

# 1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕИЗМЕНЯЕМОСТИ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

## ПЛАН ЛЕКЦИИ:

1. Обеспечение пространственной геометрической неизменяемости каркасных зданий
  - 1.1. Способы обеспечения геометрической неизменяемости зданий
  - 1.2. Обеспечение пространственной геометрической неизменяемости покрытий
2. Колонны
  - 2.1. Колонны сплошного сечения
  - 2.2. Узлы защемления клеодошчатых колонн в фундаменте
  - 2.3. Решетчатые колонны
  - 2.4. Расчет решетчатых колонн

## ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ ПОДГОТОВКУ:

Составные стойки из цельных брусьев или толстых досок. Конструкция, расчет.

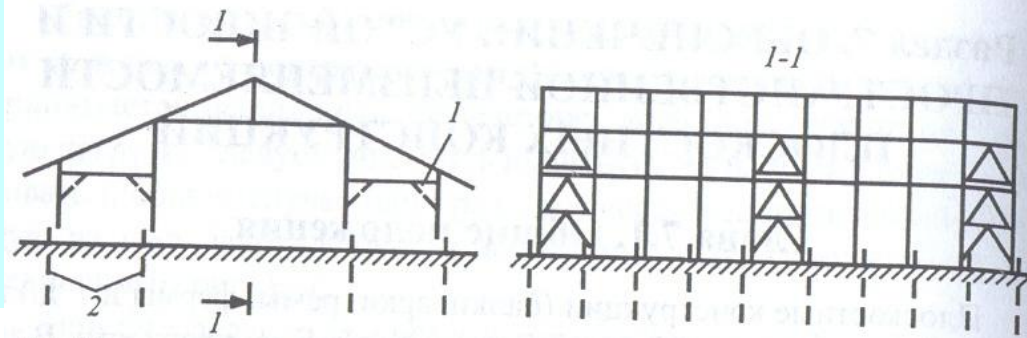
Деревянное каркасное здание – сложная пространственная система, образованная плоскостными конструкциями. Их расположение в каркасе и соединение между собой обеспечивают надежное восприятие внешних усилий любого направления в соответствии с условиями эксплуатации.

Плоскостные конструкции (балки, арки, рамы, фермы и т.п.) предназначены для восприятия нагрузок, действующих в их плоскости.

## 1.1. Способы обеспечения геометрической неизменяемости зданий

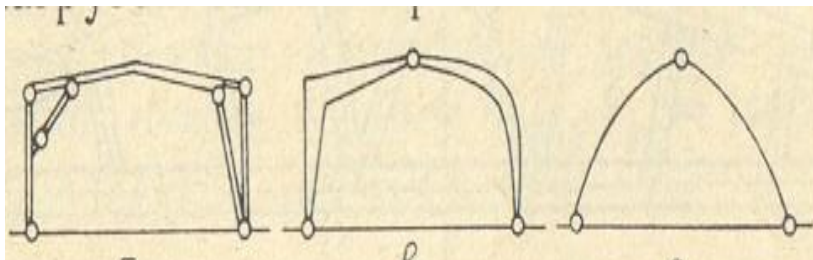
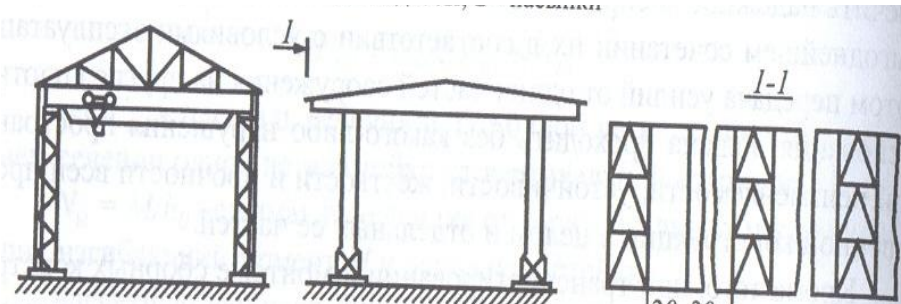
Общую неизменяемость остову деревянного здания можно придать следующими способами:

1. **Защемлением стоек каркаса в грунте.** На верхние концы стоек укладывают балки обвязки, а на них – конструкции покрытия. Пригоден для временных зданий.



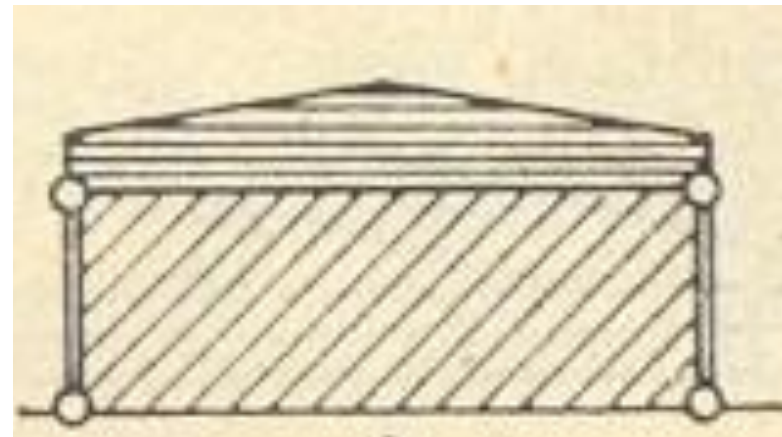
Пример защемления деревянных стоек в грунте с помощью пасынков (металлических или железобетонных)

2. Поперечная неизменяемость здания обеспечивается заземлением колонн в фундаменте. Неизменяемость каркаса здания в продольном направлении обеспечивают постановкой связей в вертикальной плоскости продольных наружных стен и между внутренними стойками (если они есть). Связи предусматривают в крайних шагах колонн и через **24...30 м** вдоль здания.



