьезного обследования и расчетов на нагрузки.

Аварийное или предаварийное состояние зданий, требующее усиления плиты перекрытия, может быть вызвано различными причинами. Большинство из них возникает на производствах, где применяются агрессивные химические вещества, разрушающие бетон и вызывающие коррозию арматуры, а также там, где на перекрытия оказываются постоянные динамические нагрузки от работающего оборудования.

В частных домах к износу плит чаще приводят другие факторы:

- механические повреждения;
- слишком высокая нагрузка на перекрытия, не предусмотренная при проектировании;

- последствия пожаров, взрывов, землетрясений;
- атмосферное воздействие – осадки, смена температуры;
- естественный износ старых конструкций;
- несоблюдение технологии при устройстве перекрытий, отсутствие грамотного расчета.

Усиление перекрытий может потребоваться и при отсутствии повреждений и деформаций, например, если меняется назначение помещений и в них предполагается установить тяжелую мебель, оборудование, на вес которых оно не рассчитано. Или при изменении этажности дома, надстройке второго этажа, мансарды.

В любом случае принимать решение о необходимости укрепления конструкций, оценивать степень повреждений и выбирать методику должен грамотный специалист. Результат самостоятельных действий может быть непредсказуем.

Признаки аварийного состояния перекрытий

Если перечисленные причины разрушений имели место быть, необходимо выяснить, не повлияли ли они на перекрытия. Для чего проводится сначала визуальный осмотр, а затем оценка повреждений инструментальными методами.

Определяемые визуально

В жилых домах, в которых полы и потолки отделаны штукатуркой, краской, подвесными конструкциями и декоративными настилами, необходимость в усилении монолитного перекрытия может остаться незамеченной, поэтому отделку демонтируют. При визуальном осмотре обращают внимание на следующие дефекты:

- изменение геометрических параметров конструкции;
- наличие отслоений, трещин и сколов бетона;
- отслоение и разрушение стяжки;
- обнажение арматурного каркаса и наличие следов коррозии металла;

- изменение цвета на отдельных участках плиты или следов замачивания;

- появление провисаний и прогибов;

- появление трещин и других дефектов в местах опирания плиты на стены, балки, колонны.

Выявляемые экспертизой

Как показывает практика, чаще всего несущая способность плит снижается из-за коррозии арматуры. Этот процесс сопровождается уменьшением её сечения и разрушением окружающих слоев бетона продуктами коррозии. Чтобы обнаружить эти изменения, приходится вскрывать конструкции, после чего усиление железобетонных перекрытий становится неизбежным.

Инструментальное обследование позволяет обойтись без дополнительных разрушений. С помощью специального оборудования можно определить:

- степень коррозии и уменьшения сечения элементов арматуры;
- состав и прочность бетона;
- динамику раскрытия трещин;
- величину прогибов.

Усиление монолитных железобетонных перекрытий может быть выполнено усилением плиты перекрытия, балок перекрытия или тем и другим одновременно. При усилении плиты монолитных железобетонных перекрытий поверх существующей плиты устраивают дополнительную плиту толщиной не менее 3 см, которую армируют одной сеткой. При этом должно быть обеспечено надежное сцепление нового бетона со старым путем очистки плиты и устройства насечки на её поверхности. Если этого сделать нельзя из-за глубокой загрязненности, то толщину дополнительной плиты увеличивают до 5 см.

Специалисты на основе проведенных исследований определяют слабые места и производят расчеты. Результатом этой работы становится проект ремонта или реконструкции перекрытий.

Подготовка к работам по усилению перекрытий

Усиление монолитных плит перекрытия производят при восстановлении или для увеличения их несущей способности в связи с увеличением эксплуатационной нагрузки на перекрытие.

Чтобы выполнить работы по усилению монолитных плит перекрытия и сборных железобетонных конструкций качественно и с обеспечением безопасности работников, необходимо провести ряд подготовительных мероприятий.

Укрепление перекрытий

Под ремонтируемую конструкцию подводят временные поддерживающие балки на опорах из металлических труб, брусьев или бревен сечением от 150 мм.

Разгрузка

Пол верхнего этажа освобождают от мебели и техники.

Демонтаж отделки

С перекрытия полностью демонтируют подвесные потолки, снимают напольные покрытия, удаляют стяжку, очищают от штукатурки, побелки.

Очистка

С поверхности плит снимают рыхлый и отслаивающийся бетон. Обнаженную арматуру очищают от коррозии, используя ручной или электроинструмент, после чего обрабатывают преобразователем ржавчины.

Если усиление железобетонных плит перекрытия будет производиться с использованием бетонного раствора, места соприкосновения нового и старого бетона очищают от пыли и обезжиривают.

Одним из традиционных способов усиления железобетонной плиты перекрытия можно назвать усиление односторонним наращиванием сверху и снизу (Рис. 5.1) Или с одновременным использованием шпонок (Рис. 5.2)

При усилении плит наращиванием класс нового бетона, как правило, должен быть на одну ступень выше класса бетона плиты. Бетонная смесь должна быть достаточно пластичной (с осадкой конуса от 8 до 10 см), так как жесткие бетоны не могут быть качественно уплотнены тонким слоем при наличии в них продольной и поперечной арматуры.

Если бетон плиты был подвержен значительной коррозии или пропитан техническими маслами, то необходимо обеспечить шпоночное соединение между его новым и старым слоями бетона. Для этого в перекрытии в шахматном порядке пробивают сквозные отверстия размером 8 х 8 см и шагом 50 - 80 см, в которые устанавливают V или Z-образные стержни шпоночного усиления диаметром 6-8 мм и соединяют их с арматурной сеткой, после чего плиту бетонируют.

