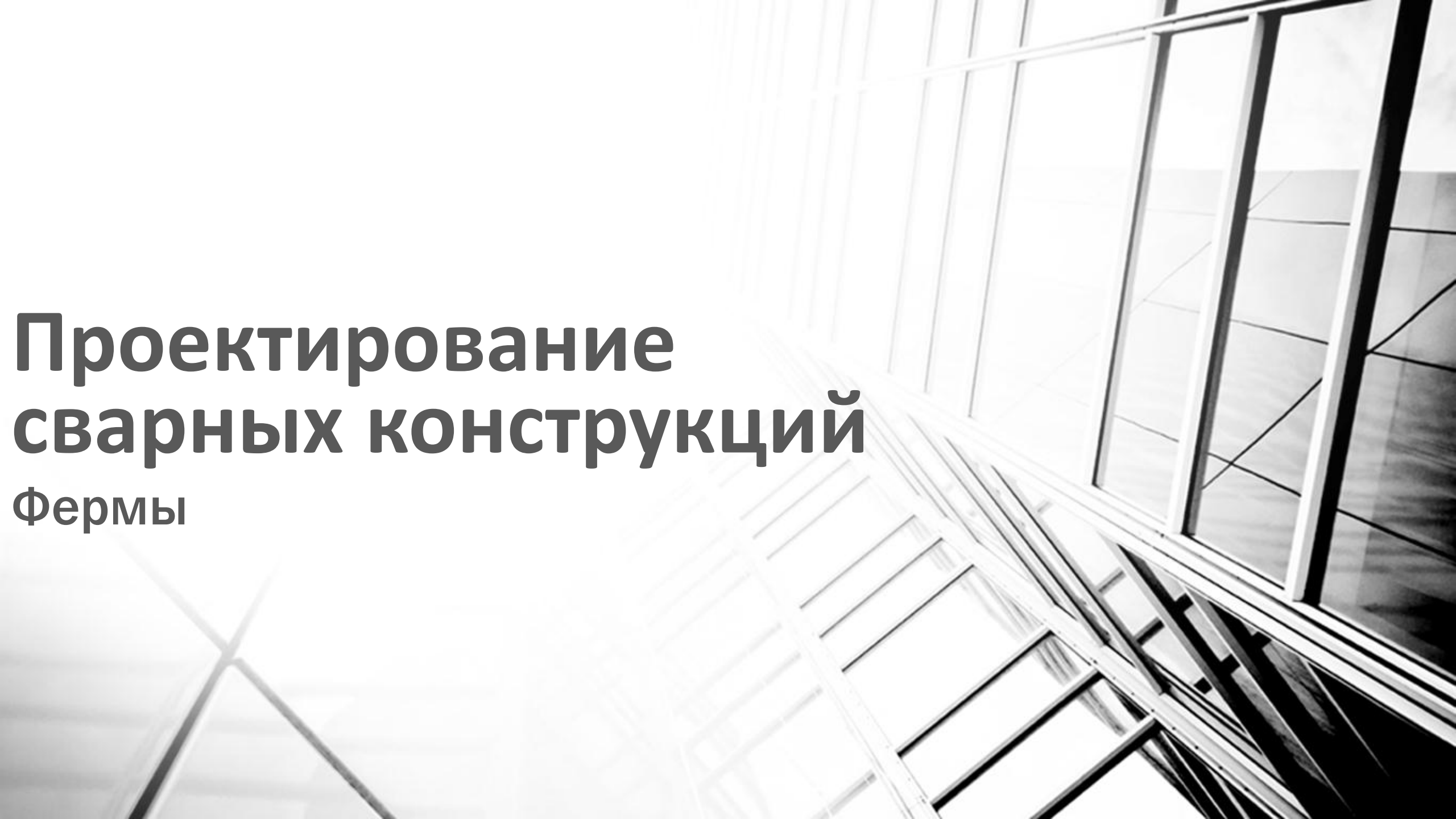


Проектирование сварных конструкций

Фермы



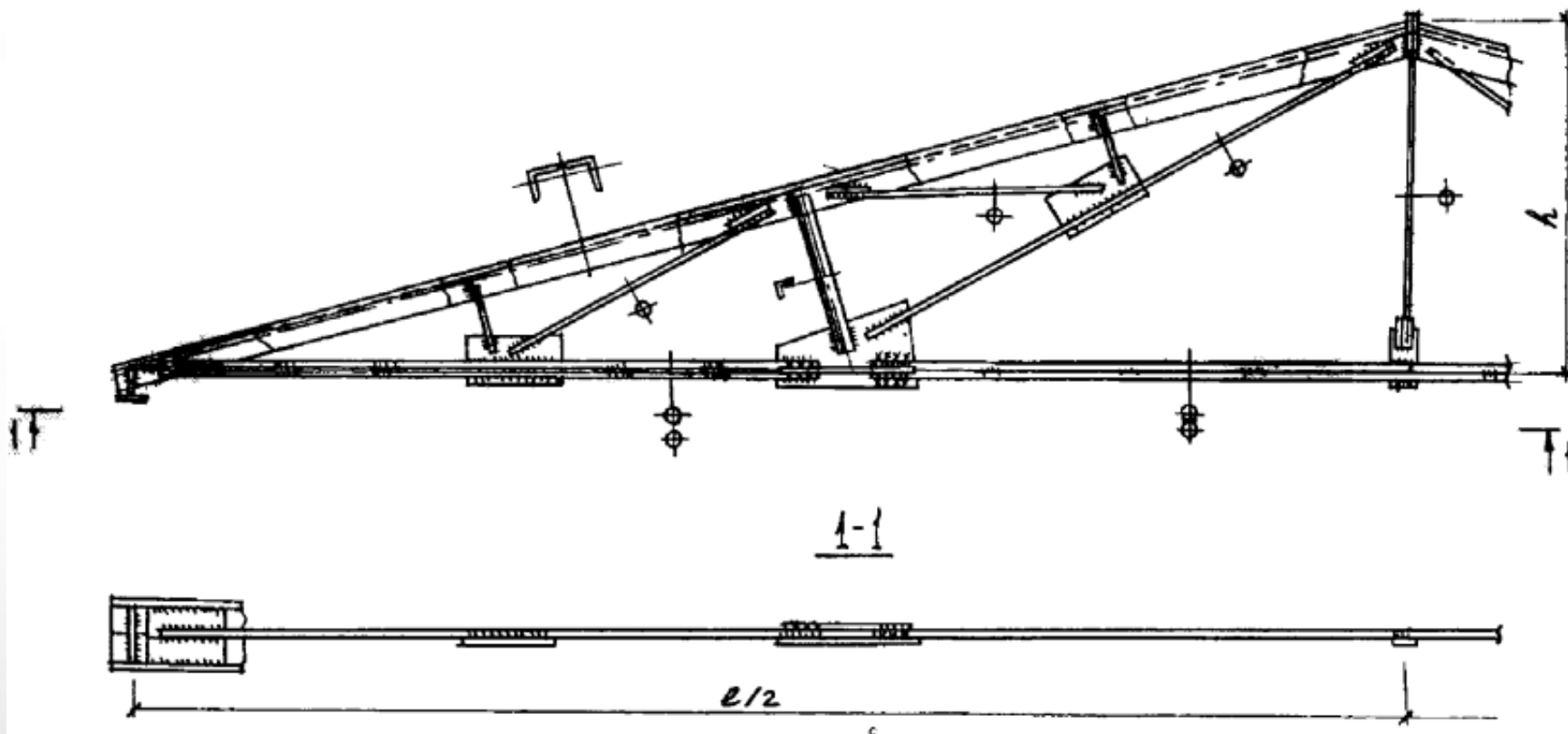
Общие сведения

Фермой называют решетчатую конструкцию, состоящую из отдельных прямолинейных стержней, соединенных между собой в узлах. Работает ферма на изгиб от внешней вертикальной нагрузки, как правило, приложенной в узлах. Благодаря этому в элементах фермы возникают осевые растягивающие и сжимающие усилия, что обеспечивает возможность наиболее полного использования несущей способности материала, чем в изгибаемых элементах (балках). Целесообразность применения ферм возрастает с увеличением пролета и уменьшением расчетной нагрузки на нее.



