

Методы усиления строительных конструкций

Классификация методов усиления

- **по характеру, степени и причинам износа** - усиление при трещинообразовании, деформациях, взаимных смещениях элементов; устранение слабых, средних, сильных повреждений; укрепление при осадках фундаментов, агрессивном воздействии среды, перегрузках и пр;
- **по отношению к объему здания** - общее укрепление несущей системы здания и усиление отдельных конструктивных элементов, узлов, отдельных участков здания;
- **по конструктивным схемам зданий** - укрепление зданий каркасных и бескаркасных, одноэтажных и многоэтажных, монолитных и сборных, из мелкоштучных материалов и из крупноразмерных элементов и пр.;
- **по конструктивным элементам здания** - усиление фундаментов, стен, перекрытий, балок, плит, колонн и пр.;
- **по виду напряженного состояния усиливаемого элемента** – элементов, находящихся при одноосном или двухосном, плоском или пространственном напряженном состояниях; при сжатии, растяжении, изгибе, сдвиге, кручении и пр.;
- **по характеру нагрузок и воздействий** - усиление элементов, находящихся в статическом нагружении и элементов, находящихся в динамическом нагружении;
- **по материалу усиливаемой и усиливающей конструкции:** усиление металлических, бетонных, железобетонных, каменных, деревянных, полимерных конструкций (или конструкциями);
- **по условиям эксплуатации:** усиление конструкций, находящихся под воздействием агрессивных сред, низких или высоких температур, повышенной влажности, вибрации и пр.;
- **по поставленной задаче:** повышение прочности, устойчивости, жесткости, трещиностойкости и пр.

Классификация методов усиления по способам реализации

Можно разделить на два блока:

- Укрепление несущей системы здания в целом;
- Усиление отдельных конструктивных элементов

Укрепление несущей системы здания в целом

Общее укрепление несущей системы зданий и сооружений может быть достигнуто

- укреплением грунтов оснований и усилением фундаментов;
- повышением жесткости надземной части здания;
- приспособлением здания к внешним воздействиям.

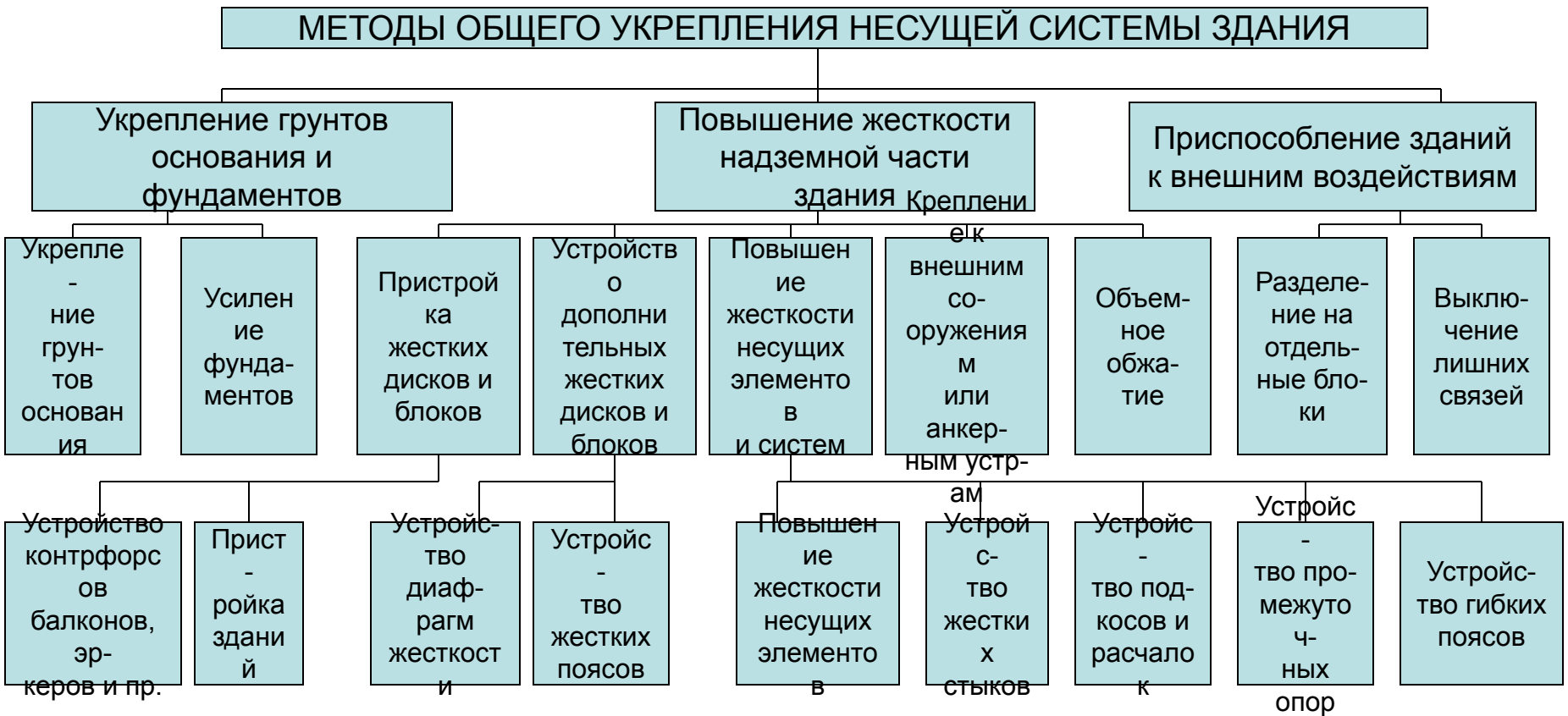
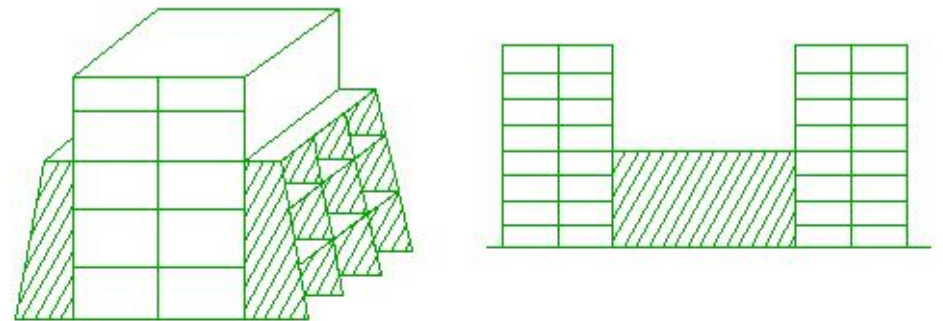
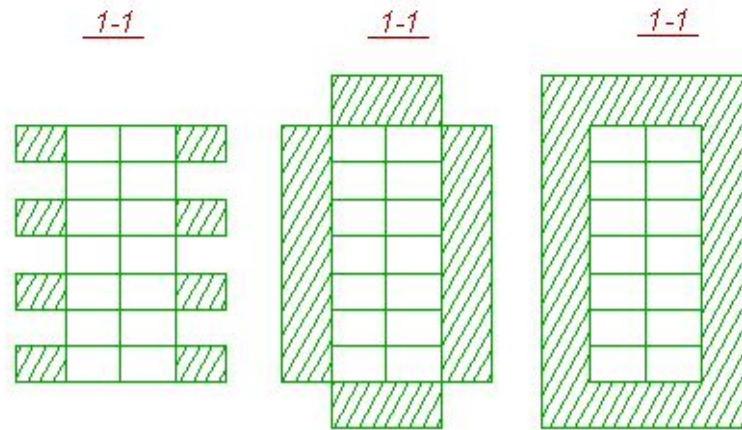
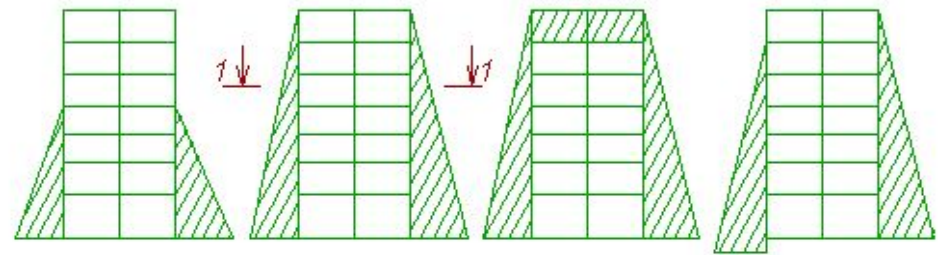