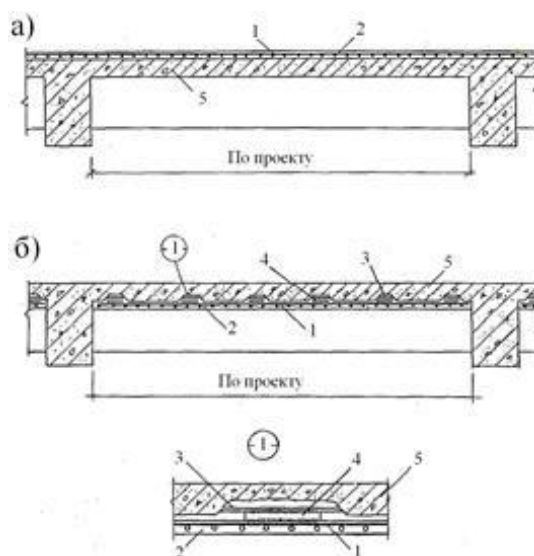


Рис. 5.1 Усиление монолитной плиты перекрытия односторонним наращиванием сверху (а) и снизу (б): 1 – проектируемая арматурная сетка; 2 – новый бетон; 3 – существующая арматура; 4 – кортыши через 700 мм; 5 – усиливаемая плита

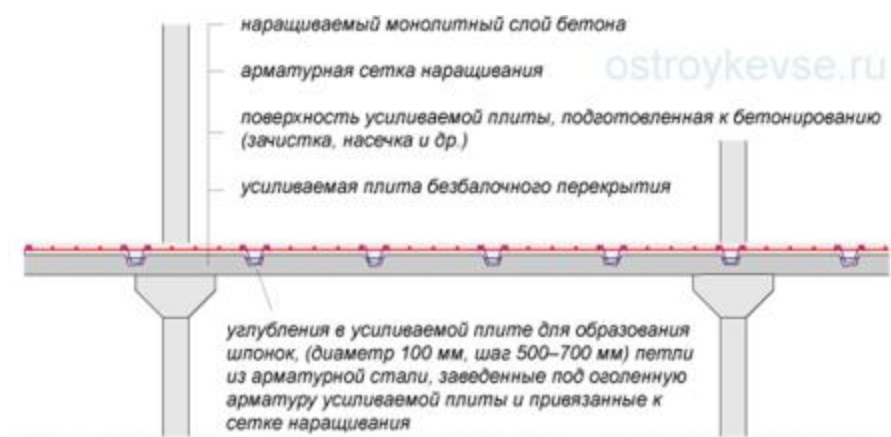


Рис. 5.2. Усиление плиты безбалочного перекрытия наращиванием сверху с устройством шпонок

При значительных дополнительных нагрузках на перекрытие целесообразно осуществлять усиление с помощью стальных пластин шириной 100 мм, установленных с двух сторон или во взаимно перпендикулярном направлении монолитной плиты (рис.5.3).

Полосы нижней стороны плиты размещают между противоположными концами полос верхней части плиты. Перед установкой полос в местах их установки пробивают канавки и сквозные отверстия под болты. Канавки покрываются слоем полимерного клея и в них укладываются стальные полосы. В качестве клея можно использовать эпоксидные, полиэфирные и полиуретановые смолы.

В отверстия пропускают болты, которые затягивают гайками. После завершения вышеописанных операций верхняя поверхность плиты вместе с металлическими полосами покрывается выравнивающим цементно-песчаным раствором, а нижние полосы – окрашиваются антикоррозионной краской.

Перед усилением плита должна быть поддомкрачена любым удобным способом.

Аналогичным образом может быть использован более прогрессивный способ усиления перекрытий композитными материалами. Суть метода заключается в том, что на поврежденные перекрытия тонкими полосами (или в виде холста) наклеивается углеволокно, прочность которого в разы

превышает прочность того же железобетона: в частности, прочность углепластика на растяжение составляет 3000МПА, в то время как аналогичный показатель для арматуры класса А500 не превышает 500 МПА. Усиление углеродным волокном возможно для любых типов плит перекрытий – монолитных, пустотных, ребристых.

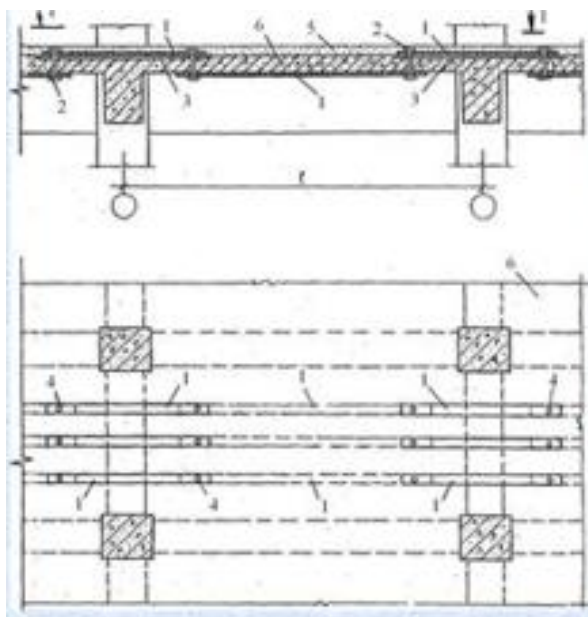


Рис. 5.3 Усиление монолитных плит перекрытия с помощью металлических полос, закрепленных с двух сторон: 1 - стальная полоса – 100х6; 2 – анкерный болт М12; 3 – клей; 4 – отверстия под болты; 5 – цементно-песчаный раствор; 6 – усиливаемая плита

Некоторые преимущества усиления углепластиком в сравнении с традиционными методами:

- Углепластик обладает высокой коррозионной стойкостью;
- Малый вес углепластика полностью исключает возникновение дополнительной нагрузки на перекрытие;
- Пластины углепластика в толщину составляют всего 1 см, благодаря чему геометрия изделий перекрытия остается неизменной;
- Срок службы углепластика составляет не менее 50 лет;
- Консервация объекта не требуется и др.

Значительные нагрузки, в том числе и вибрационного характера, нередко вызывают появление в балках монолитного перекрытия поперечных трещин и деформаций верхней зоны, которые необходимо устранить.