Общие сведения

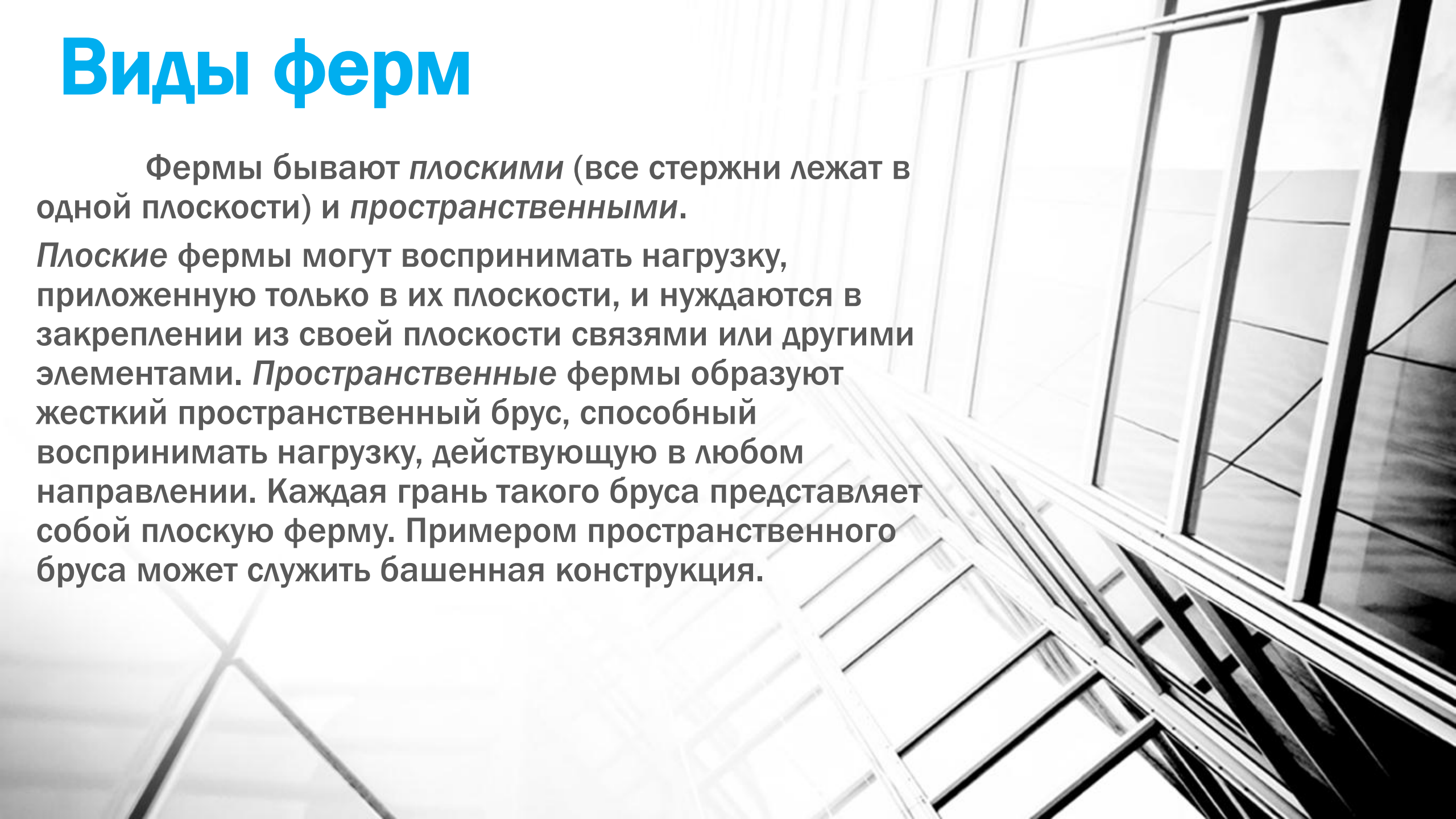
Расстояние между узлами пояса называют *панелью*, расстояние между опорами – *пролетом*, расстояние между осями поясов – *высотой фермы*.



Виды ферм

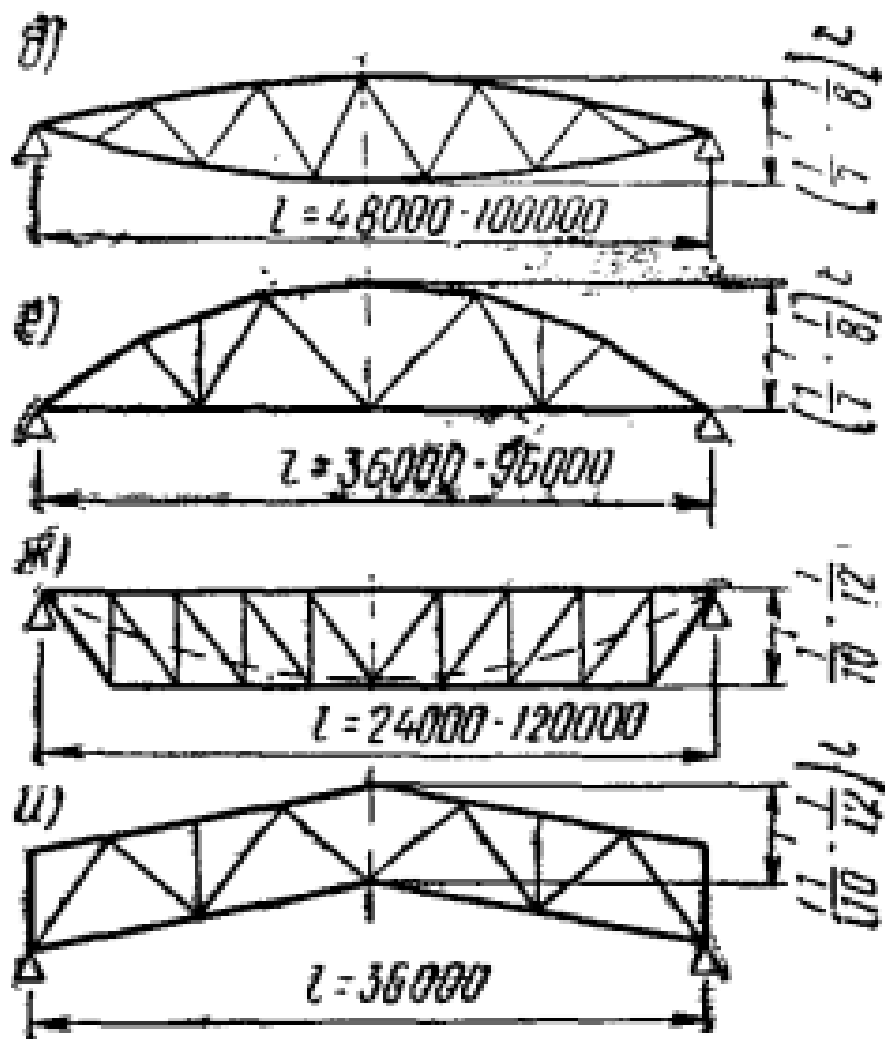
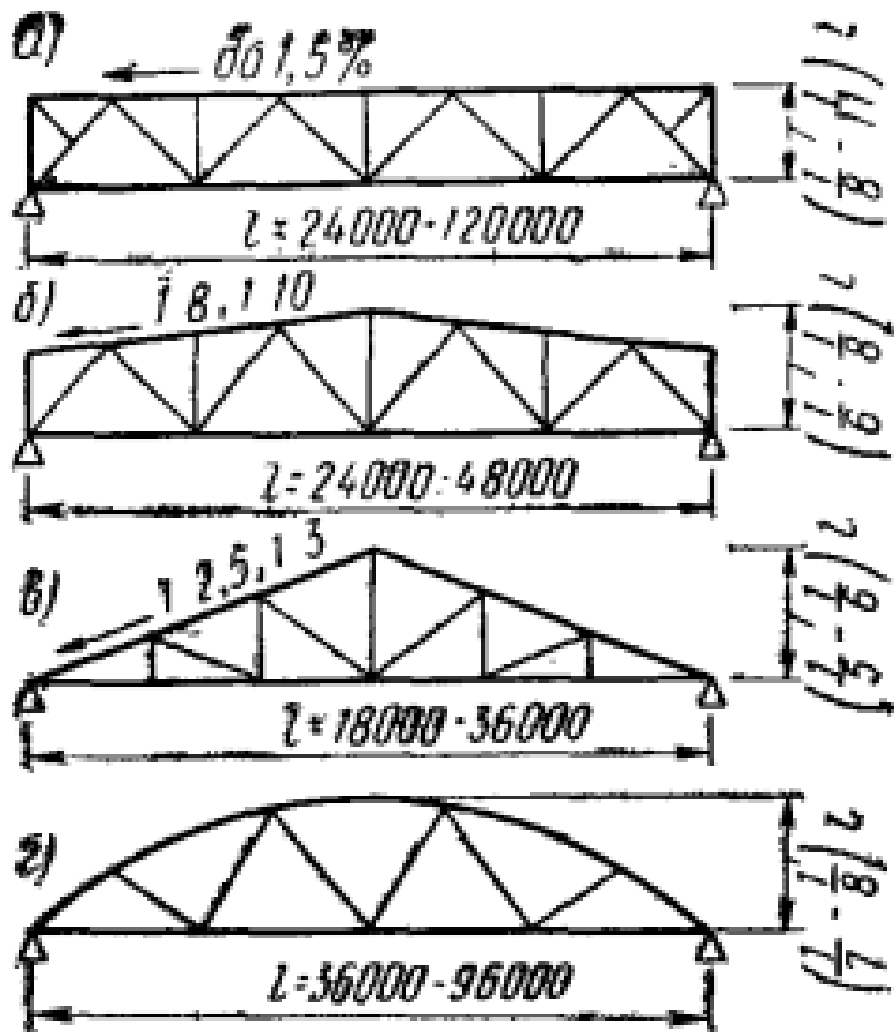
Фермы бывают *плоскими* (все стержни лежат в одной плоскости) и *пространственными*.