Рис. 5.1. Классификация методов общего укрепления несущей системы зданий и сооружений по способам реализации

- Схемы расположения пристроенных элементов жесткости (контрфорсов, балконов, эркеров)



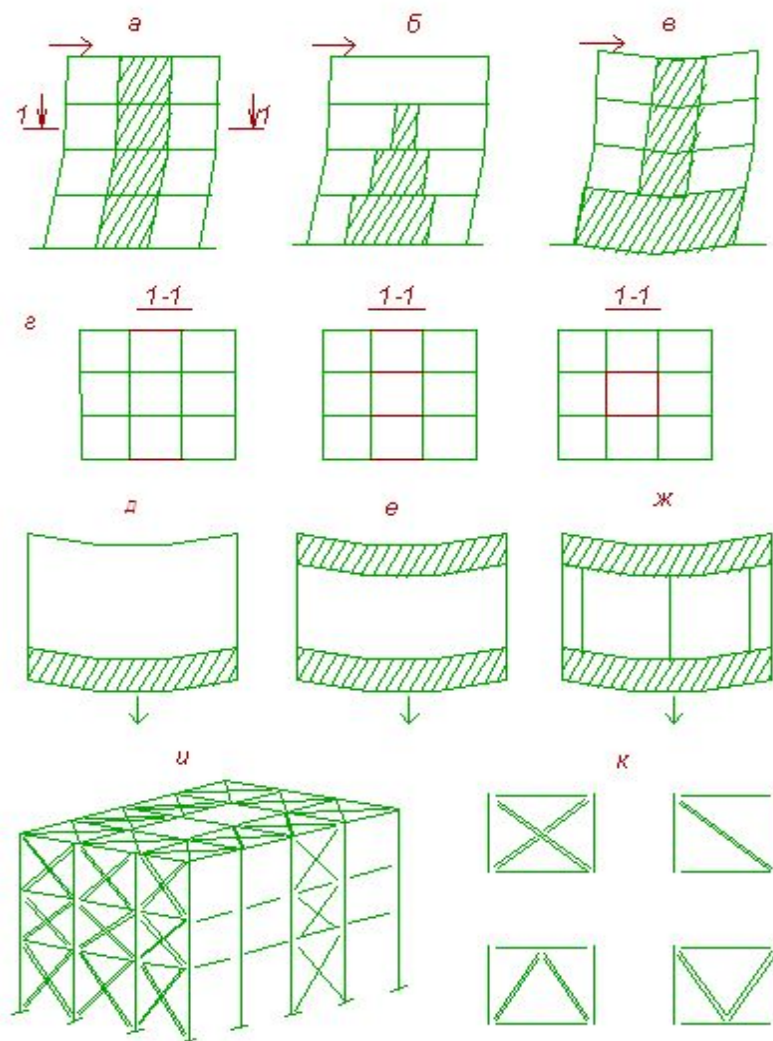
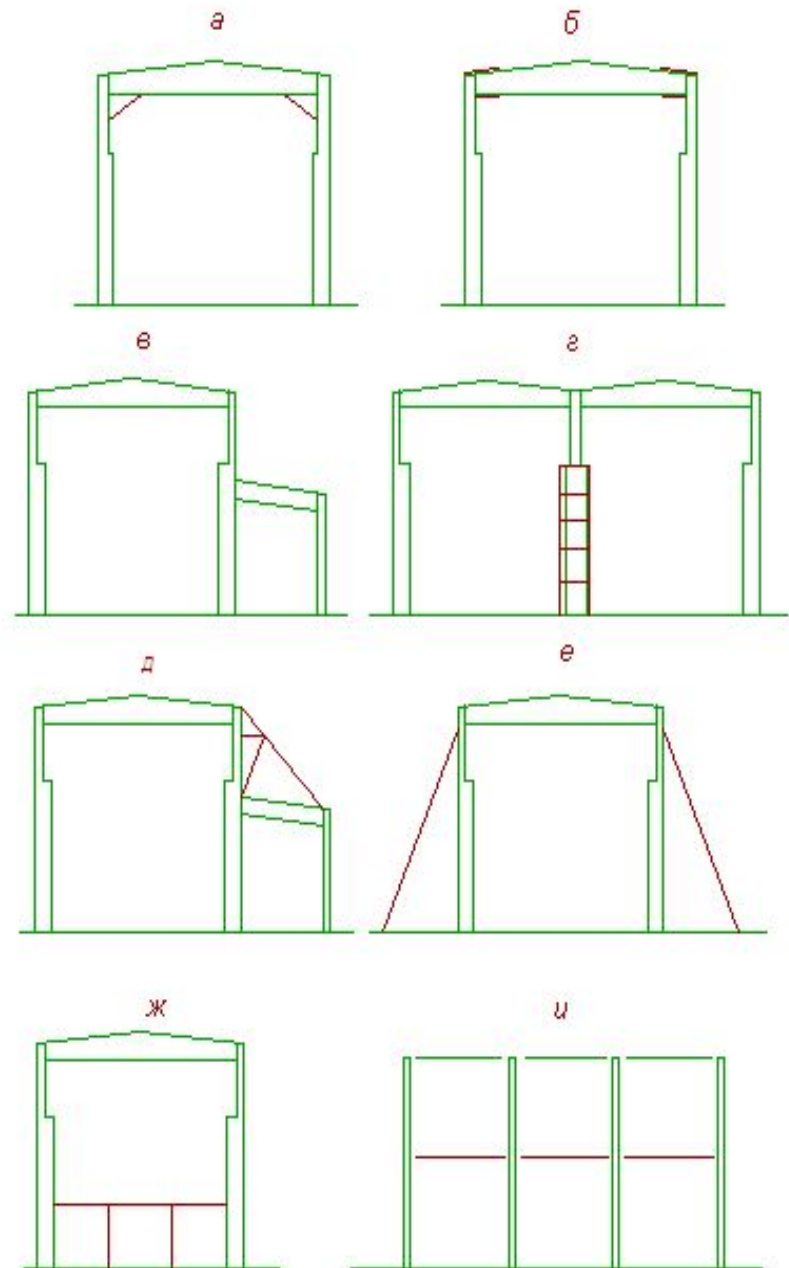