Способы усиления железобетонных балок монолитных перекрытий:

- Подведение разгружающих балок на консолях;
- Подведение разгружающих балок на хомутах;
- Установка дополнительной термонапряженной арматуры;
- Установка разгружающих кронштейнов;
- Подвеска к разгружающим балкам;
- Установка горизонтальных затяжек из арматурной стали;
- Установка шпренгельных затяжек из арматурной стали;
- Установка комбинированных затяжек из арматурной стали;
- Установка горизонтальных затяжек из уголков;
- Установка шпренгельных затяжек из уголков;
- Установка затяжек из швеллера;
- Устройство железобетонной обоймы;
- Устройство железобетонной рубашки;
- Устройство железобетонного наращивания;
- Установка стяжных хомутов у опор;
- Установка стягиваемых поперечных стержней у опор.

Для усиления железобетонных балок в их растянутой зоне устанавливают дополнительную арматуру, которую приваривают к очищенной арматуре усиливаемой балки. Приварку ведут шпоночными швами непосредственно к стержням арматуры или к прокладкам в виде коротышей из круглой стали. В местах приварки отбивают защитный слой бетона с отверстиями диаметром 8-10 см с расстоянием между участками в 30-50 см. Стержни сваривают с двух сторон швом длиной 6-8 см. Нижний

слои в этом случае торкретируют. Толщину одновременно наносимого слоя торкретбетона принимают от 7 до 20 мм. Если необходимо увеличить толщину усиливаемой конструкции, торкретирование проводят в несколько слоев, при этом каждый последующий слой наносят после схватывания предыдущего. Перед нанесением нового слоя после длительного перерыва старую поверхность промывают. Все слои торкретбетона за исключением последнего наносят и оставляют без затирки. Конструкции торкретируют при температуре не ниже 5°C. Слой торкретбетона может иметь отклонения от проектной толщины до 5 мм.

Наиболее эффективным способом усиления балок монолитного перекрытия является установка шарнирно-стержневой системы со швеллером-подкладкой и напряженными подвесками (рис. 5.4).

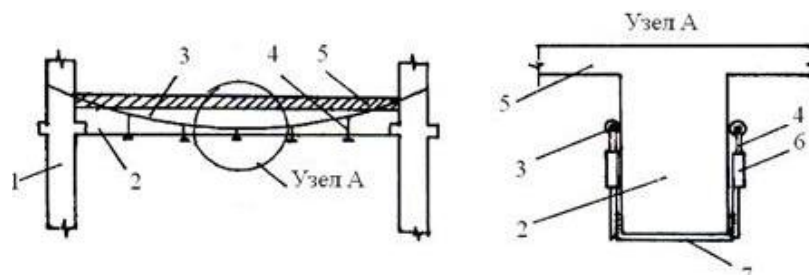


Рис. 5.4 Усиление балок монолитного перекрытия шпренгелем с подвесками
 1 – колонна; 2 – усиливаемая балка; 3 – тяж; 4 – подвеска; 5 – плита перекрытия;
 6 – натяжная муфта; 7 – опора из швеллера

Дополнительные гибкие тяжи подвешивают к вышележащим конструкциям в виде металлических оголовников, прикрепленных к колоннам, а затем натягают с помощью натяжных муфт электрифицированными тарированными гайковертами или электротермическим способом.

Жесткие дополнительные подкосы нижней частью устанавливают на металлическую обойму, прикрепленную на колонну, и сваривают между собой соединительными планками. К верхним частям подкосов прикрепляют

горизонтальные затяжки, в которых создают с помощью натяжных муфт предварительное напряжение.

При усилении балок шпренгелем с подвесками сначала закрепляют на колоннах концы стальных тяжей. На тяжи навешивают подвески, нижние концы которых приваривают к опорам из швеллера. Натяжение тяжей осуществляют с помощью натяжных муфт, установленных на подвесках. В тяжах растягивающие усилия, которые передаются в виде сжимающего напряжения на железобетонную балку, обеспечивая ее усиление. В период эксплуатации возможен контроль за предварительным напряжением в усиливаемой балке.

Одним из методов усиления балок монолитного перекрытия является *устройство железобетонной обоймы (Рис. 5.5) или рубашки.*

В отличие от железобетонной обоймы железобетонная рубашка устраивается только с трех сторон балки, и дополнительная арматура усиления приваривается к рабочей продольной арматуре балки через коротыши-отгибы

Для устройства железобетонной обоймы необходимо насечкой подготовить поверхность и установить дополнительный арматурный каркас из продольной арматуры и хомутов. Далее установить и раскрепить опалубку, пробить в плите перекрытия отверстия, через которые осуществить под давлением заливку бетонной смеси.

В обоих случаях усиления бетонирование в опалубке может быть заменено на послойное торкретирование с помощью торкрет-пушки. При этом толщина каждого слоя не должна превышать 20-25 мм. Высокая прочность торкретбетона, доступность визуального контроля качества работ, производство бетонных работ без устройства опалубки дают значительные преимущества торкретированию при усилении железобетонных конструкций.

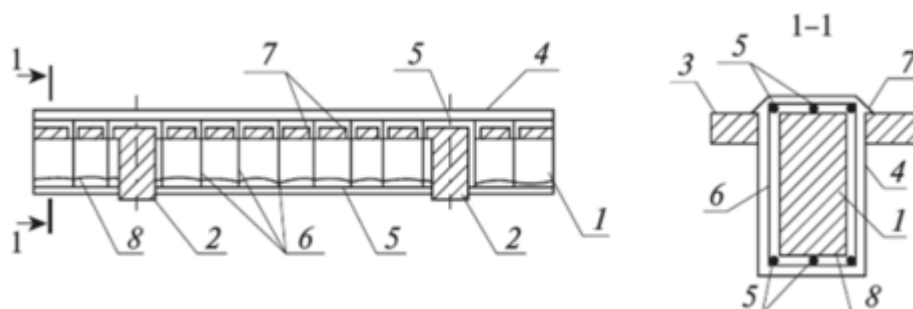


Рис. 5.5 Усиление балок монолитного железобетонного перекрытия устройством железобетонной обоймы: 1 – усиливаемые второстепенные балки; 2 – главные балки; 3 – плита; 4 – железобетонная обойма; 5 – продольная арматура обоймы; 6 – хомуты обоймы; 7 – отверстия, просверленные в плите для пропуска хомутов и укладки бетона; 8 – поверхность балок, подготовленных к бетонированию

Когда в монолитных железобетонных балках имеются косые трещины, располагающие на длине не более $1/3$ пролета, усиление балок производят при помощи металлических уголков, стянутых хомутами (рис.5.6).