Плоские фермы могут воспринимать нагрузку, приложенную только в их плоскости, и нуждаются в закреплении из своей плоскости связями или другими элементами. *Пространственные* фермы образуют жесткий пространственный брус, способный воспринимать нагрузку, действующую в любом направлении. Каждая грань такого бруса представляет собой плоскую ферму. Примером пространственного бруса может служить башенная конструкция.



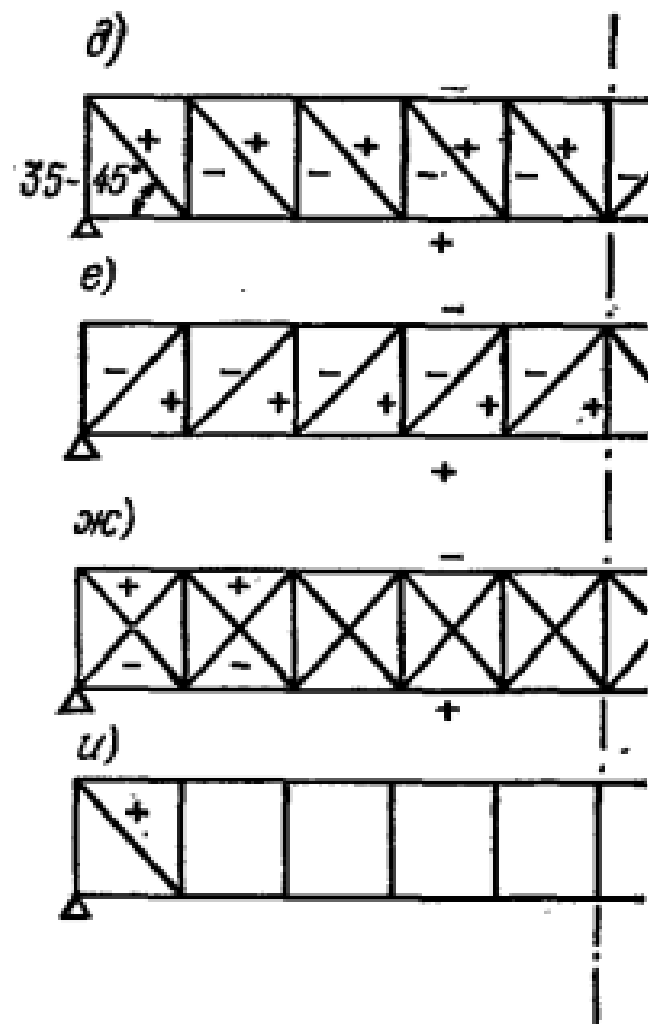
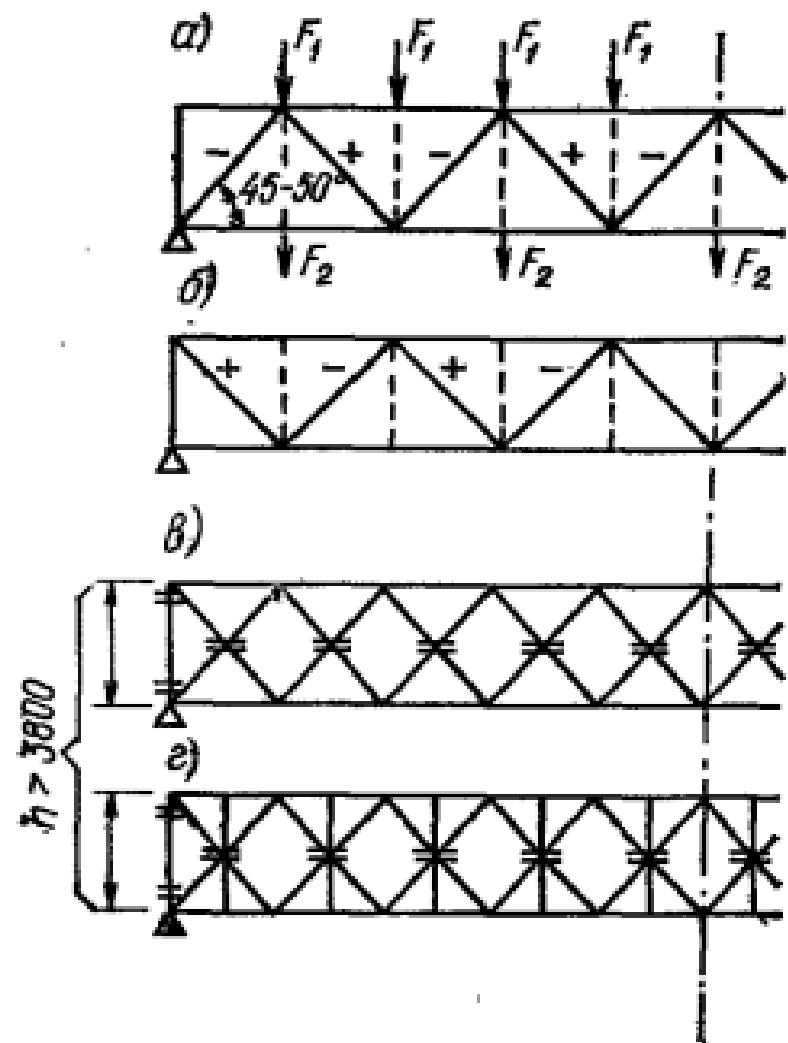
Фермы

Очертания поясов ферм



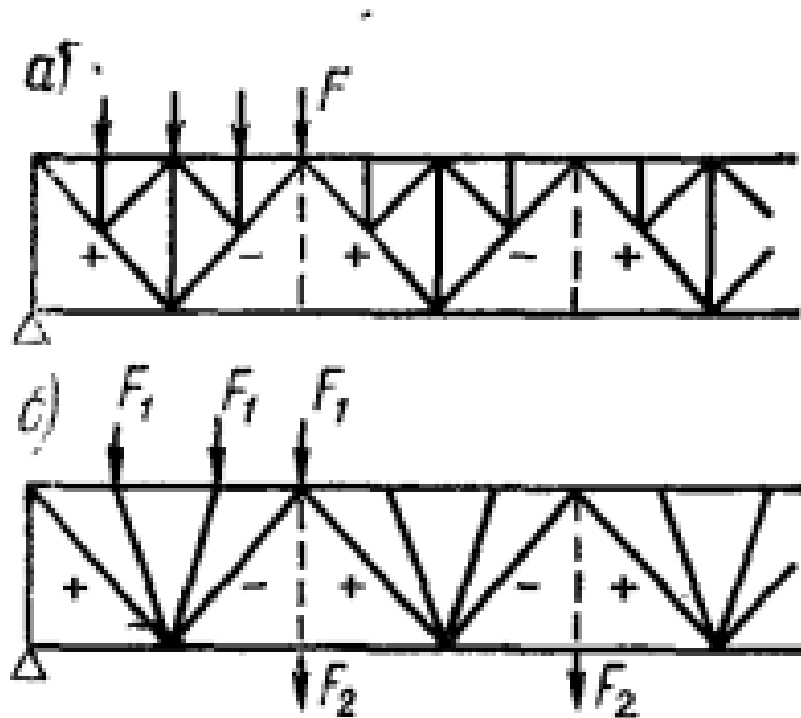
Фермы

Виды решеток



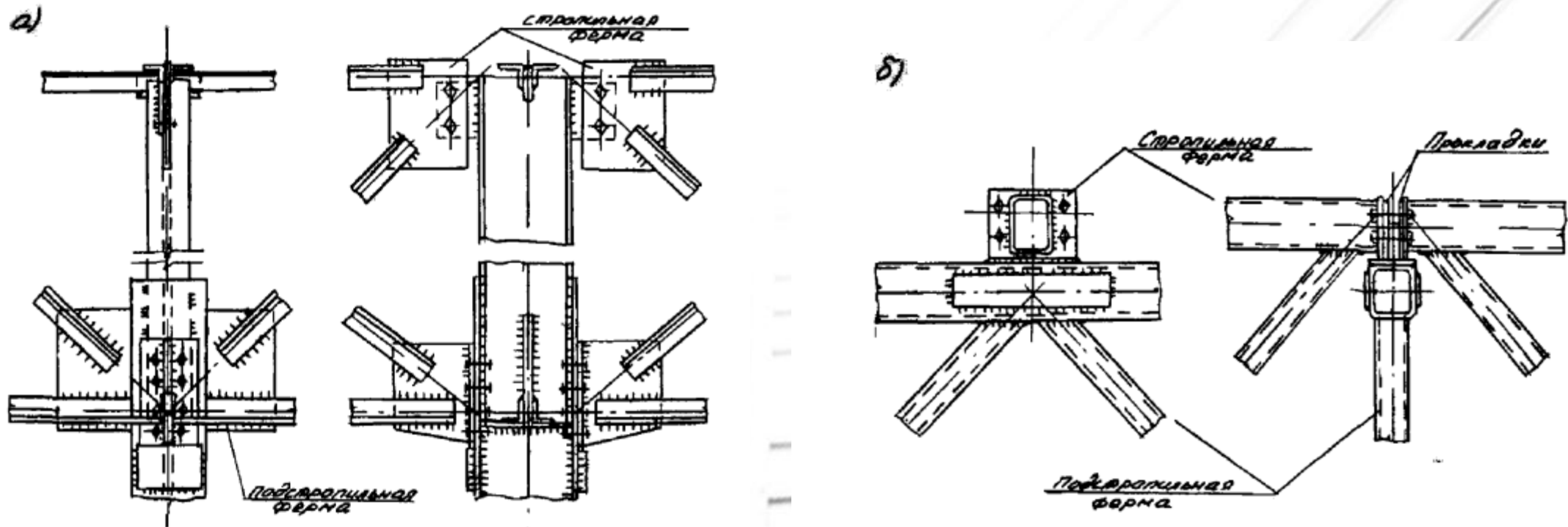
Шпренгельная решетка

Шпренгельную решетку применяют при внеузловом приложении сосредоточенных нагрузок к верхнему поясу, а также при необходимости уменьшения расчетной длины пояса. Она более трудоемка, но в результате исключения работы пояса на изгиб и уменьшения его расчетной длины может обеспечить снижение расхода стали