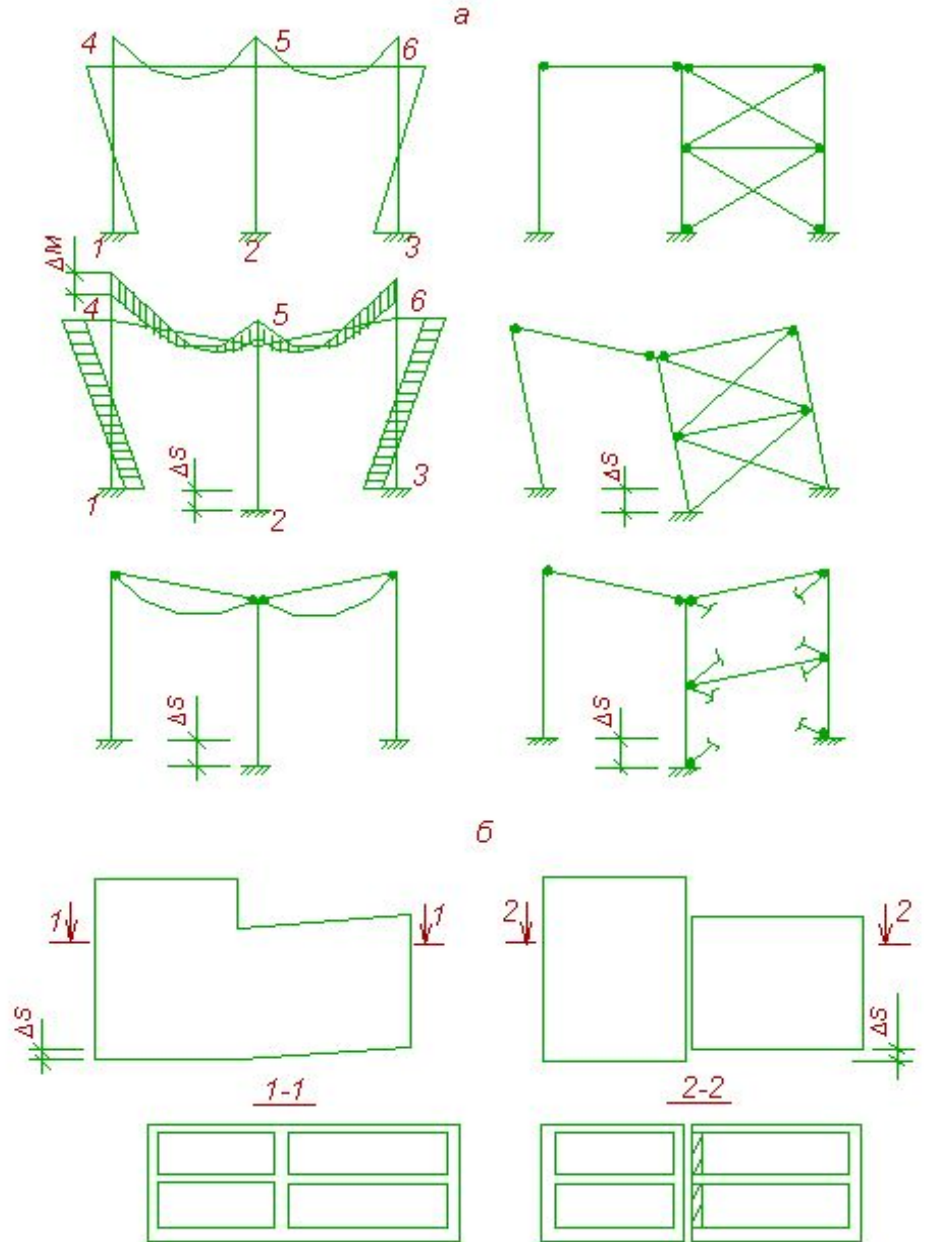
Рис. 5.3. Повышение пространственной жесткости зданий устройством диафрагм и ядер жесткости (а-г), поясов жесткости (д-ж), созданием жесткого диска по покрытию и фахверку в каркасном здании (и); и рядовые ячейки элементов жесткости в каркасных зданиях (к).