3. Поперечную неизменяемость здания обеспечивают простейшими комбинированными и подкосными системами, рамными системами или арочными конструкциями, передающими распор непосредственно на фундаменты. Продольную неизменяемость обеспечивают как и в предыдущем случае применением связей.

4. Неизменяемость каркасного здания при шарнирном опирании стоек на фундаменты и шарнирном примыкании их к элементам покрытия можно обеспечить в коротких зданиях с жесткими торцовыми стенами при устройстве кровельного ограждения в виде двойного перекрестного настила.

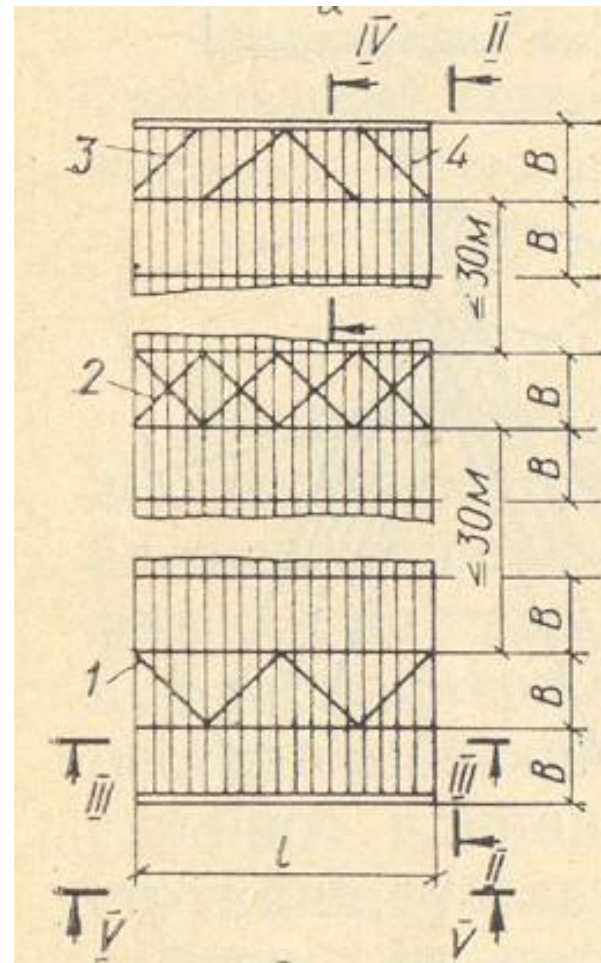


## 1.2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕИЗМЕНЯЕМОСТИ ПОКРЫТИЙ

Ветровое давление, передающееся на деревянную торцовую стену распределяется между фундаментом и покрытием с помощью работающих на изгиб вертикальных стоек каркаса фахверка. Конструкция покрытия далее должна передавать ветровое давление через верхнюю обвязку колоннам продольных стен. Последние для передачи этого усилия на фундаменты должны быть снабжены вертикальными связями.

В покрытиях предусматривают горизонтальные (скатные) связи, устраиваемые в виде ферм, образованных несущими конструкциями покрытий и системой раскосов и распорок.