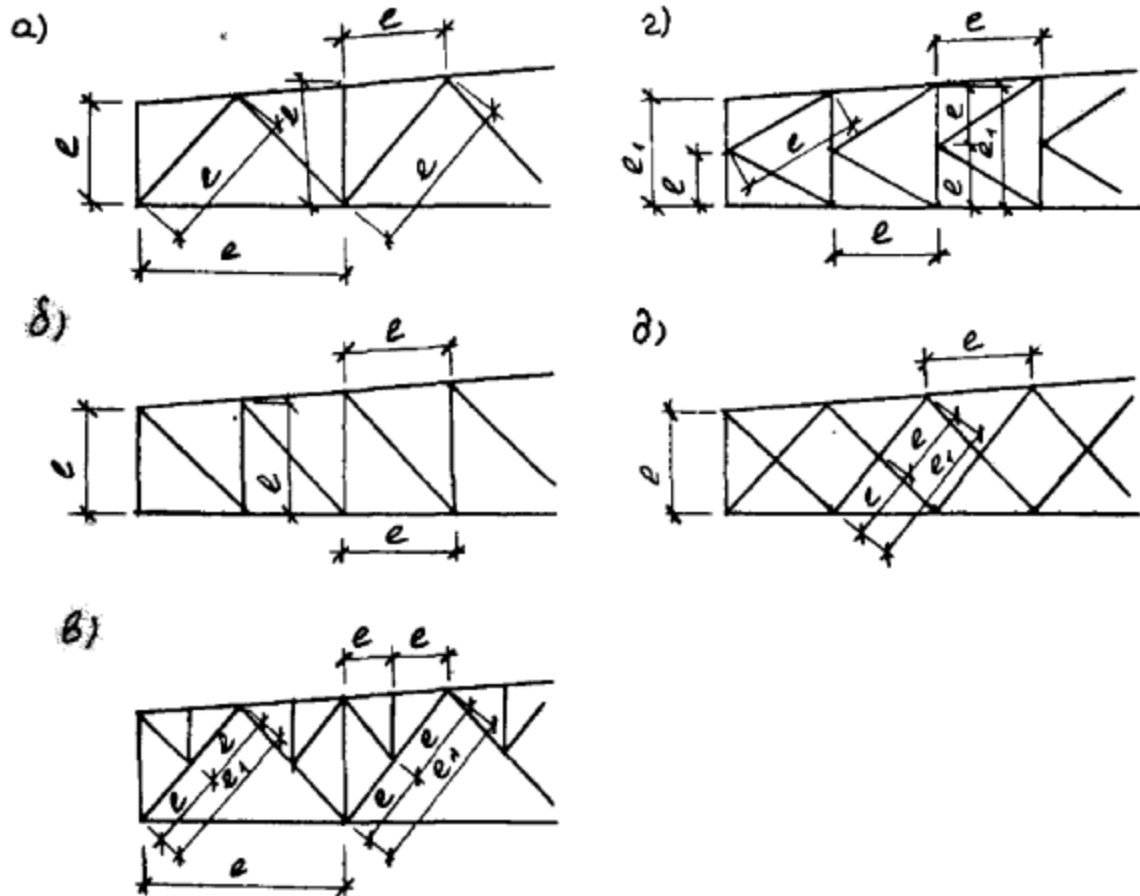
Соединения элементов

Соединения элементов в узлах осуществляют путем непосредственного примыкания одних элементов к другим или с помощью узловых фасонок.



Расчетные длины элементов

Стержни фермы воспринимают продольные усилия сжатия или растяжения. Несущая способность сжатого стержня зависит от его расчетной длины и определяется потерей устойчивости.



Расчетные длины элементов

Расчетные длины стержней плоских ферм

Наименование сечения элемента и направление продольного изгиба	Расчетные длины l_{ef}		
	поясов	опорных раскосов и опорных стоек	прочих элементов решетки
1	2	3	4
1. Фермы из парных уголков, тавров, двутавров			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,8l$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	l_1
2. Фермы из одиночных уголков и фермы с прикреплением элементов решетки к поясам впритык			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,9l$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	$0,9l_1$
3. Фермы из гнуто-сварных прямоугольных труб			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,9l_2$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	$0,9l_2$

1	2	3	4
4. Фермы из круглых труб с прикреплением элементов решетки к поясам впритык			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,85l$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	$0,85l_1$
– со сплющиванием одного или двух концов в разных плоскостях			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,9l_2$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	$0,9l_2$
– со сплющиванием двух концов в одной плоскости			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,95l$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	$0,95l_1$
5. Фермы из уголков, сваренных в виде трубы	l	l	$0,9l_2$ при $\beta \geq 0,7$
	l_1	l_1	$0,95l_2$ при $\beta \geq 0,7$

Расчетные длины швов

$$l_{ш}^{об} = \frac{\alpha N}{nkR\gamma} + a \quad l_{ш}^n = \frac{(1-\alpha)N}{nkR\gamma} + a$$

α - коэффициент, зависящий от вида уголка. (0,7 - для равнополочных уголков; 0,75 - для неравнополочных уголков, закрепленных меньшей стороной; 0,65 - для неравнополочных уголков, закрепленных большей стороной;

n - количество уголков ;

k - катет шва, принимается в пределах 4-12 мм.

γ - коэффициент условий работы;

R - расчетное сопротивление металла шва;

a - дается на непровар (1...2 см)

Особенности конструирования

Минимальный профиль уголков для ферм из равнополочных уголков 50*5, из неравнополочных 63*40*5. Длина уголков принимается кратной 10мм, резка осуществляется под прямым углом.

В целях снижения величины сварочных напряжений расстояние между сварными швами решетки и поясов фермы принимается равным

$$a = 6t - 20\text{мм},$$

но не более 80мм.

Расстояние между сварными швами решетки не менее 50мм.

Особенности конструирования

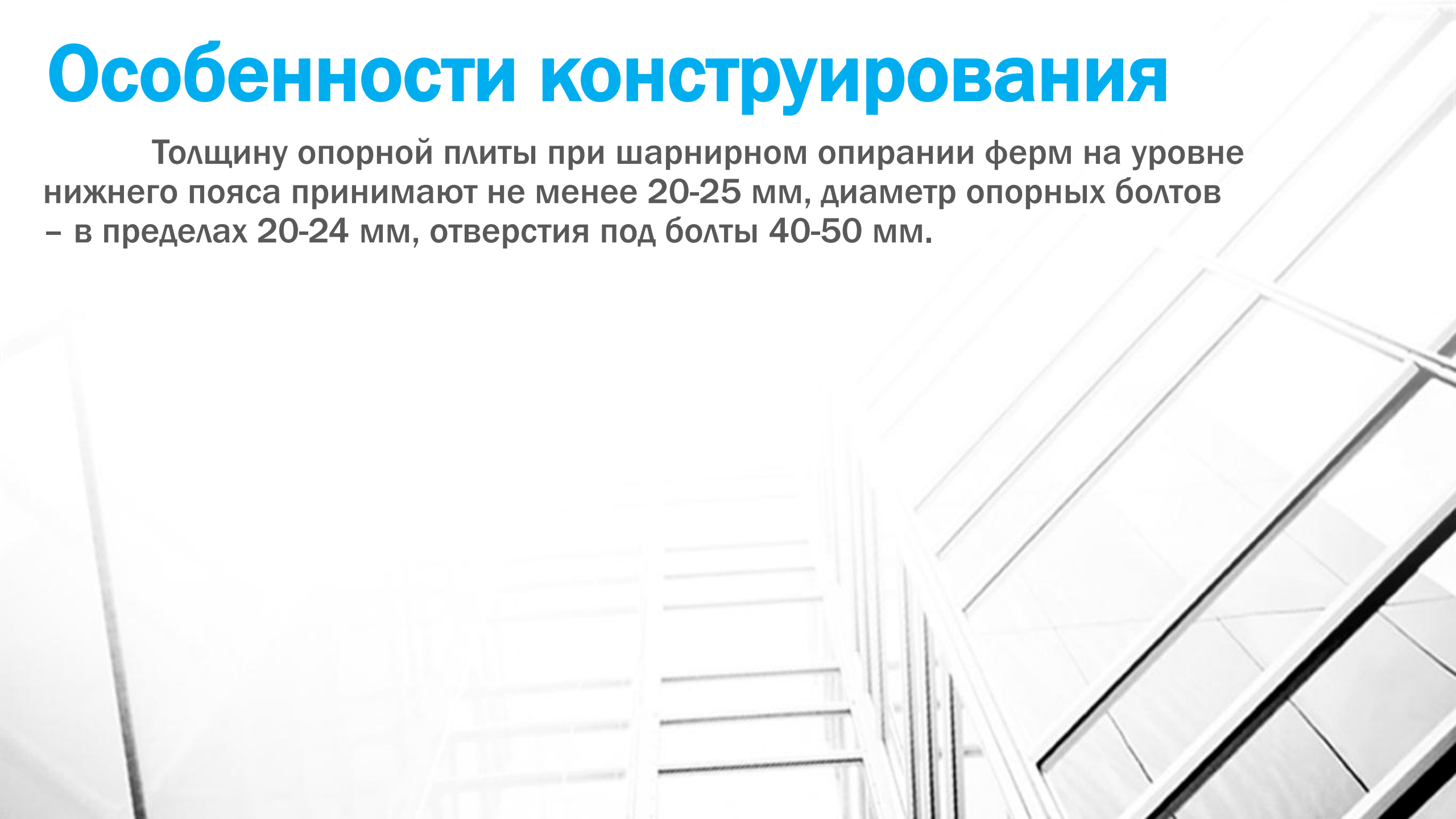
Разница в толщинах фасонки между двумя соседними узлами фермы не должна превышать 2 мм.