- Повышение пространственной жесткости зданий
- Устройством диафрагм и ядер жесткости (а-г);
- Поясов жесткости (д-ж);
- Созданием жесткого диска по покрытию и фахверку в каркасном здании (и);
- Рядовые ячейки элементов жесткости в каркасных зданиях

Повышение жесткости каркасных зданий устройством подкосов (а);
устройством жестких узлов (б);
пристройкой здания (в увеличением жесткости колонны (г);
устройством оттяжек (д е);
устройством промежуточных опор в колоннах (ж,и)



Схемы
работы
и
приспособление
зданий к
осадочным
деформациям
- **выключением
лишних связей**
(а);
- **делением**
на отдельные
блоки (б).



Усиление отдельных конструктивных элементов

МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

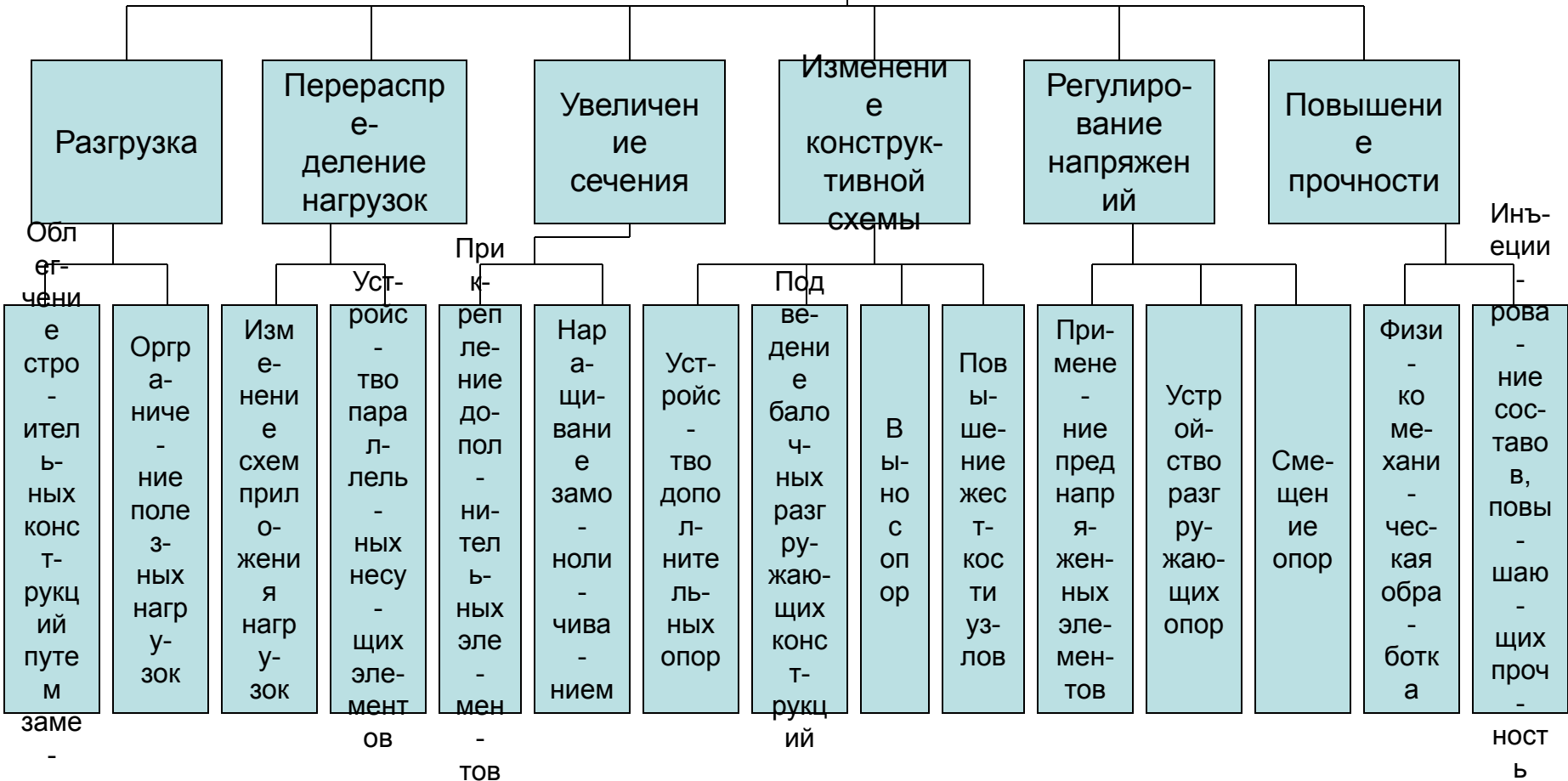


Рис. 5.2. Классификация методов усиления отдельных конструктивных элементов зданий и сооружений по способам реализации

На практике применяются три основных метода:

- а) **увеличение сечения** путем устройства дополнительных элементов, повышающих расчетные характеристики сечения;
- б) **изменение конструктивной схемы** путем устройства дополнительных элементов, перераспределяющих силовые потоки на другие, менее нагруженные элементы несущей системы здания;
- в) **регулирование напряжений или усилий** - путем устройства дополнительных напрягающих элементов и устройств, позволяющих значительно изменить напряженно-деформированное состояние усиливаемых конструкций.