С этой целью в местах появления трещин в плите перекрытия пробивают отверстия, а к ребрам балки подводят уголки, которые стягивают хомутами, прикрепленными к плите гайками. Между плитой и гайками укладывают прокладки из полосовой стали. На участке от опоры до начала косой трещины необходимо ставить не менее двух хомутов. Остальные хомуты распределяют равномерно по всей длине поврежденного участка балки.

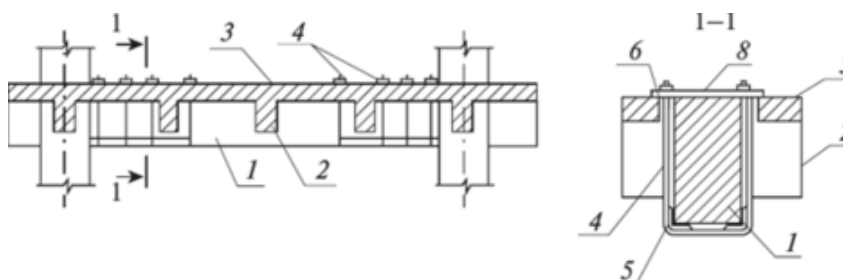


Рис. 5.6 Усиление главных балок монолитного железобетонного перекрытия установкой стяжных хомутов на опоре: 1 – усиливаемая главная балка; 2 – второстепенные балки; 3 – плита; 4 – металлические стяжные хомуты с гайками; 5 – подкладка из уголка; 6 – отверстия, просверленные в плите для пропуска хомутов

Для сборных железобетонных перекрытий ремонт обычно сводится к перетирке поверхности, но иногда возникает необходимость усиления перекрытий. В различных сериях типовых проектов полносборных домов используются в основном три вида перекрытий: сплошные и двухскорлупные плиты размером на комнату и многопустотные плиты и настилы.

Основные дефекты перекрытий:

- волосяные трещины в защитном слое;
- возникновение промерзающих зон в местах примыкания плит к стенам вследствие разрушения утепляющего пакета;
- сверхнормативные прогибы;
- выпадение раствора из швов (рустов) между настилами и т. п.

При сверхнормативном прогибе потолочной панели в практике ремонта используют различные проектные решения по усилению потолочных плит. Например, установкой металлической балочки из стального уголка вдоль наружной стены с предварительным подъемом панели домкратом. Или различные варианты закрепления и натяжения дополнительной арматуры в растянутой зоне плиты с последующей штукатуркой или торкретированием.

Усиление перекрытий полносборных зданий. В крупнопанельных зданиях первого поколения толщина панелей перекрытий составляла 100 мм, что оказалось недостаточным по причине их прогибов, превышающих допустимые нормы, в результате эксплуатации.

Для устранения прогибов разработано несколько способов:

- установкой металлических балок сверху панели перекрытия (рис.5.7, а, б);
- установкой металлических балок над чердачным перекрытием (рис.5.7, в);
- подведением стальных балок в местах опоры панелей перекрытия (рис.5.7, г);
- с помощью напрягаемых арматурных стержней (рис.5.7, д);

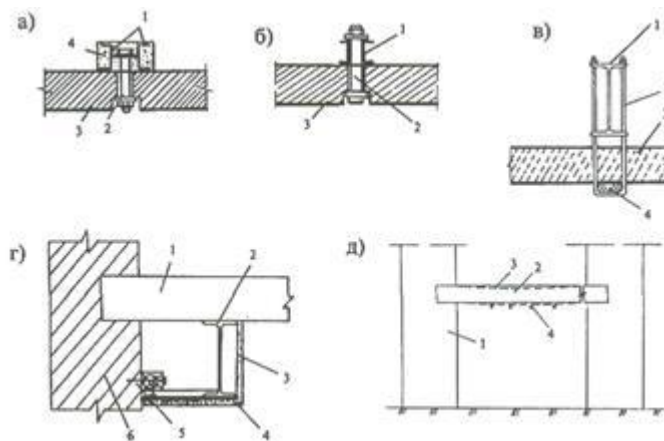


Рис.5.7. Схемы устранения прогибов перекрытий полносборных зданий

а) – установкой металлических балок сверху с устройством гнезд в панели перекрытия под опорные шайбы и затягиванием гаек снизу: 1 – стальная балка; 2 – натяжной болт; 3 – плита перекрытия; 4 – бетон; б) – то же, с затягиванием гаек сверху: 1 – стальная балка; 2 – натяжной болт; 3 – плита перекрытия; в) – установкой металлических балок над чердачным перекрытием: 1 – разгрузочная балка; 2 – подвеска из круглой стали; 3 – плита перекрытия; 4 – опорная стальная подкладка; г) – подведением стальных балок: 1 – плита перекрытия; 2 – стальная балка; 3 – металлическая сетка; 4 – слой штукатурки; 5 – дюбель; 6 – стена; д) – с помощью напрягаемых арматурных стержней; 1 – несущая стена; 2 – положение перекрытия до ремонта; 3 – то же, после ремонта; 4 – напрягаемые арматурные стержни

В первых двух для включения балок в работу, в панелях перекрытий просверливают гнезда, в которые устанавливают натяжные болты, а затем с помощью закручивания гаек устраняют прогибы панелей. В этом случае возможны два варианта, когда затягивание гаек осуществляется снизу (рис.5.9, а) или сверху (рис.5.7, б) панелей.

Для устранения прогибов панелей чердачного перекрытия концы разгрузочной металлической балки соответствующего сечения заделывают в несущие панели перегородок или опираются на подкладки возле них, а провисшую панель подвешивают на болтах к балке металлическими тяжами круглого сечения, пропускаемые через просверленные в ней отверстия (рис.5.7, в).

Прогиб панелей перекрытий на небольшом расстоянии у несущих стен можно устранить подведением стальных балок с последующим оштукатуриванием их по металлической сетке (рис.5.7, г).

При ликвидации прогибов панелей перекрытий рекомендуется установка под потолком металлических стержней, которые затем подвергаются предварительному натяжению электротермическим или механическим способом (рис.5.7, д). После натяжения стержней потолок оштукатуривают по металлической сетке или устраивают подвесной потолок.