Между торцами соединяемых элементов поясов оставляют зазор 50 мм.

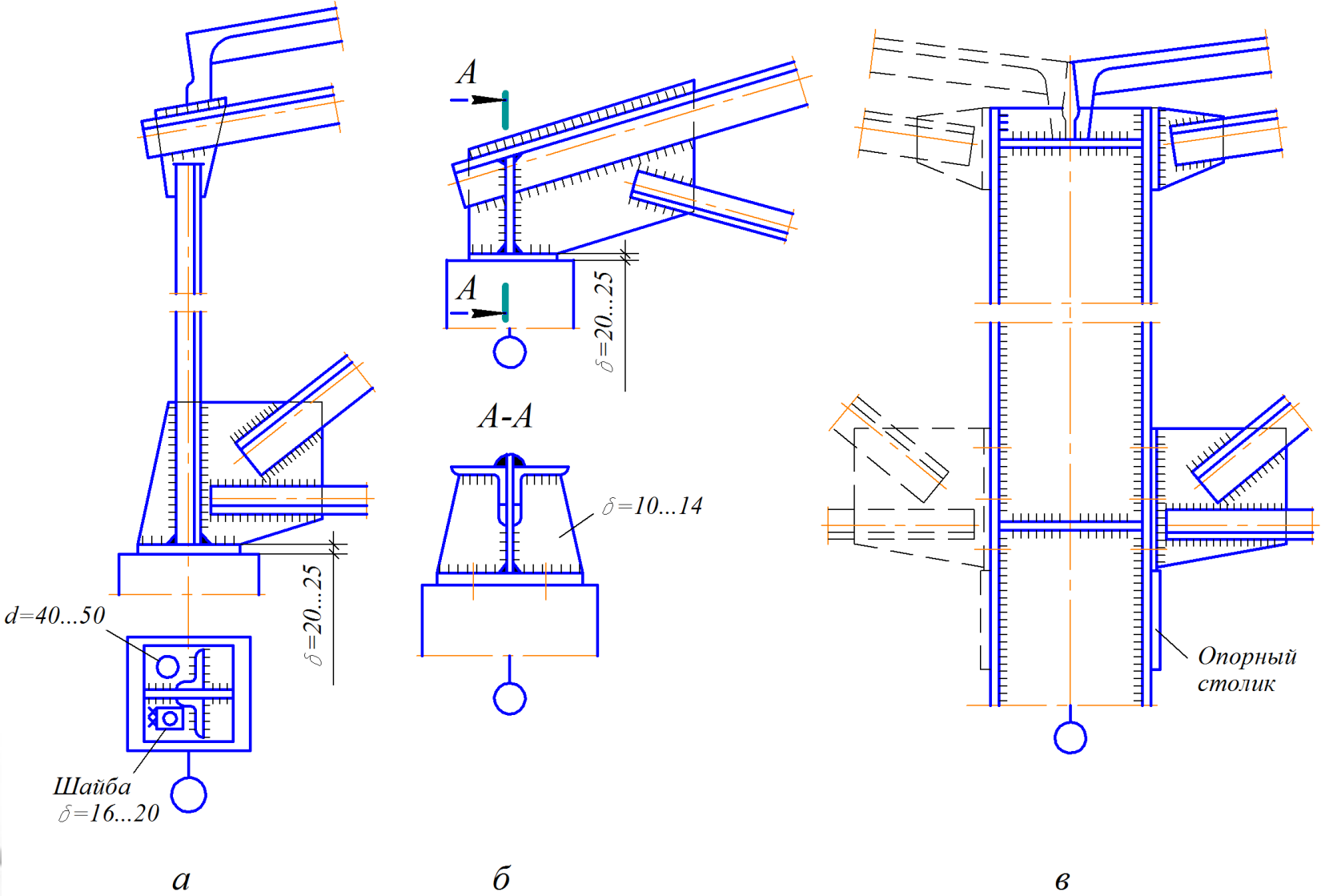
Для совместной работы симметричных уголков между ними ставят соединительные прокладки шириной 60-100 мм, длиной на 20-30 мм больше ширины уголка и толщиной, равной толщине фасонки, на расстоянии $40i$ – для сжатых элементов и $80i$ – для растянутых (i – радиус инерции уголка). Сжатые уголки необходимо скреплять не менее чем двумя прокладками.

Особенности конструирования

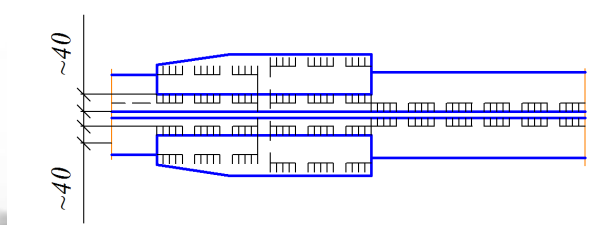
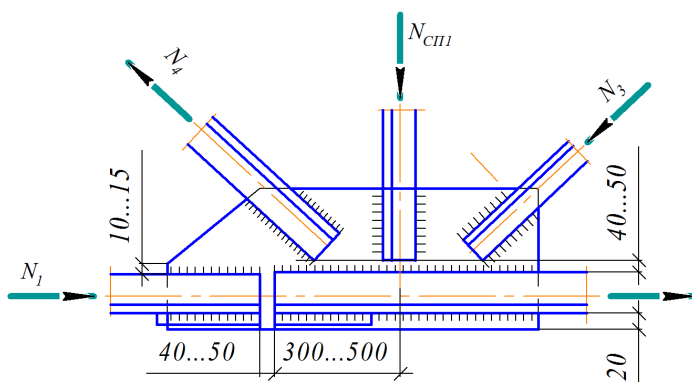
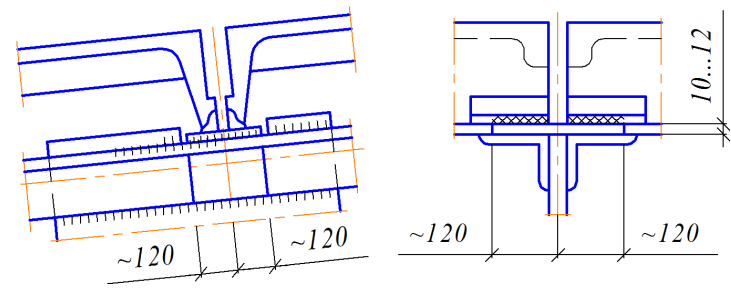
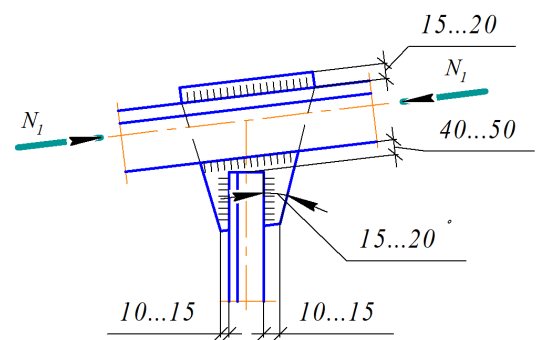
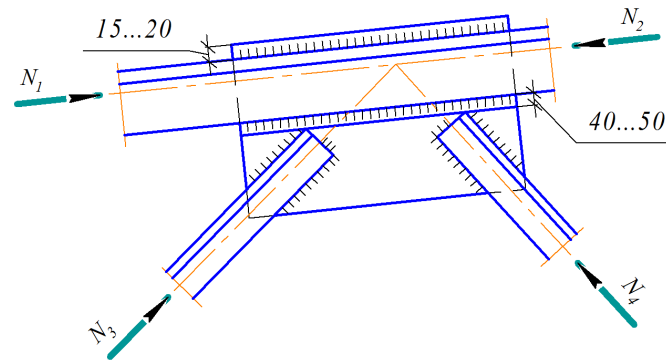
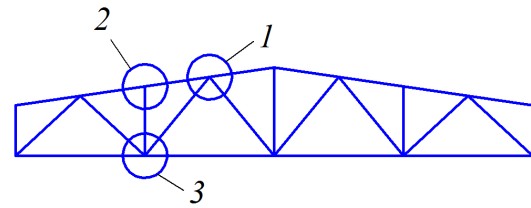
Толщину опорной плиты при шарнирном опирании ферм на уровне нижнего пояса принимают не менее 20-25 мм, диаметр опорных болтов – в пределах 20-24 мм, отверстия под болты 40-50 мм.