Усиление увеличением сечения:

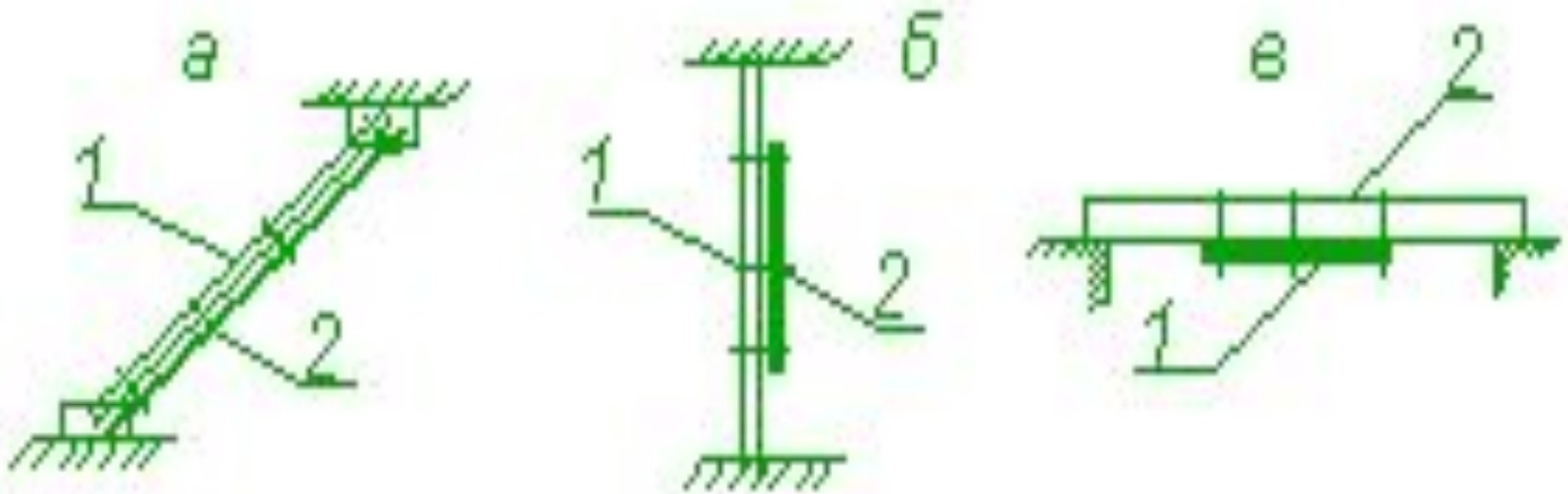
Требования к усилению увеличением сечения:

- Обеспечивать надежную совместную работу усиливающего и усиливаемого элементов
- Назначать места обрыва усиливающих элементов в участках упругой работы материала усиливаемых элементов, избегать резких концентраторов напряжений;
- Располагать усиливающий элемент по сечению усиливаемого элемента предусматривая максимальное использование расчетных характеристик усиленного сечения

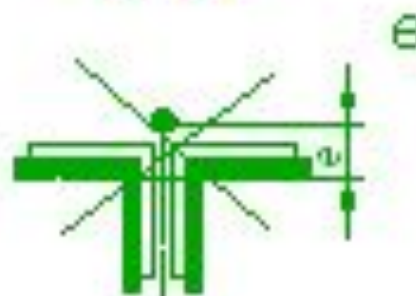
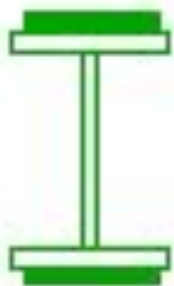
Обеспечение плавного перехода усилий



Расположение усиливающего элемента по длине растянутого (а), сжатого (б) и изгибаемого (в) элементов



Примеры рационального размещения усиливающих элементов: а – изгиб; б – центральное растяжение; в – внецентренное растяжение; г – центральное сжатие; д – внецентренное сжатие