Для ликвидации разрушения материала стен в местах опирания на них панелей перекрытий рекомендуется устанавливать на стене дополнительную опору в виде металлического уголка соответствующего сечения, который крепится болтами, пропущенными сквозь стену (рис.5.8).

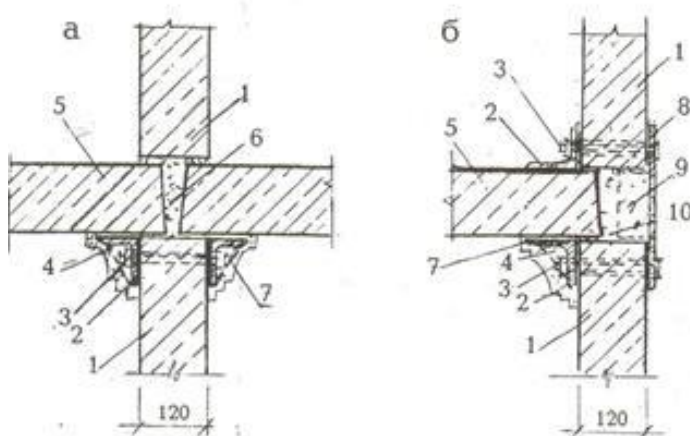


Рис.5.8. Усиление узлов сопряжения панелей стен с панелями перекрытий

а) – рядового платформенного узла; б) – комбинированного узла сопряжения стен лестничной клетки: 1 – панель внутренней стены; 2 – стальной уголок; 3 – стяжной болт; 4 – диафрагма жесткости уголка; 5 – панель перекрытия; 6 – цементный раствор; 7 – штукатурка; 8 – стальной лист; 9 – ребра жесткости стального листа; 10 – бетон замоноличивания

В платформенном стыке панелей следует устанавливать два опорных уголка (2), соединяя их стяжным болтом (3). После проведения монтажных

работ необходимо провести декоративную заделку металлических элементов (7).

Усиление сборных железобетонных ребристых плит покрытий и перекрытий производится различными конструктивными приемами и материалами разнообразно с выявленными дефектами и экономическими возможностями.

Сборные ребристые плиты покрытия и перекрытия усиливают подведением разгружающих балок из прокатного металла, установкой дополнительных элементов и шпренгельных затяжек.

Усиление методом разгрузки выполняется подведением под плиты металлических балок с передачей нагрузки на опорные конструкции. Разгружающие балки могут опираться на специально выполненные **консоли** на колоннах или подвешиваться к стропильным балкам. Включение разгружающих балок в работу производится постановкой в зазор между балками и усиливаемыми плитами стальных пластин (клиньев) или упорными болтами.

Усиление затяжками и шпренгелями применяется для продольных и поперечных ребер. Сечение элементов усиления определяется расчетом. Затяжки рекомендуется выполнять из стали классов А-П, А-Ш и А-ІУ диаметром 12...36 мм. Шпренгели обеспечивают усиление наклонных и нормальных сечений и выполняются как из круглого, так и из фасонного проката (уголки, швеллеры). Предварительное натяжение, необходимое для эффективной работы затяжек и шпренгелей, осуществляется стяжными муфтами, завинчиванием гаек, электронагревом, стягиванием парных ветвей. Усиление железобетонных ребристых плит перекрытий также осуществляется наращиванием сечений, подведением разгружающих элементов, установкой шпренгельных затяжек. Установка дополнительной надопорной арматуры в сборных плитах превращает их в неразрезные конструкции, повышая их прочность и жесткость (Рис.5.9)

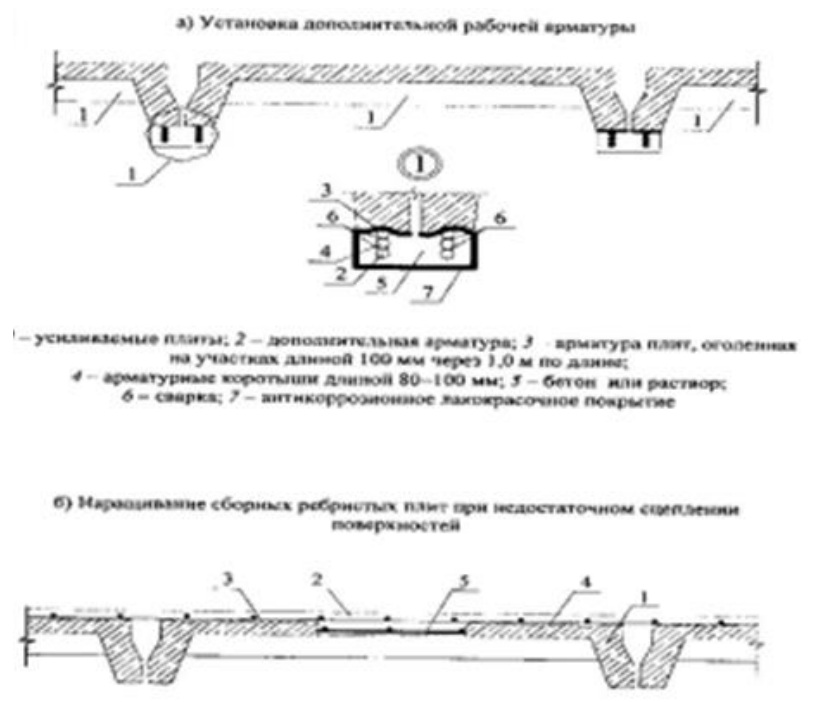


Рис. 5.9. Усиление сборных железобетонных плит перекрытия и покрытия: 1 – усиливаемые плиты; 2 – монолитный слой бетона; 3 – конструктивная арматура усиления; 4 – поверхность сцепления монолитного бетона с плитой; 5 – вырубленные участки полог плит с сохранением арматурных сеток

Усиление узлов опирания плит покрытия и перекрытия при недостаточной длине опирания выполняется с помощью (рис. 5.10):

- выносных опор — столиков из швеллеров, двутавров, уголков;
- установкой каркаса и бетонированием шва между плитами;
- подпружными системами.