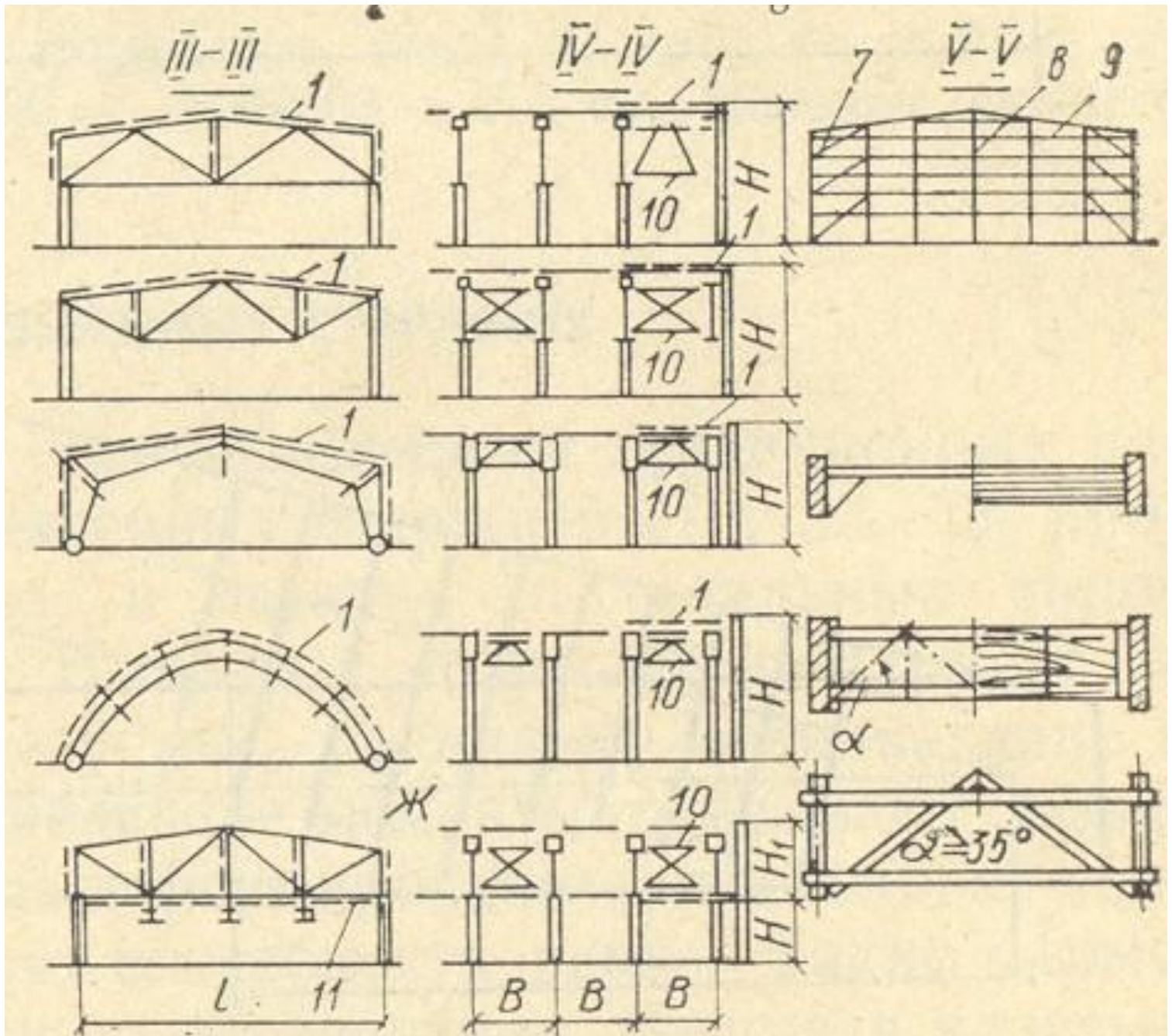
Поперечные связевые фермы (**скатные связи**) в покрытиях устанавливают в плоскости верхних поясов ферм или верхних кромок балок, арок и рам, между соседними несущими конструкциями, располагаемыми непосредственно у торцовых стен и с шагом **24...30 м**.



Кроме этого в покрытиях выполняют вертикальные связи которые ставят:

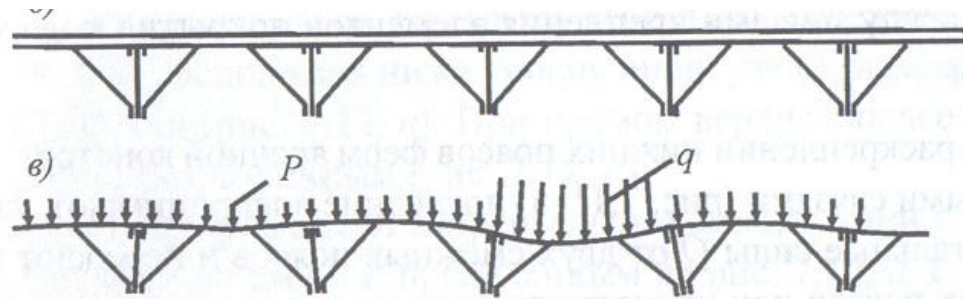
- **в случае несущих балок** – в середине пролета и с шагом *не более 6 м* вдоль балки; вертикальными связями блокируют балки попарно;
- **в случае ферм** – в плоскости сжатых раскосов, стоек; вертикальными связями блокируют фермы попарно;
- **в случае арок** – в сечениях, где эпюра изгибающих моментов меняет знак; вертикальными связями блокируют арки попарно; в арочных конструкциях помимо верхних (сжатых) поясов следует раскреплять и нижние сжатые пояса арок;
- **в случае трехшарнирных рам**; вертикальные связи располагают по биссектрисе карнизных узлов, блокируя рамы попарно. В некоторых рамных конструкциях – следует раскреплять внутренний контур, который может быть сжат на всей своей длине или на ее части, особенно при несимметричном приложении нагрузок.





Учитывая податливость соединений, при проверке устойчивости нижнего сжатого пояса конструкций покрытия за его расчетную длину следует принимать расстояние между связями, **увеличенное на 25%**.

Устройство вертикальных связей в виде подкосов не целесообразно. Так как при снеговой нагрузке различной интенсивности они будут способствовать выпучиванию закрепляемого ими пояса фермы.