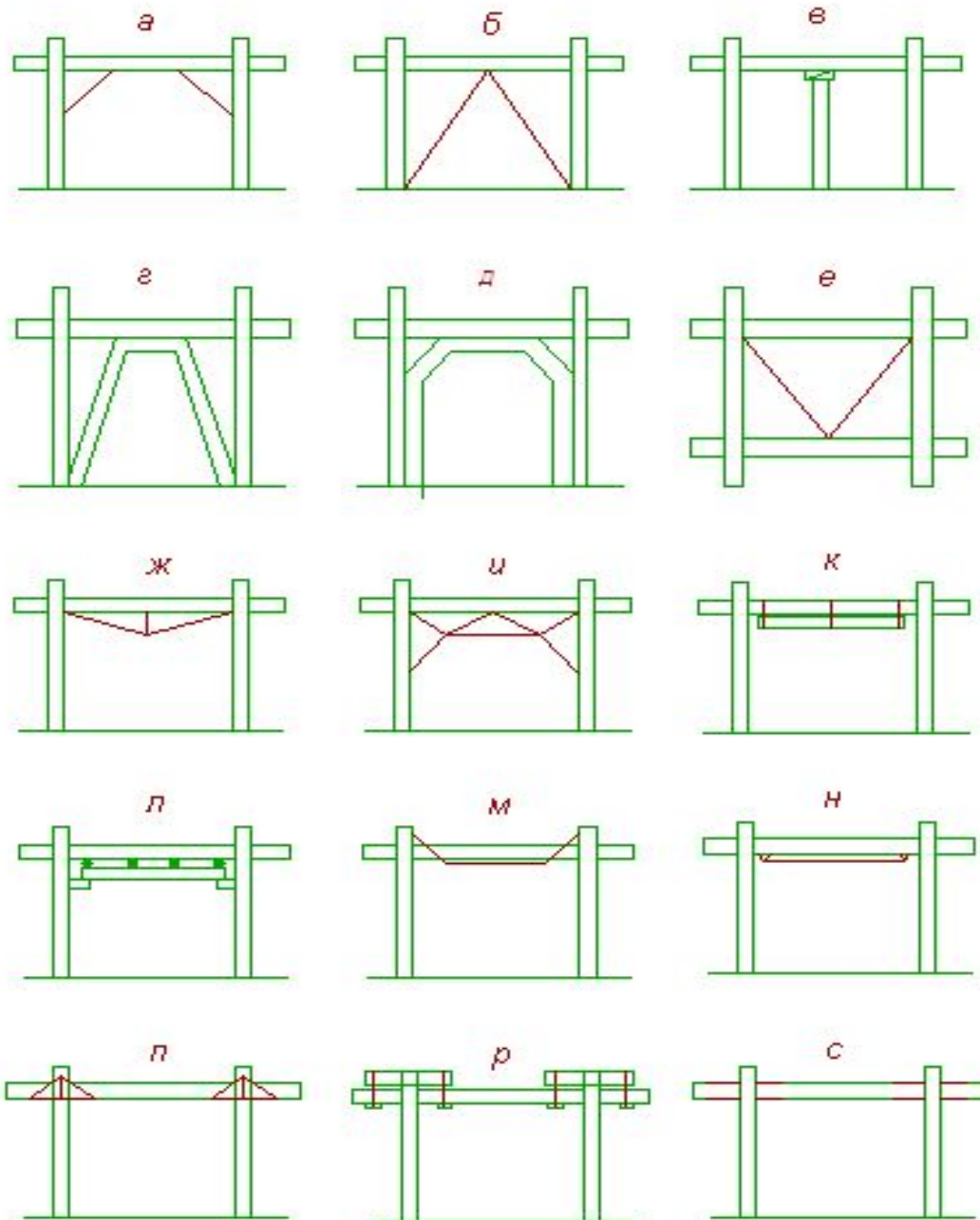


Усиление изменением конструктивной схемы

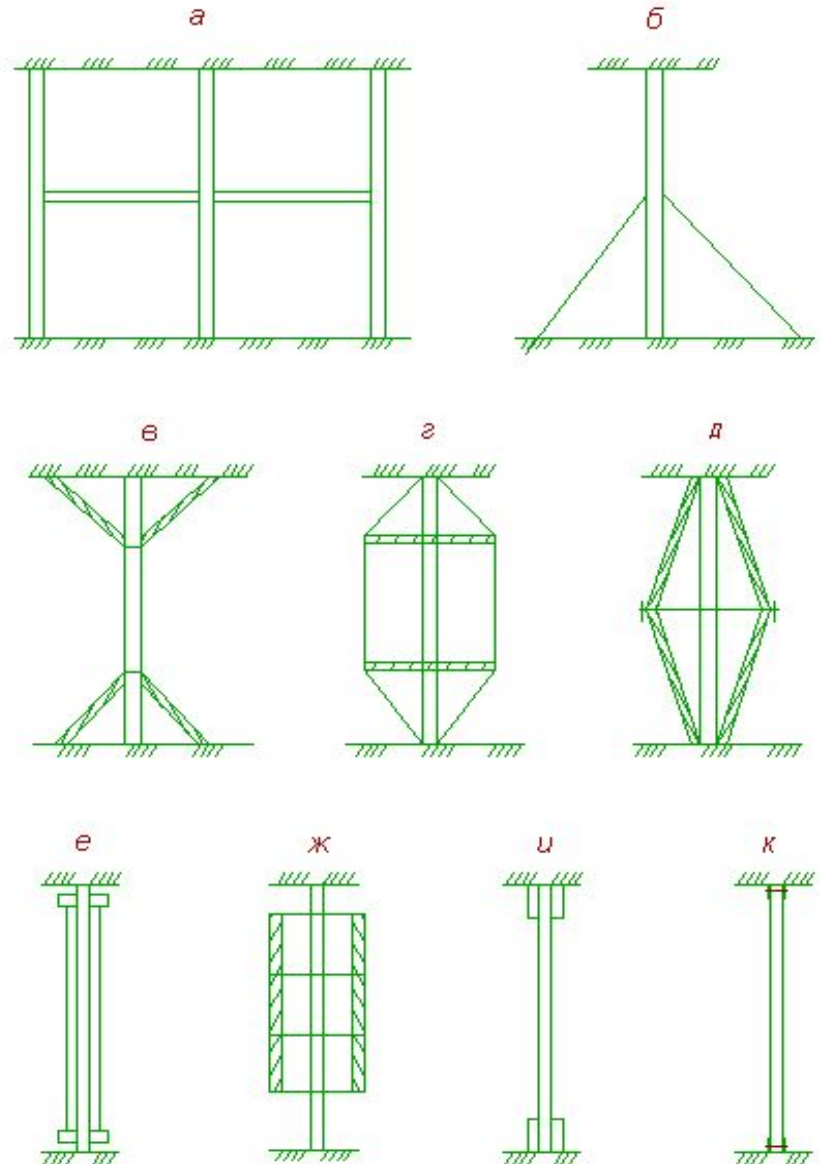
Требования к усилению элементов изменением конструктивной схемы:

- Учитывать перераспределение усилий и **обеспечивать несущую способность** смежных конструкций;
- Учитывать **дополнительные усилия и напряжения** при повышении статической неопределимости конструкций от температурных и др. воздействий;
- Обеспечивать сохранность и **местную устойчивость элементов** усиливаемой конструкции
- Предусматривать в конструктивных решениях элементов и узлов возможность **компенсации несовпадения размеров** существующих и новых конструкций