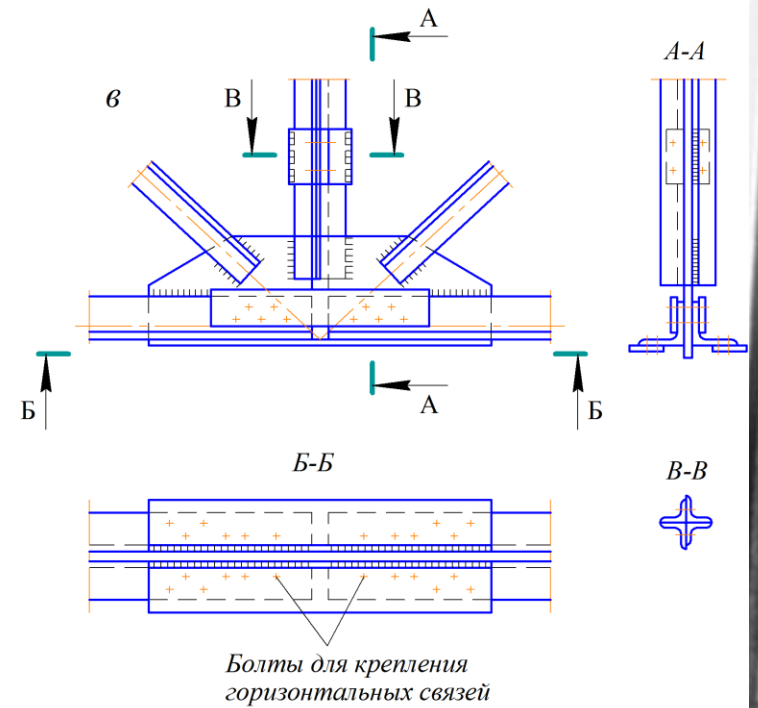
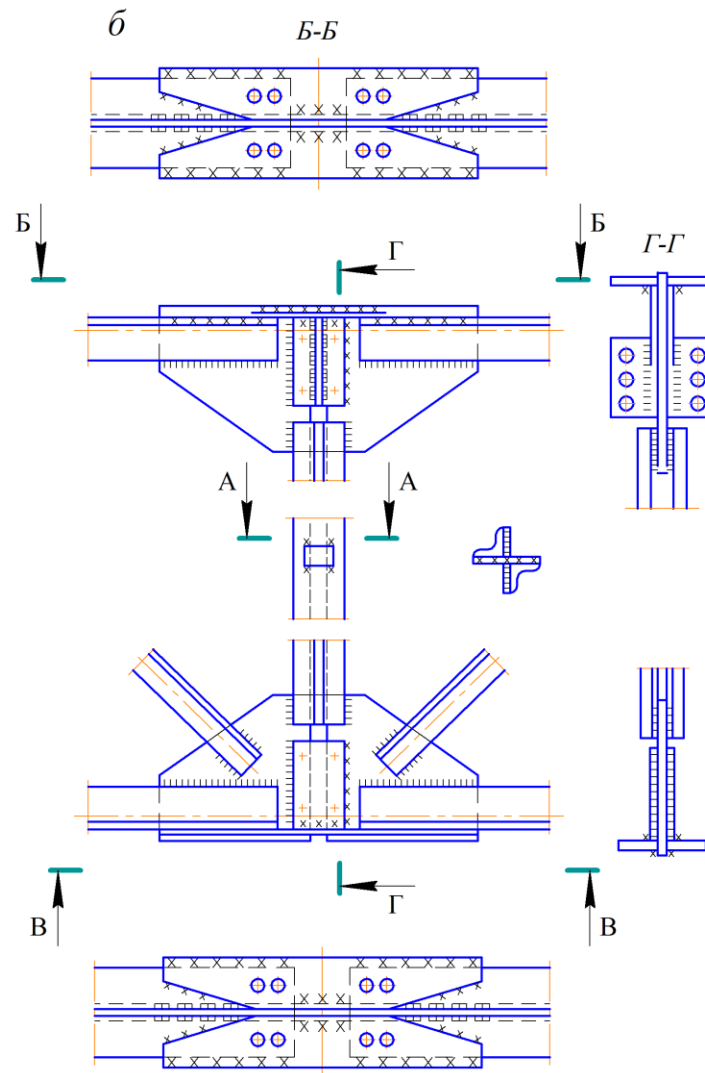
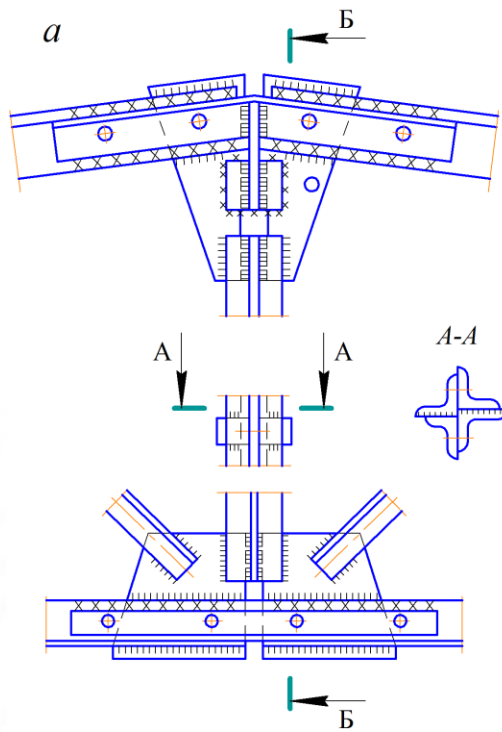
Опорные узлы