### 1.3. Расчет связей

Связевые системы покрытий рассчитывают на усилия, возникающие от действия горизонтальных нагрузок, направленных вдоль здания (ветровые, тормозные, крановые), и условных усилий, возникающих от вертикальных нагрузок в результате отклонений от проектного положения при монтаже или гибели конструкций в плоскости, перпендикулярной конструкции.



Значения горизонтальных нагрузок определяют по действующим нормам или технологическим заданиям и распределяют поровну между всеми связевыми поперечными фермами или устойчивыми торцовыми стенами. В общем случае, значения горизонтальных нагрузок  $q_{св}$ , возникающих от вертикальных, действующих на несущие конструкции определяют

$$q_{св} = k_{св.в} q_v$$

Где  $q_v$  - расчетная вертикальная равномерно распределенная нагрузка на 1 м горизонтальной проекции несущей конструкции покрытия.

Связи рассчитывают на усилия, направленные перпендикулярно плоскости раскрепляемых конструкций  $q_{св}$ . В случае раскрепления верхних сжатых поясов ферм связями, расположенными в плоскости покрытия. расстояние между узлами закрепления  $b$  устанавливают в соответствии с условиями гибкости пояса из плоскости фермы. При этом каждый узел закрепления рассчитывают на силу  $Q = bq_{св}$ . Значение  $q_{св}$  определяют по формулам:

а) в покрытиях по фермам, однопролетным балкам и пологим аркам ( $f/l \leq 1/6$ )

$$q_{св} = 0,03q(n+1)/(2t);$$

б) в покрытиях по трехшарнирным рамам и высоким аркам ( $f/l > 1/6$ )

$$q_{св} = 0,0015q(n+1)/(2t);$$

в) в покрытиях по консольным балкам и рамам при положительном изгибающем моменте в пролете

$$q_{св} = 0,01q(n+1)/(2t);$$

при отрицательном изгибающем моменте в пролете

$$q_{св} = 0,005q(n+1)/(2t).$$

Узловую нагрузку на связевую поперечную ферму или точку крепления элементов покрытия к несущим конструкциям определяют по формуле

$$P_{св} = qS_{св}$$

где  $q$  – расчетная равномерно распределенная вертикальная нагрузка на 1 м горизонтальной проекции несущей конструкции покрытия, Н/м; (иные виды нагрузки должны быть приведены к эквивалентной равномерно распределенной);

$n$  – общее количество несущих конструкций на всю длину здания в рассматриваемом пролете;

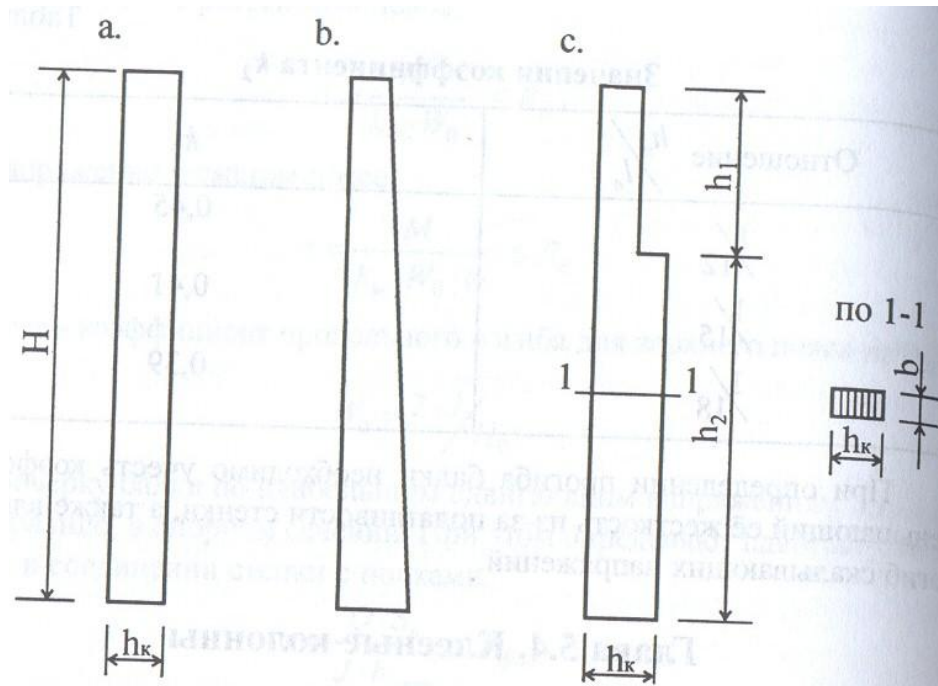
$t$  – общее количество связевых ферм на общую длину здания в рассматриваемом пролете;

$S_{св}$  – горизонтальная проекция длины панели связевой фермы или расстояния между точками крепления элементов покрытия к несущим конструкциям, м.