- Схемы
усиления
изгибаемых
элементов
изменением
конструктивной
схемы



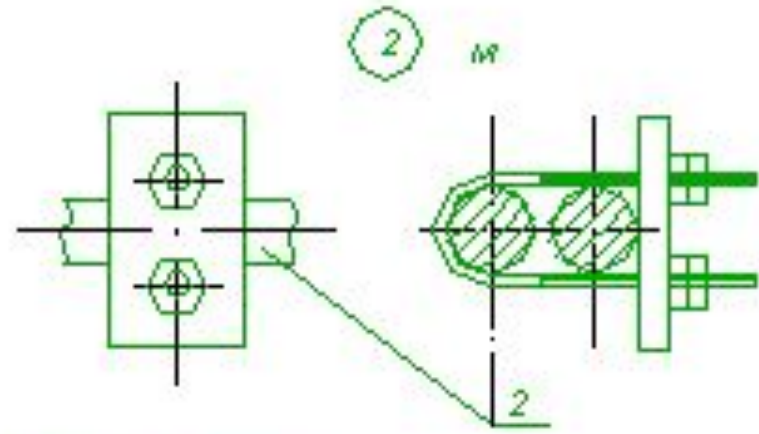
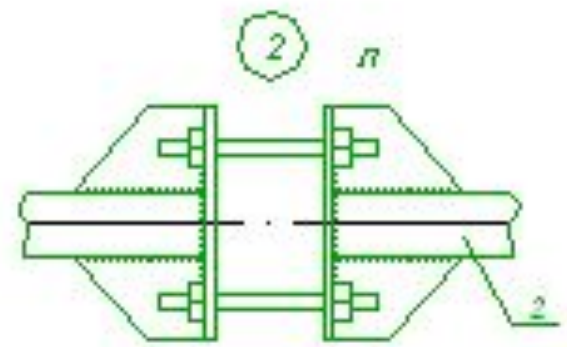
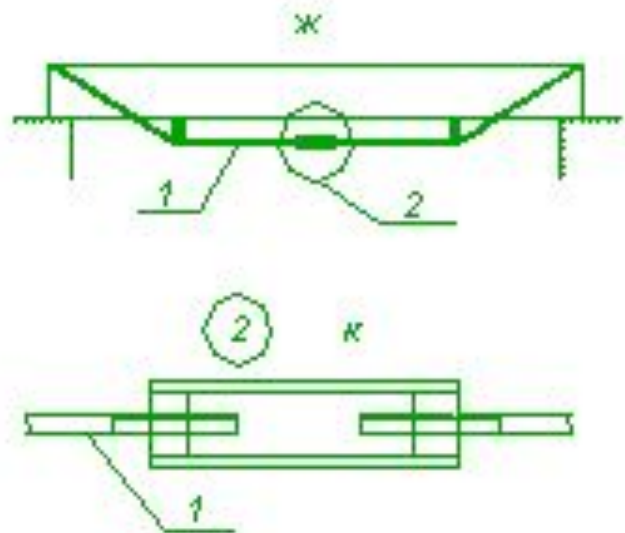
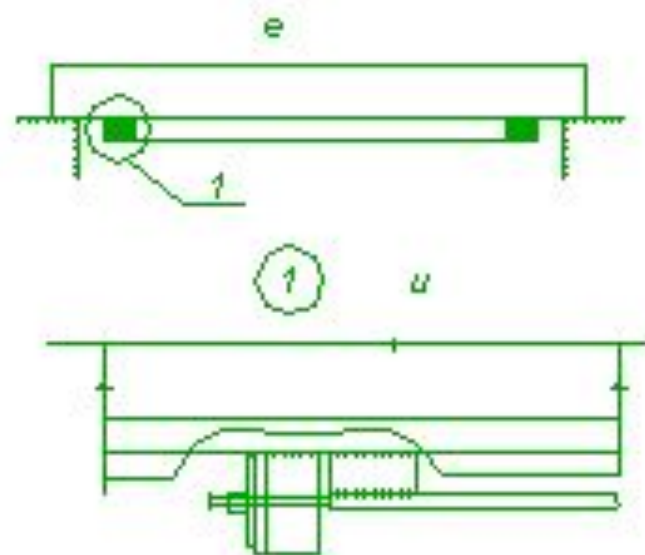
- Схемы усиления сжатых стоек изменением конструктивной схемы



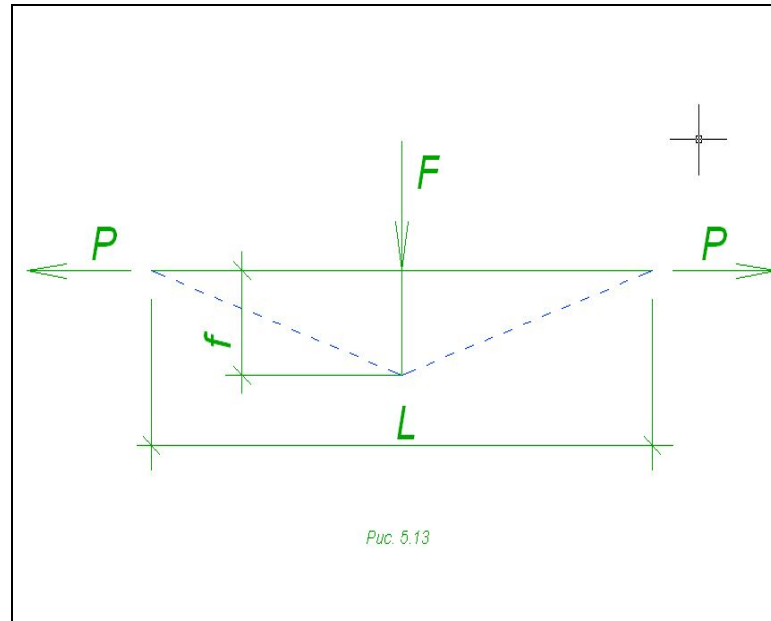
Усиление регулированием напряжений

Методы создания ПН:

- **Электротермический** – нагрев электрическим током при температуре 300-350 град. С;
- **Механический** – напряжение винтовыми приспособлениями и домкратами:
 - Стягиванием и оттягиванием с продольным усилием;
 - Стягиванием и оттягиванием с поперечным усилием.