Сборные железобетонные пустотные плиты могут усиливаться с использованием пустот. Для этого сверху в зоне расположения канала пробивают полку и устанавливают арматурный каркас. При усилении только опорной части плиты каркасы располагаются на части ее пролета, а при необходимости — по всей длине плиты. После этого канал заполняют пластичным бетоном на мелком щебне. Одновременно с установкой дополнительного каркаса можно усилить и плиту наращиванием ее сверху (рис. 5.11).

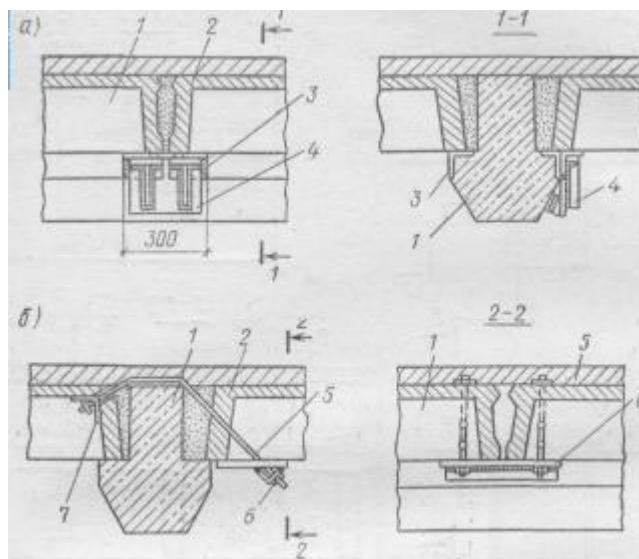


Рис. 5.10 Варианты устройства опорных столиков: а – при наличии закладных деталей в ригеле; б – при отсутствии закладных деталей в ригеле: 1 – ригель; 2 – плита; 3 – закладная деталь в ригеле; 4 – опорный столик; 5 – тяжи; 6 – горизонтальная опора; 7 – упорный уголок

Рекомендуется два способа отделки усиливающей конструкции: оштукатуривание цементным раствором по сетке с заделкой конструкции в растворе, что увеличивает площадь сечения самой плиты, повышает ее несущую способность и жесткость, значительно уменьшает звукопроводность перекрытия; подшивка листового материала (асбофанеры, древесно-стружечных плит, сухой штукатурки и т. д.) по деревянным брускам, которые крепят к анкерам дополнительной арматурой и к самой плите, что исключает мокрые процессы по усилению и отделке плит (этот способ отделки может проводиться без выселения жильцов).

При усилении только опорных частей пустотных плит каркасы или жесткая арматура располагаются только в опорной части. Возможно также развитие недостаточной зоны опирания таких плит путем выноса вертикальных арматурных каркасов за торцы плиты с последующим обетонированием расширенной опорной части (Рис. 5.12). При установке промежуточных опор также может потребоваться локальное усиление в опорной части по рассмотренной схеме.

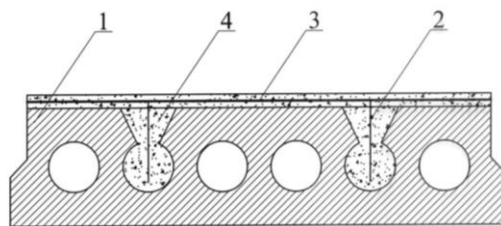


Рис. 5.11. Усиление пустотной плиты перекрытия: 1 - усиливаемая плита; 2 – дополнительный арматурный каркас; 3 – дополнительная арматурная сетка; 4 – бетон усиления

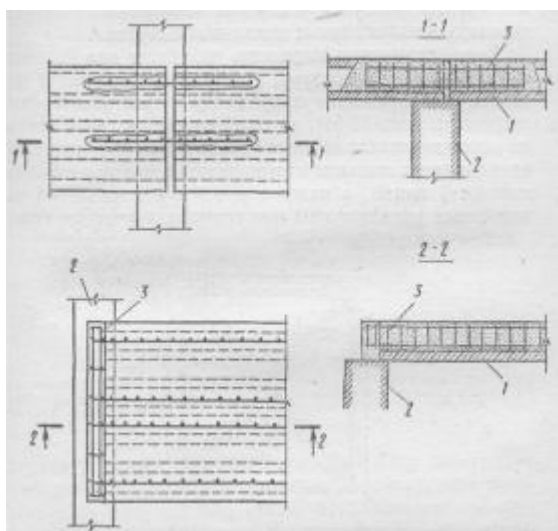


Рис.5.12 Усиление опорных частей многопустотных плит: 1 – усиливаемая плита 2 – опора; 3 – арматурный каркас усиления

Общая высота усиливающей конструкции и ее отделочного слоя не должна превышать 50 мм.

После усиления плиты производится отделка потолков либо устройство новых полов (в зависимости от способа усиления).

В целях защиты арматуры усиления от коррозии (в случае обшивки потолков листовым материалом) стержни усиления покрывают антикоррозионным составом.

В безбалочных перекрытиях часто оказываются поврежденными капитали, которые восстанавливают с помощью шпренгельной системы, выполненной из прокатных профилей (рис. 5.13).

Работы рекомендуется производить в такой последовательности: забетонировать опорную обойму на колонне, установить нижнюю обвязку и приварить к ней подкосы, установить верхнюю обвязку, нагреть ее и в нагретом состоянии приварить к ней подкосы. При остывании элементы верхней обвязки укорачиваются и создают предварительное обжатие в подкосах. Площадь сечения уголкового обвязки и подкосов, размеры опорных обоек, температуру нагрева верхней обвязки следует определять исходя из величины нагрузки, которую должно воспринять усиление. Расчетные усилия в элементах пространственного шпренгеля следует определять, как в пространственной статически определимой ферме — на действие заданной величины нагрузки.