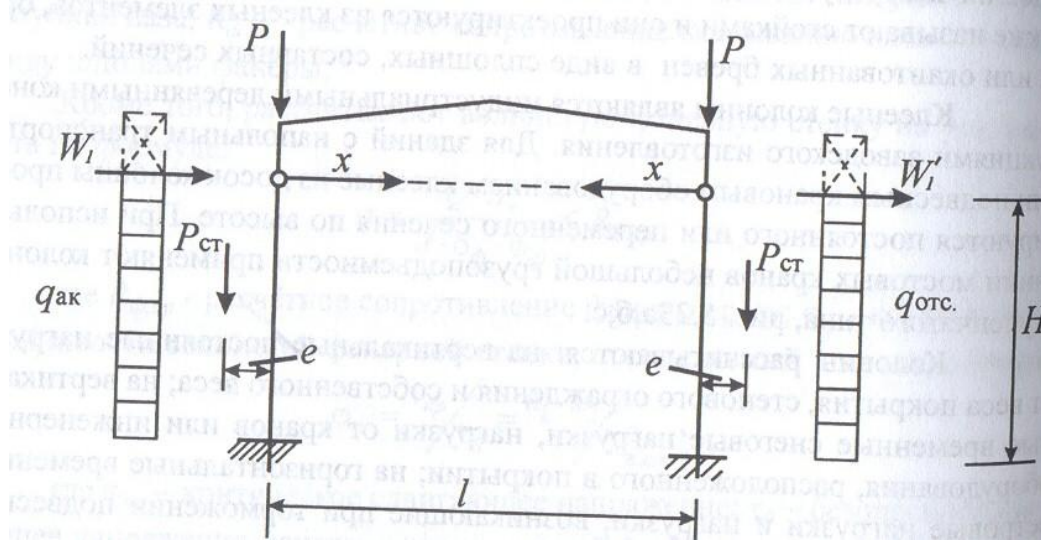
## 2. КОЛОННЫ

**Колонной** называется вертикальный элемент каркаса здания, передающий нагрузку от вышележащей конструкции на фундамент. Колонны проектируют из клееных элементов, брусьев или окантованных бревен. Колонны могут быть постоянного или переменного сечения. При использовании мостовых кранов используют колонны ступенчатого типа.

## 2.1. Колонны сплошного сечения



Колонны рассчитывают: на вертикальные постоянные нагрузки от веса покрытия, стенового ограждения и собственного веса; на вертикальные временные снеговые нагрузки, нагрузки от кранов или инженерного оборудования, расположенного в покрытии; на горизонтальные временные ветровые нагрузки и нагрузки, возникающие при торможении подвесных или мостовых кранов. Усилия в колоннах устанавливают расчетом поперечных рам. В заделке колонн определяют изгибающие моменты, продольные и поперечные усилия.