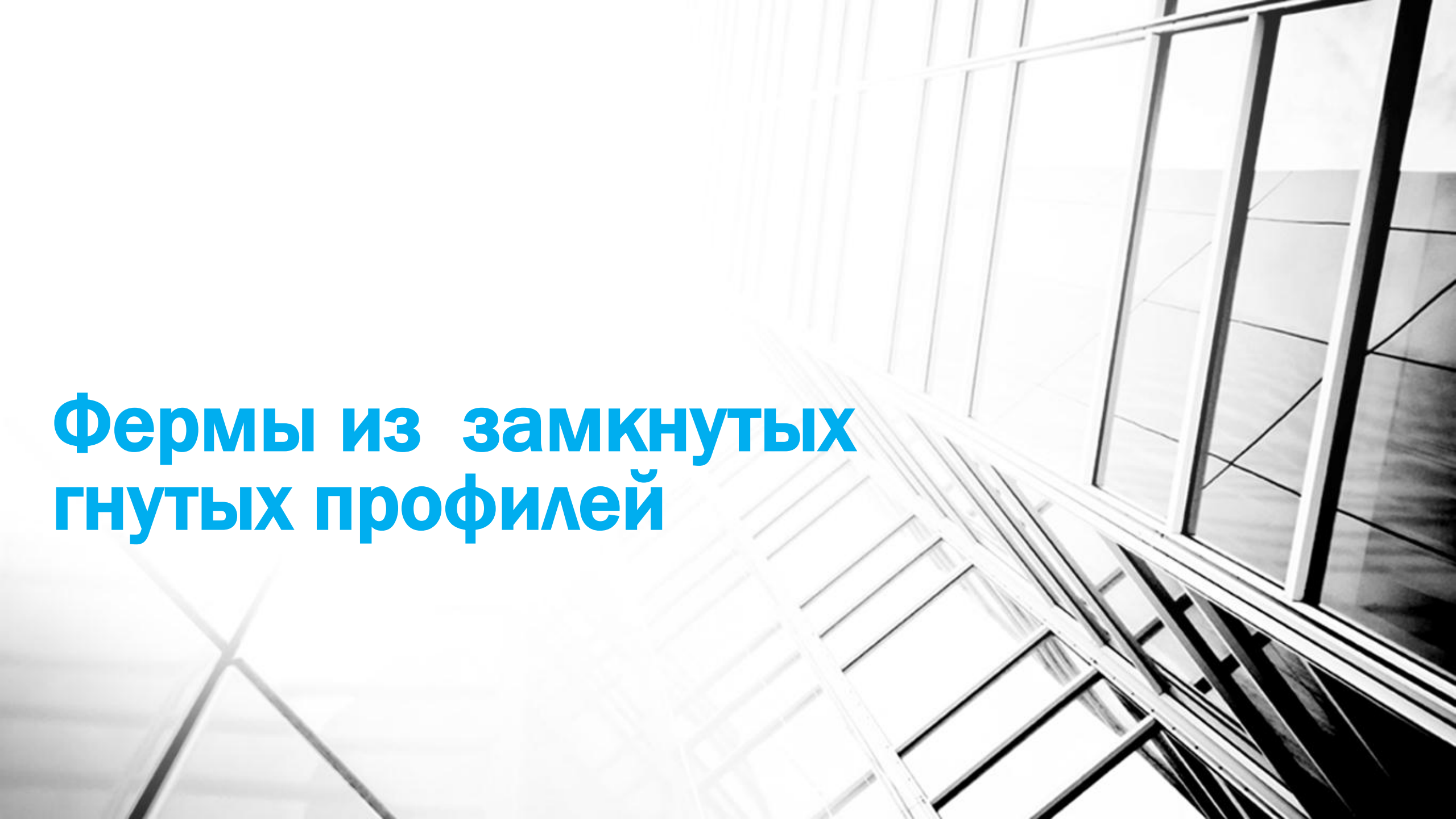
Промежуточные узлы



Монтажные узлы

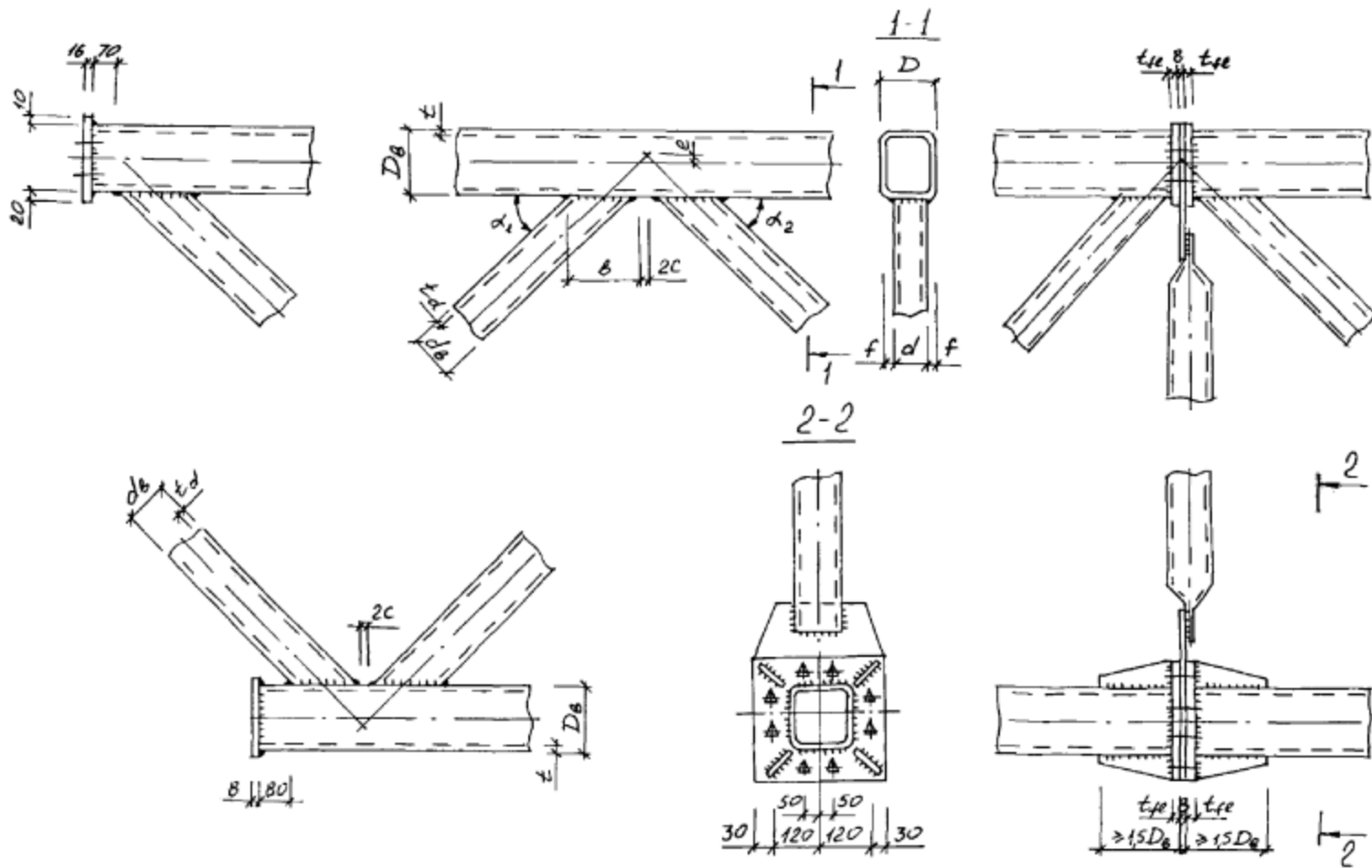


Фермы из замкнутых гнутых профилей



Узлы фермы

Фермы из замкнутых гнутосварных профилей (ГСП) проектируются с узлами без фасонок и опиранием легкого покрытия непосредственно на верхний пояс или на прогоны



Особенности проектирования

Сварные швы, соединяющие раскосы с поясом, выполняются с полным проплавлением стенки профиля. Сварку производят встык на остающейся подкладке.

Монтажные стыки отправочных марок ферм выполняются фланцевыми соединениями на болтах.

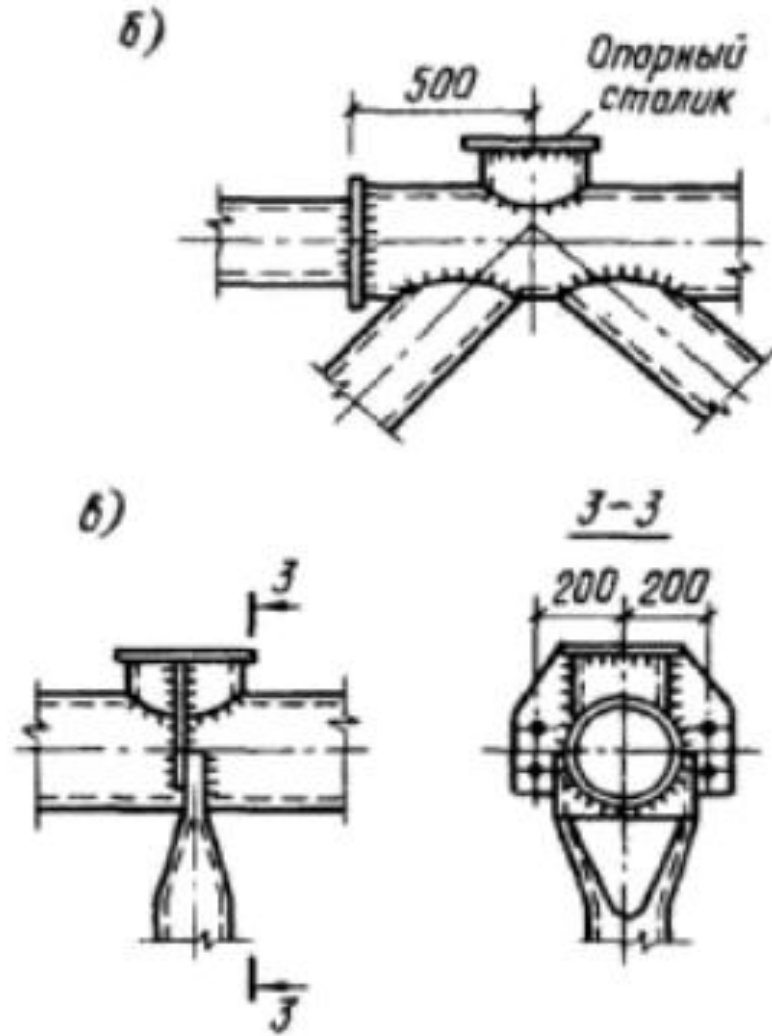
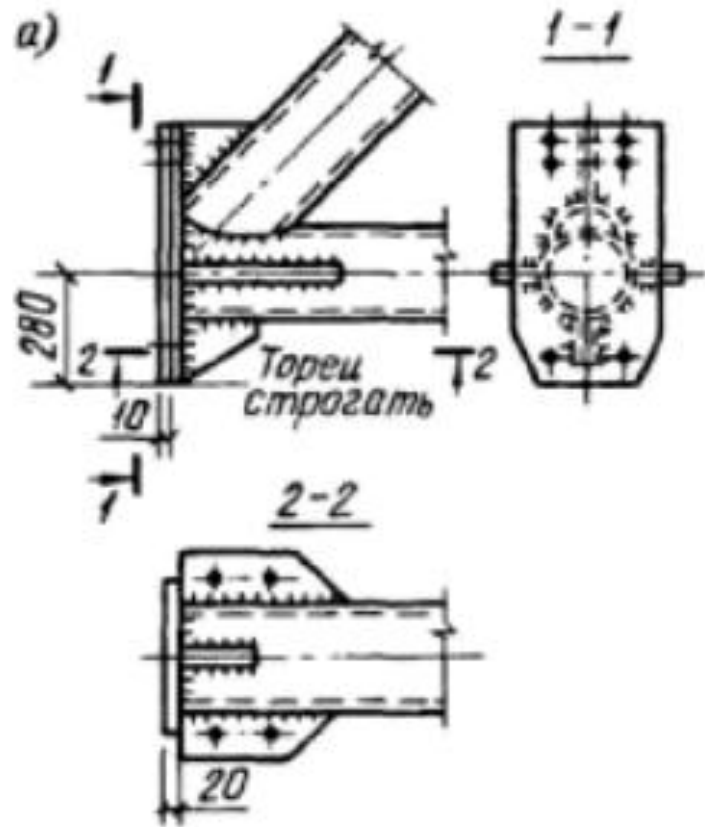
Толщину стенок следует принимать не менее 3 мм.