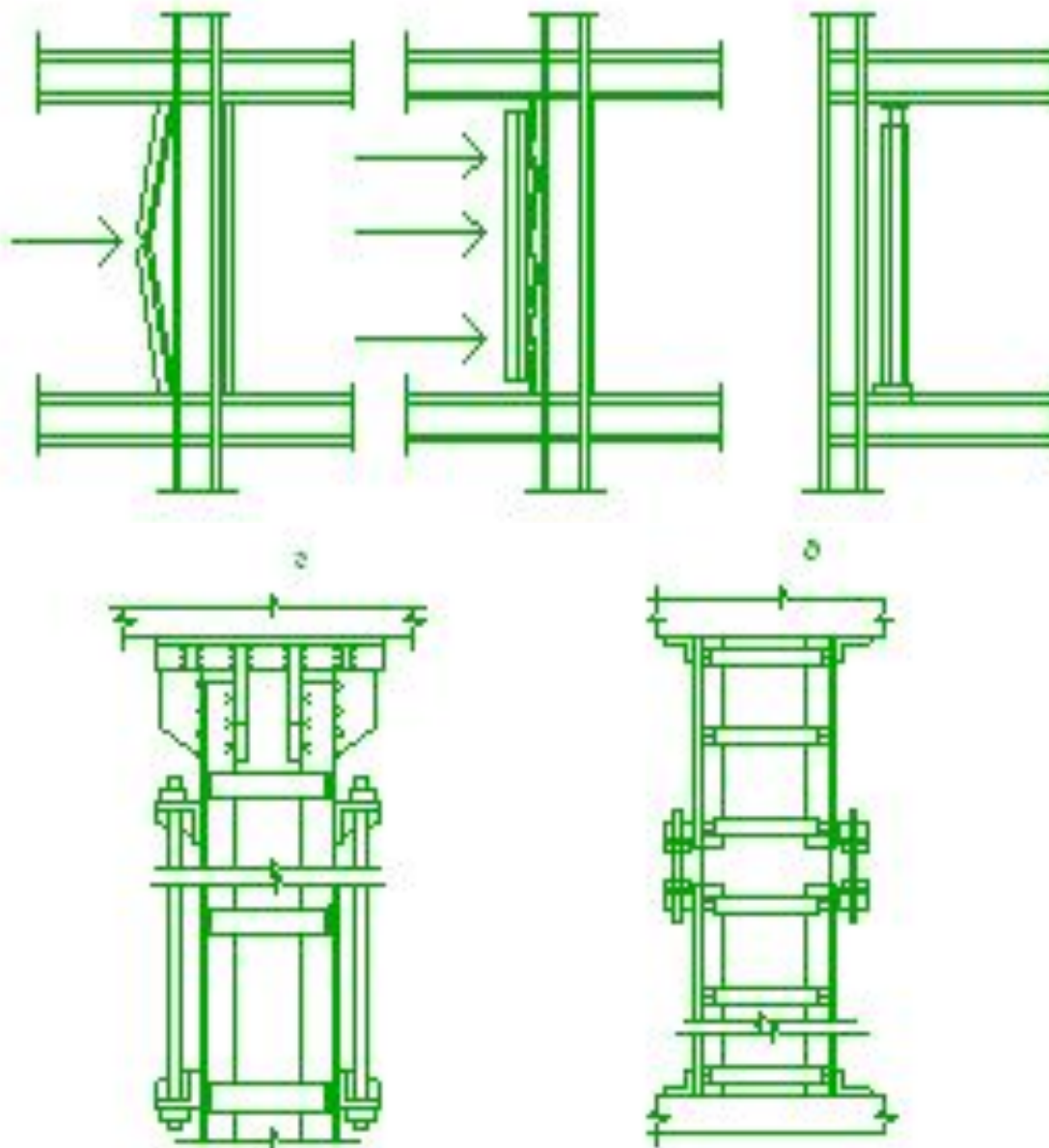


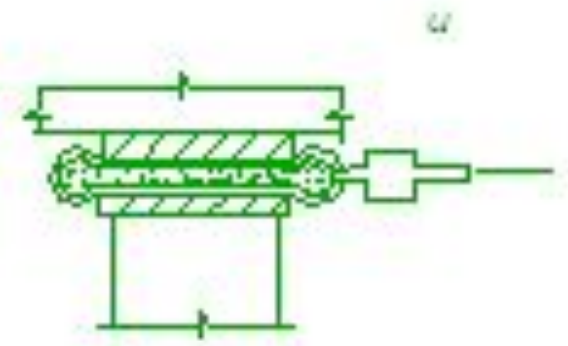
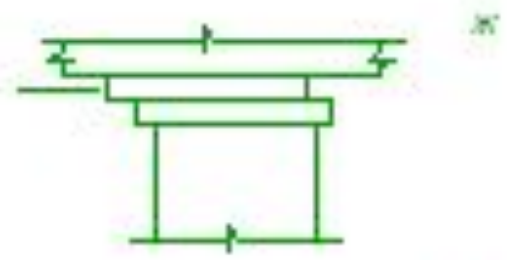
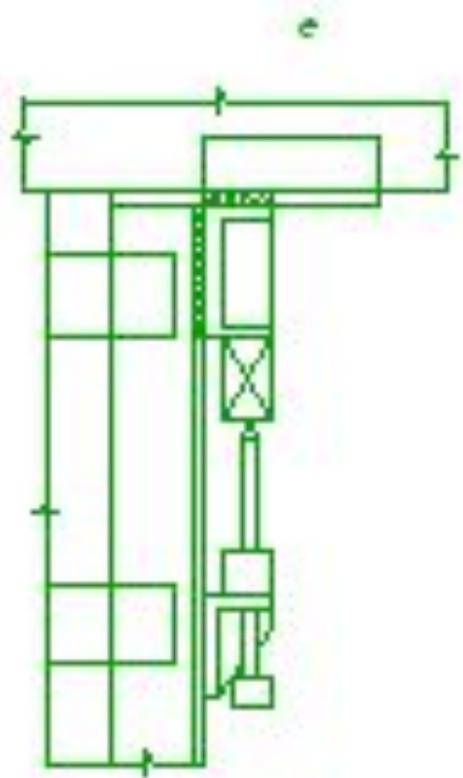
Оценка величины предварительного напряжения затяжки



$$P = F \cdot L / 4f$$

Методы регулирования напряжений в сжатых элементах





К выбору варианта усиления

Предпочтение должно быть отдано варианту усиления, обеспечивающему:

- **экономное** расходование материалов, топлива, энергии, низкую стоимость;
- реализацию **без остановки производства** или с минимальными остановками для производственных зданий и без прекращения эксплуатации для жилых и гражданских зданий;
- **минимум демонтажных работ**;
- **минимальные сроки** выполнения;
- **минимальное вмешательство в объемно-планировочное решение** внутренних помещений здания;
- широкое **применение местных и недефицитных материалов** конструкций, несложную технологию выполнения;
- относительно легкий доступ для выполнения работ, **минимум подготовительных операций**;
- более **четкую и простую расчетную схему**, позволяющую достоверно оценить несущую способность усиленной конструкции.

Требования к выбранному методу усиления

- **быть органичным**, т.е. не должен вести к снижению несущей способности смежных участков здания, по возможности укреплять несущую систему здания или сооружения в целом;
- **быть приспособленным**, т.е. не нагромождать помещение дополнительными элементами, затрудняющими протекание технологических процессов, и ухудшать внешний вид помещений;
- **учитывать конкретные условия производства работ** (стесненность монтажной площадки, схему освещения и вентиляции, технологические ограничения, наличие повышенной пожаро- и взрывоопасности и т. п.);
- **учитывать перспективы развития производства**, возможность проведения реконструкций, модернизаций;
- допускать **максимальное использование старых конструкций**;
- обеспечивать **одинаковую долговечность** усиливающего и усиливаемого элементов, и по возможности различных элементов здания (перекрытий, стен, фундаментов и пр.);
- обеспечивать **надежное и плавное включение усиливающего элемента в работу** усиливаемой конструкции.