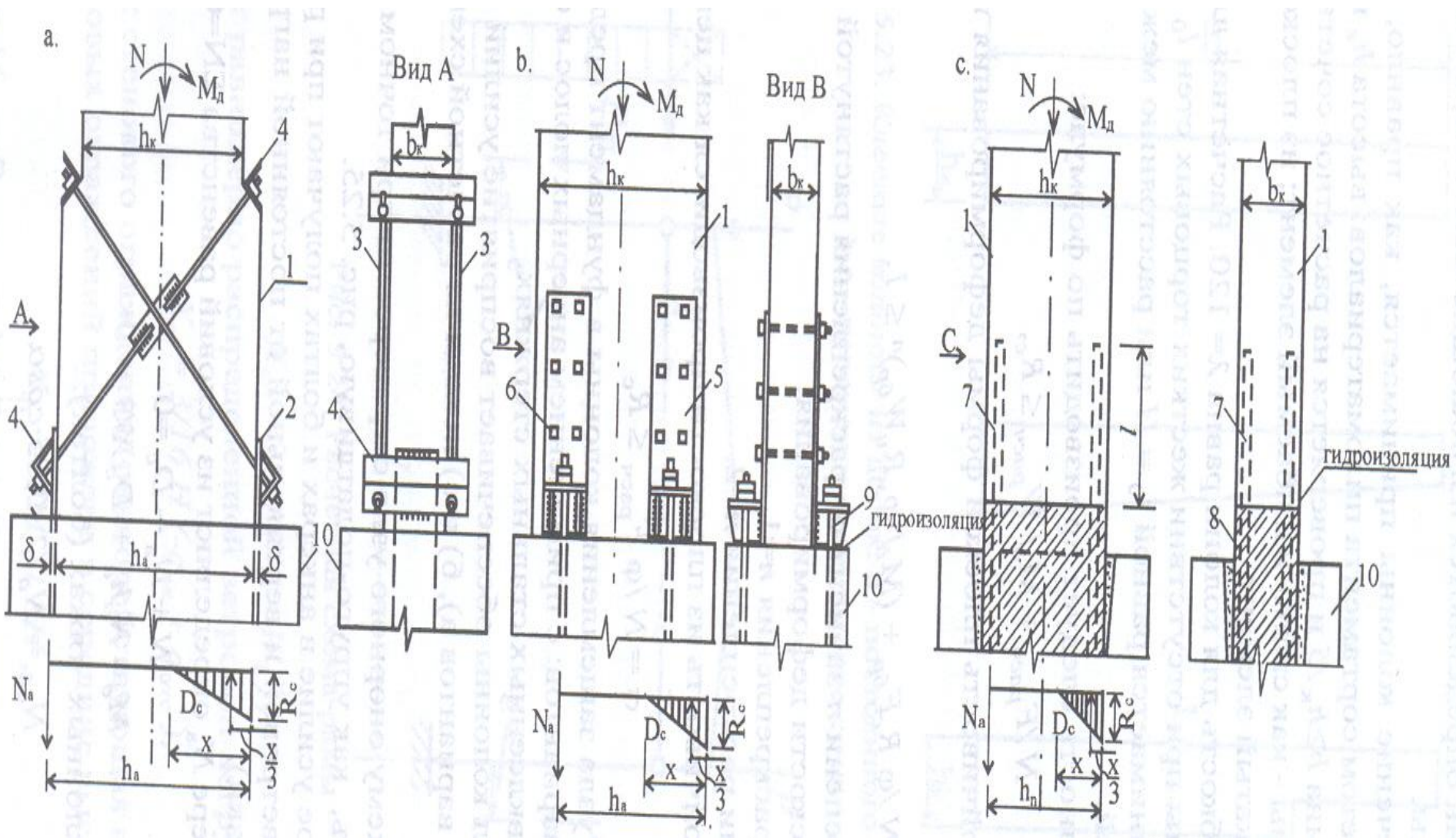


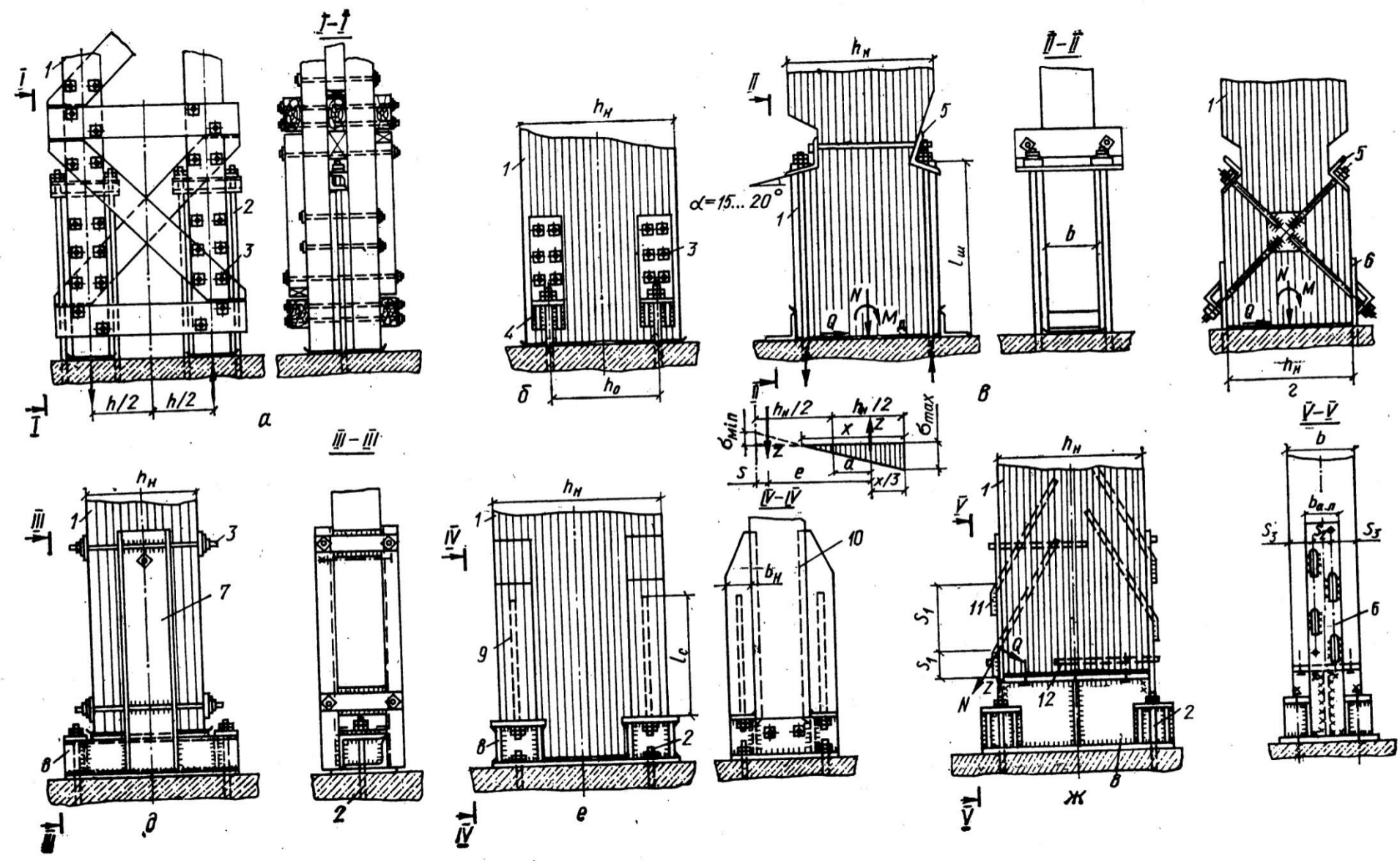
Поперечное сечение колонн принимают: высоту  $h_k = (1/8...1/15)H$ ; ширину  $b \geq h_k / 5$ . Колонна в плоскости поперечника здания работает на сжатие с изгибом, а в продольной плоскости - на центральное сжатие.