Для поясов отношение высоты стенки к ее толщине должно быть не более 45, для решетки 60.

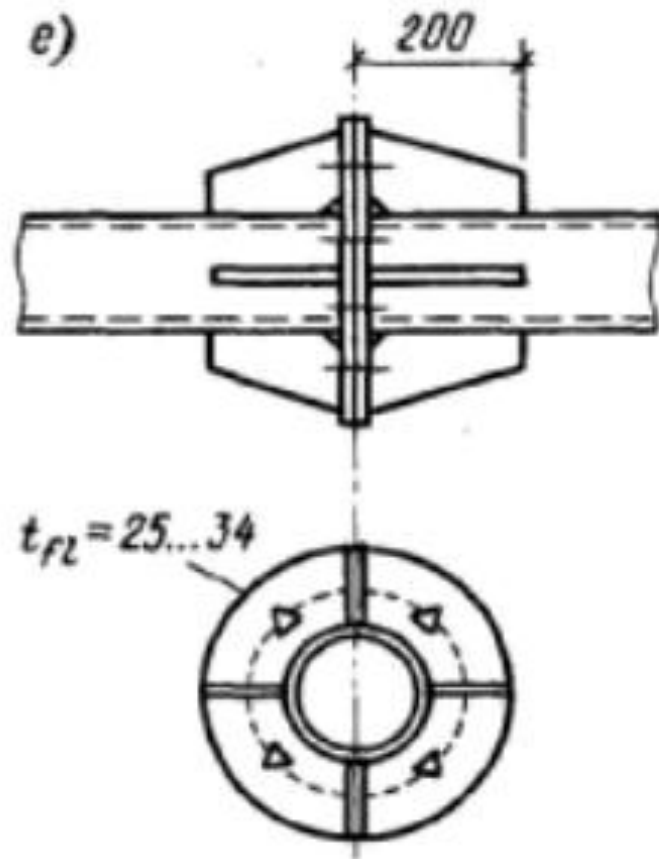
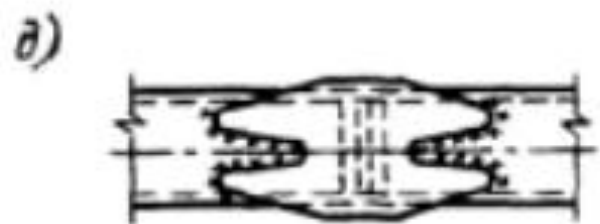
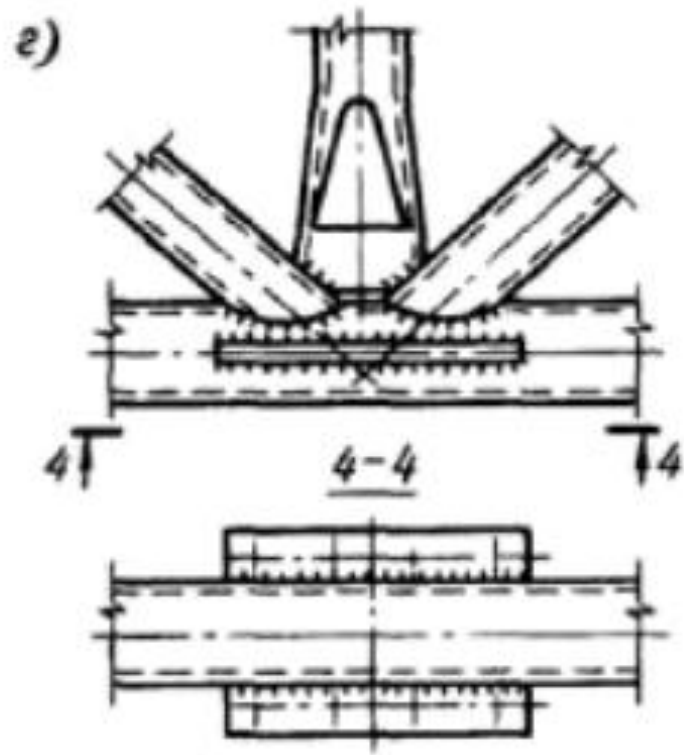
Ширина стержней решетки принимается с таким расчетом, чтобы можно было свободно приварить их к поясу, но не более $D-2(t+t_d)$ и не менее $0,6D$ где D – ширина сечения пояса.

Зазор между примыкающими к поясу стержнями решетки устанавливается $0,5-0,7$ толщины стенки примыкающего стержня.

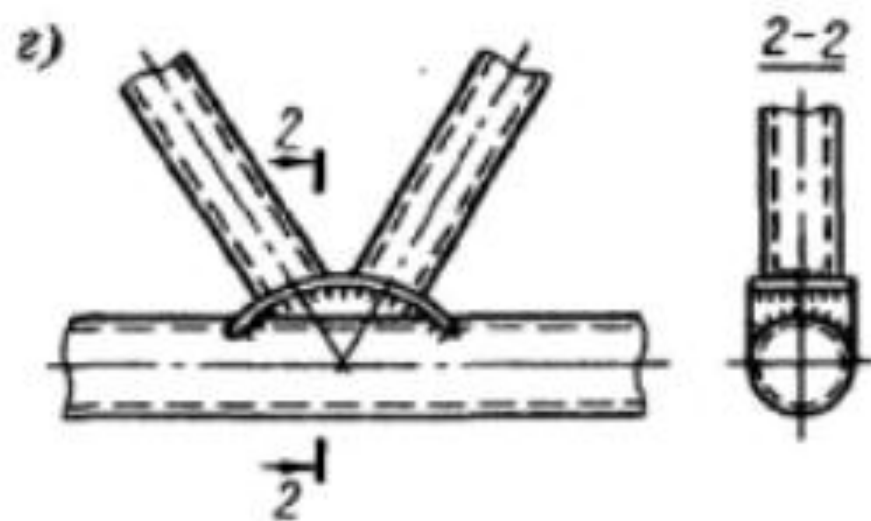
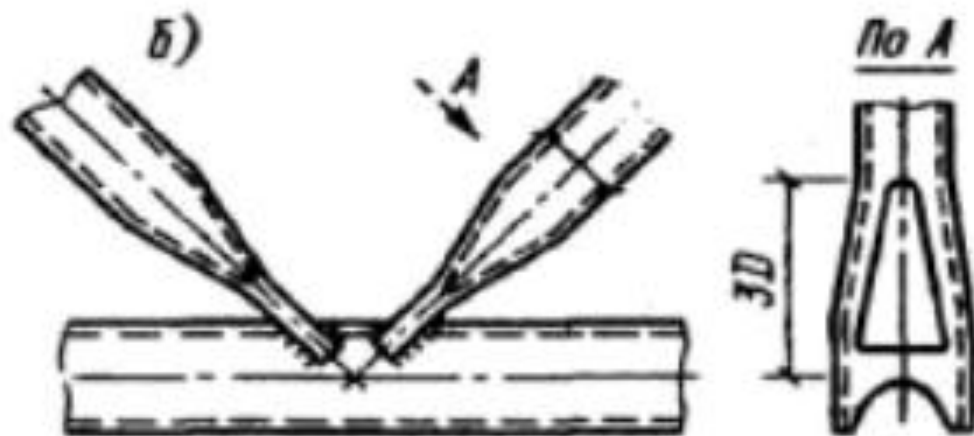
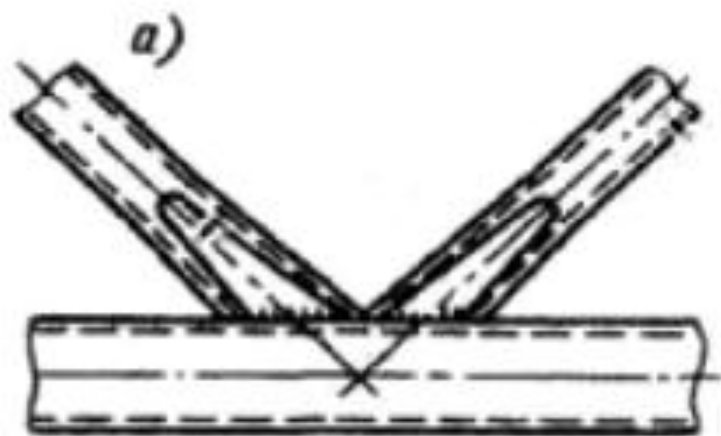
Узлы фермы



Узлы фермы



Узлы фермы



Узлы фермы