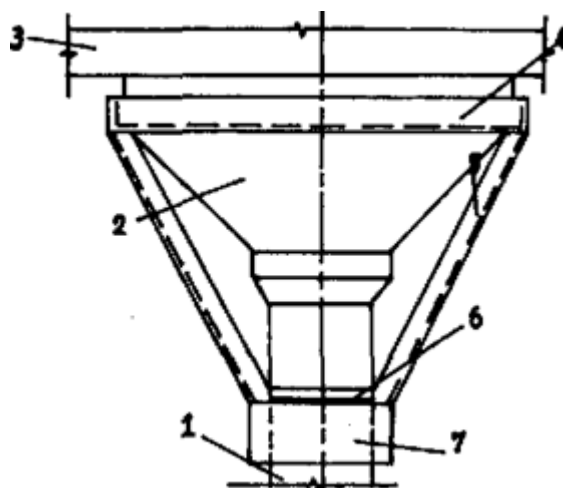


Рис. 5.13 Усиление капителей безбалочных перекрытий: 1 - колонна; 2 - капитель; 3 - плита перекрытия; 4 - верхняя обвязка усиления; 5 - подкосы; 6 - нижняя обвязка усиления; 7 - обойма

Усиление бетонных конструкций может осуществляться с использованием разнообразных методов, предполагать проведение тех или иных мероприятий.

Функции и мероприятия по усилению ЖБ конструкций:

Увеличение поперечного сечения тех или иных компонентов конструкций — реализуется бетонированием слоями с армировочным каркасом, методом торкретирования, инъектирования раствора в опалубки.

Упрочнение несущих деталей за счет установки новых элементов – выполняется благодаря верному распределению давления, уменьшению воздействия на деталь за счет установки дополнительных элементов (Рис.5.15, 5.16, 5.17).

Увеличение технических характеристик ЖБ изделий за счет монтажа внешних каркасов армировочных – устанавливаются различные анкеры, швеллеры, армирование, бетонные пласты, преднапряженные детали, стальные листы и т.д.

Освобождение и точное распределение влияния за счет переноса его на другие детали конструкции – для этого добавляют новые консоли, модифицируют имеющиеся детали, подменяют детали с большой массой элементами с меньшим весом.

Монтаж специальных подошв, свай из бетона, упоров под землей – обычно применяют метод бурения отверстий алмазными сверлами в нужных местах с последующим заполнением их бетонным раствором. Так удастся повысить стойкость подземных элементов.



Рис. 5.14 Усиление колонны углеродными полосами

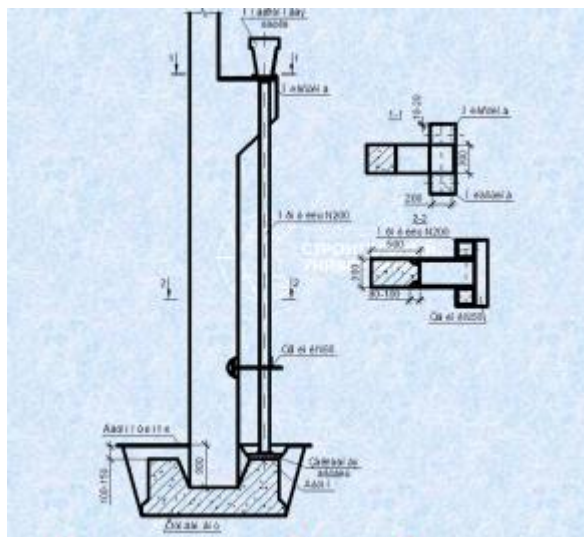


Рис. 5.15 Усиление консолей железобетонных колонн металлическими подпорками

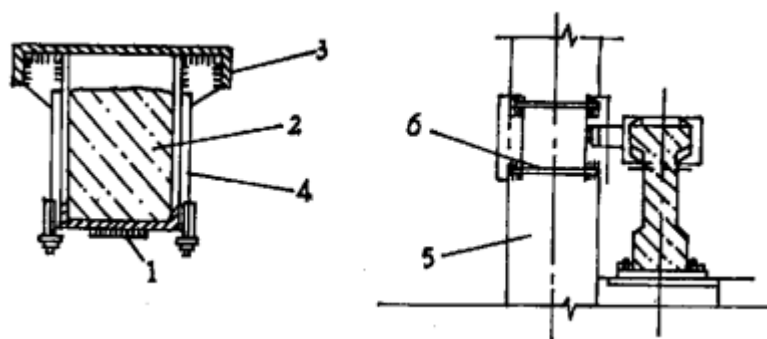


Рис. 5.16 Усиление подкрановых балок: а) металлической полкой 4 б) металлической обоймой;
1 - планки; 2 - усиливаемая балка; 3 - элемент усиления полки; 4 - ребра жесткости;
5 - колонна; 6 - хомут-обойма

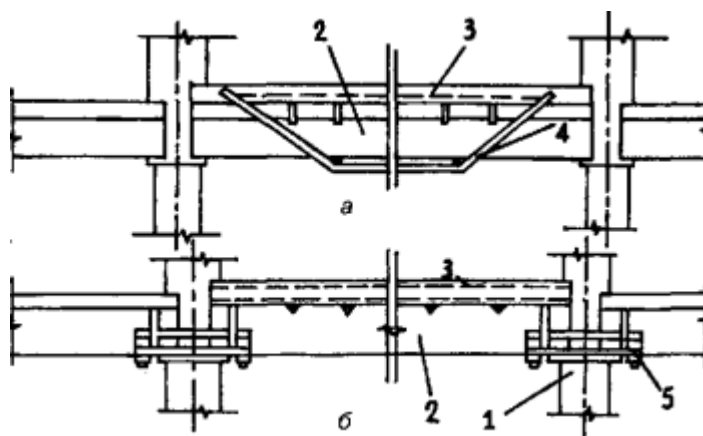


Рис. 5.17 Усиление подкрановой балки шпренгелем (а) и выносными опорами (б)

Тема 5.1.3 Восстановление защитного слоя бетона и защита железобетонных изделий от коррозии

В железобетонных конструкциях с окружающей средой непосредственно соприкасается бетон, который выполняет роль защиты арматуры от коррозии и высоких температур при возможном пожаре. Поэтому многие случаи ранних повреждений железобетонных конструкций, связанные с коррозией арматуры, обычно обусловлены несоответствием их стойкости условиям эксплуатации, либо недоучетом условий эксплуатации при проектировании, либо дефектами изготовления, в частности смещением арматуры за пределы допуска в толщине защитного слоя, недостаточной плотностью бетона или большим разбросом показателей проницаемости.