Предельная гибкость для колонн равна  $\lambda_{пред} = 120$ . Расчетная длина колонны в плоскости рамы при отсутствии жестких торцовых стен  $l_0 = \mu_0 l = 2,2H$ , а из плоскости рамы  $l_0 = H$  или расстоянию между узлами вертикальных связей.



## 2.2. Узлы защемления кледощатых колонн в фундаменте









Защемление колонны в фундаменте с помощью пасынков-швеллеров



Защемление колонны в фундаменте с помощью сварных столиков



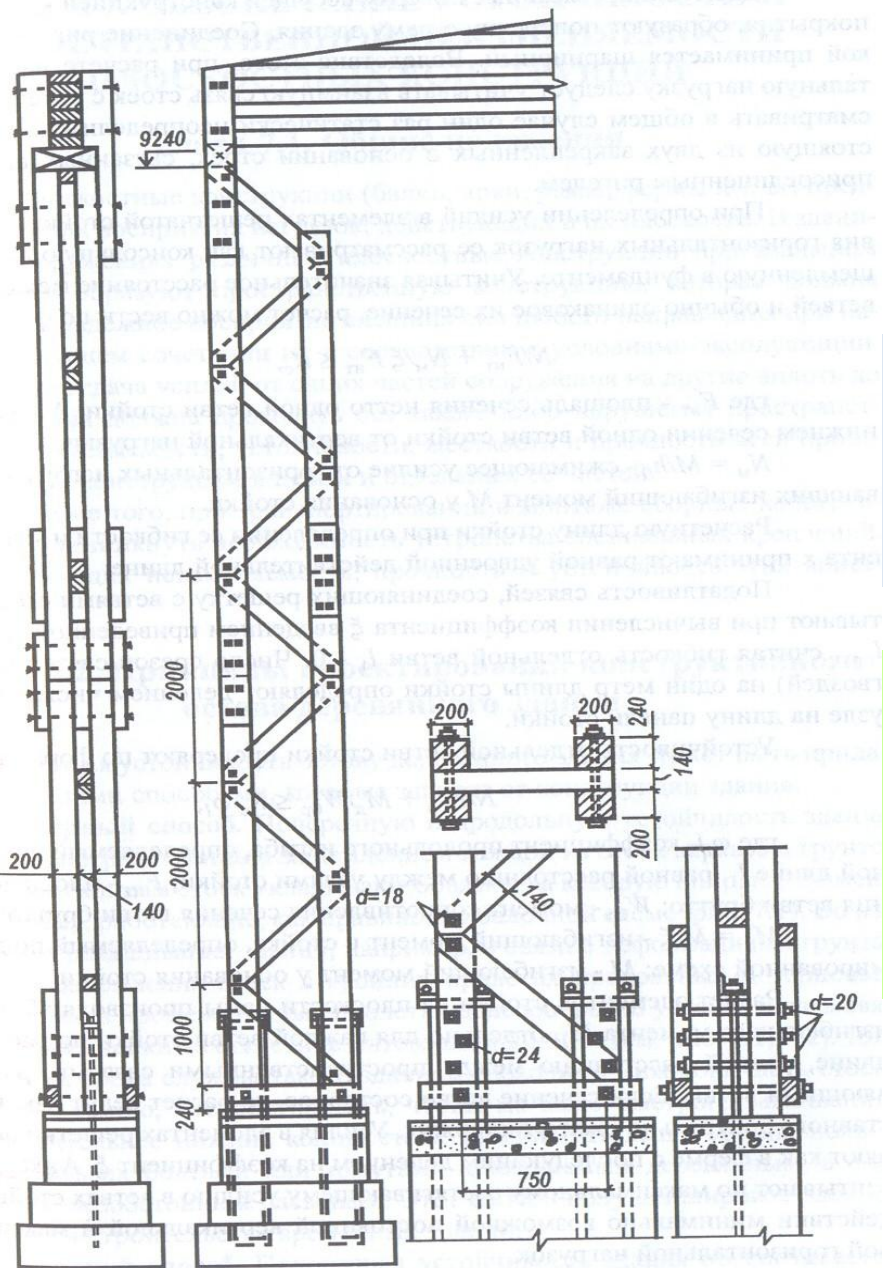
Защемление колонны в фундаменте с помощью вклеенных стержней