Факторы, под влиянием которых происходит потеря бетоном защитных свойств, подразделяются на физические, химические и физико-химические.

К физическим факторам относятся механические сколы бетона, эрозионный износ, периодическое нагревание и охлаждение, замораживание и оттаивание, приводящие к разрушению бетона в защитном слое и обнажению арматуры.

Химические и физико-химические воздействия среды проявляются на конструкцию либо непосредственно, разрушая бетон защитного слоя с последующим обнажением и коррозией арматуры, либо, не разрушая бетон непосредственно, приводят к коррозии арматуры внутри бетона. Агрессивность твердых и жидких сред по отношению к стальной арматуре железобетонных конструкций определяется доступом через трещины и пористую структуру защитного слоя бетона атмосферной влаги и растворов агрессивных солей (особенно хлорсодержащих) к поверхностям арматуры, в результате чего развиваются процессы коррозии арматуры.

Одной из основных угроз для бетона является вода, она провоцирует процесс карбонизации (реакцию взаимодействия гидрокиси кальция Ca(OH)_2 и угольной кислоты H_2CO_3 , которая образуется в ходе соединения диоксида углерода CO_2 и воды). В результате этого процесса понижаются щелочные свойства бетона (с pH 12,5 до 9,5) и он перестает служить защитой для стальной арматуры. При этом коррозия часто протекает значительно

быстрее, чем аналогичная в открытой среде. Образующиеся продукты коррозии стали (шлам) занимает в 2...2,5 раза больший объем, чем слой прокорродировавшего металла, и давят на окружающий бетон, создавая в нем растягивающие напряжения, превышающие его прочность, в результате образуются трещины в защитном слое, ориентированные вдоль корродирующих стержней, которые еще больше облегчают доступ агрессивной среды к арматуре и ускоряют процесс коррозии. Под действием фильтрации через толщу бетона мягкой воды происходит вымывание составных частей бетона, в частности гидрата окиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Этот процесс называется выщелачиванием извести и приводит к снижению механической прочности бетона.

Основными показателями повреждений коррозионного происхождения, которые можно обнаружить при визуальном осмотре конструкций, являются:

- высолы на поверхностях бетона, выщелачивание;
- изменение окраски бетона;
- наличие пятен ржавчины;
- наличие и характер трещин на поверхностях конструкций хаотично расположенных, продольных (вдоль расположения арматуры), поперечных и наклонных;
- отслоение защитных слоев бетона, обнажение и выпучивание арматурных стержней, ржавчина на их поверхностях, разрывы стальной арматуры (рис. IX-79);
- наличие сколов, шелушение поверхностей бетона, оголение заполнителя, потеря первоначальных геометрических очертаний сечений элементов конструкций;
- изменения окраски и потеря блеска защитных покрытий, отслоение от поверхности бетона, образование пузырей и т.п.

При реконструкции зданий необходимо предусматривать применение средств, обеспечивающих коррозионную стойкость бетонных и железобетонных конструкций в конкретных условиях будущей

эксплуатации. В случае эксплуатации конструкций в не агрессивных средах и при отсутствии увлажнения допускается не предусматривать введение специальных добавок в состав бетона, предназначенного для усиления и ремонта, при условии обеспечения марки по водонепроницаемости W4, а также не предусматривать мер по вторичной защите поверхности железобетонных конструкций.

Коррозионная стойкость железобетонных конструкций обеспечивается средствами первичной и вторичной защиты.

Первичная защита предусматривает сочетание определенных требований, предъявляемых непосредственно к материалам, из которых изготавливается конструкция, и к самой конструкции. К мерам первичной защиты относятся:

- применение материалов повышенной коррозионной стойкости;
- применение добавок, повышающих коррозионную стойкость бетона и его защитную способность по отношению к стальной арматуре;
- снижение проницаемости бетона различными технологическими приемами;
- установление дополнительных требований при проектировании конструкций, обеспечивающих сохранность арматуры: по категории требований к трещиностойкости и предельно допустимой ширине раскрытия трещин, толщине защитного слоя бетона у арматуры.

Вторичная защита железобетонных конструкций должна осуществляться со стороны непосредственного воздействия агрессивной среды, имеет ограниченный срок службы, по истечении которого она должна возобновляться. Для защиты от коррозии применяются только сертифицированные материалы, композиции и защитные системы, пригодные для соответствующих условий эксплуатации.

К мерам вторичной защиты относятся:

- лакокрасочные покрытия;

- пропиточно-кольматирующие составы для поверхностного слоя бетона конструкций;
- оклеечная изоляция из листовых и пленочных материалов;
- облицовки и футеровки штучными или блочными изделиями из керамики, шлакоситалла, стекла, каменного литья, природного камня и т.п.;
- штукатурные покрытия на основе полимерных вяжущих, жидкого стекла, битума;
- уплотняющая пропитка химически стойкими материалами.

Перед выполнением вторичной защиты необходимо произвести ремонт поверхности железобетонных конструкций. В состав ремонтных работ при наличии коррозионных повреждений входят следующие работы:

- подготовка поверхностей с удалением продуктов коррозии и нарушенных участков защитных покрытий (у арматуры, стальных элементов, бетона);
- восстановление площади сечений ненапрягаемых арматурных стержней (если имеется такая необходимость);
- защита поверхностей арматуры и стальных элементов составами протекторного или ингибирующего действия, не снижающими сцепления арматуры с бетоном, восстановление защитного слоя бетона с обеспечением его защитных свойств по отношению к арматуре;
- восстановление геометрических размеров конструкций путем заделки нарушенных участков бетоном или раствором с обеспечением совместной работы нового бетона со старым;
- залечивание трещин;
- нанесение (при необходимости) защитных покрытий на поверхности бетона и стали.

Для обеспечения пожарной безопасности конструкции защищаются специальными составами, повышающими предел их огнестойкости. Наличие огнезащиты в зависимости от вида и толщины слоя защищающего материала

в ряде случаев может одновременно тормозить развитие коррозионных процессов арматуры и бетона.