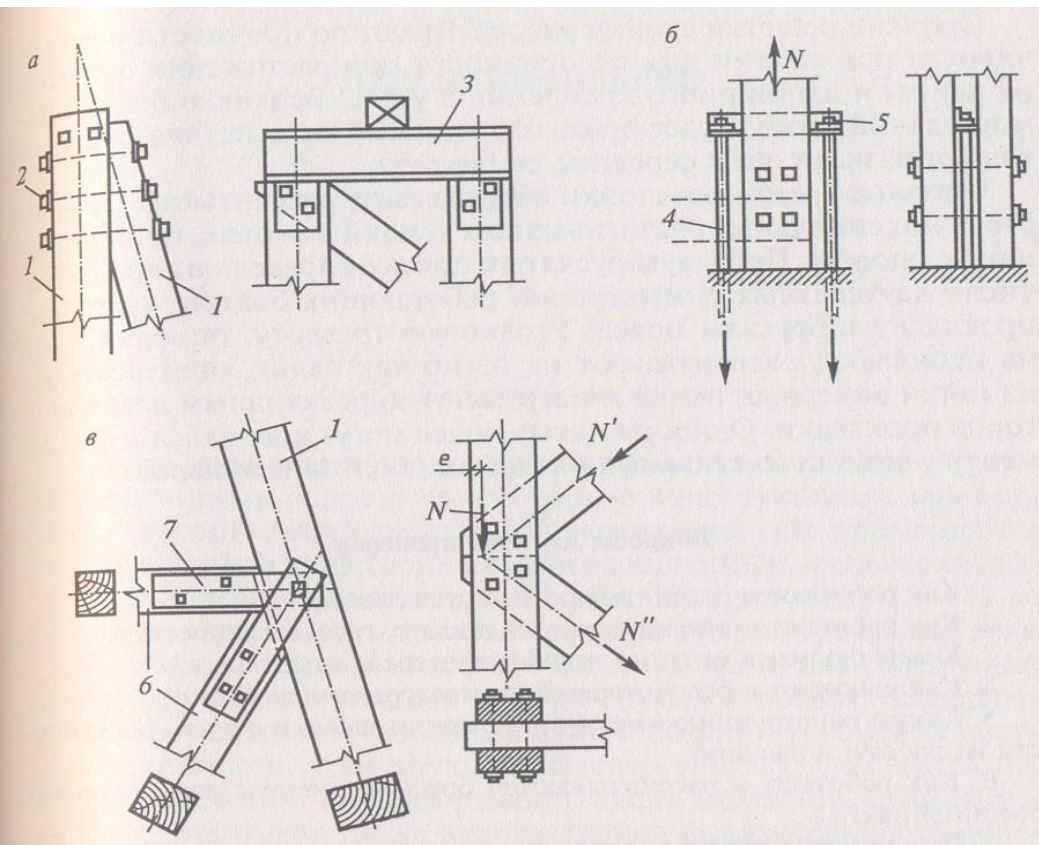
## 2.3. Решетчатые колонны

Решетчатые стойки применяют в качестве опор несущих конструкций покрытия и стен деревянных производственных зданий в районах, где нет производства клеudoчатых стоек.

Высота стоек может быть более 10 м. Они состоят из брусьев, соединенных в узлах болтами. Форма решетчатых стоек может быть прямоугольной или треугольной.

Высота сечения **прямоугольных стоек** должна быть не менее ***1/6 их длины***.  
Высота максимального опорного сечения **треугольных стоек** должна быть не менее ***1/4 их длины***





Двухбрусчатые пояса с короткими прокладками имеют большую жесткость в направлении из плоскостей стойки, а также зазоры, что упрощает крепление к ним решетки из брусьев или толстых досок. Однобрусчатые пояса менее трудоемки в изготовлении, но для крепления к ним стержней решетки требуются стальные накладки. Решетка этих стоек имеет обычно раскосно-стоечную схему.

Узловые соединения стержней решетки с двухбрусчатыми поясами выполняются обычно путем введения их концов в зазоры между брусками поясов и соединения их болтами. Условия расстановки болтов требуют некоторого смещения осей стержней с центра узлов. При этом возникает **незначительный эксцентриситет** усилий, действующих в стержнях решетки, и **небольшой изгибающий момент** в стойках, которым можно при расчете **пренебречь**.



Верхний конец прямоугольной стойки выполняется обычно с помощью горизонтальной балки из стальных профилей, которая стальными фасовками и бошами крепится к поясам стойки, на середину длины этой балки опирается несущая конструкция покрытия.

Верхний узел треугольной стойки крепится болтовым соединением концов вертикального и наклонного поясов стойки. При этом опорный узел основной несущей конструкции опирается непосредственно на торец вертикального пояса.

Опорные узлы этих стоек могут также решаться с помощью стальных накладок, анкеруемых в бетоне фундамента.

## 2.4. Расчет решетчатых колонн

Расчет решетчатых стоек основывается на том, что они несут как вертикальные  $N$ , так и горизонтальные  $W$  нагрузки и являются вертикально стоящими консольными фермами, шарнирно прикрепленными к фундаменту.

Стойки меньшей высоты, чем рекомендуемая, должны рассчитываться как сжато-изгибаемые элементы, жестко прикрепленные к фундаментам и имеющие свободный или шарнирно закрепленный конец.

На эти стойки действует вертикальная сосредоточенная нагрузка от собственного веса вышележащих конструкций и веса снега  $S$  и горизонтальные нагрузки от давления  $W+$  и отсоса  $W-$  ветра, аналогичные нагрузкам на клеедеревянные стойки переменного сечения, которые условно сосредоточиваются в узлах.

Пояс стойки работает и рассчитывается по прочности и устойчивости при сжатии в двух плоскостях. В плоскости стойки его расчетную длину принимают равной расстоянию между узлами, а из плоскости стойки - расстоянию между его горизонтальными связями. При этом учитывают податливость связей двухбрусчатого пояса, как при расчете двухбрусчатой составной стойки.