

8. Пространственные конструкции из древесины и пластмасс

- ❑ Пространственные конструкции, в отличие от плоскостных, передают усилия в трех направлениях.
- ❑ Выполняют одновременно несущую и ограждающую функции.
- ❑ Имеют многообразные формы для различного функционального назначения.

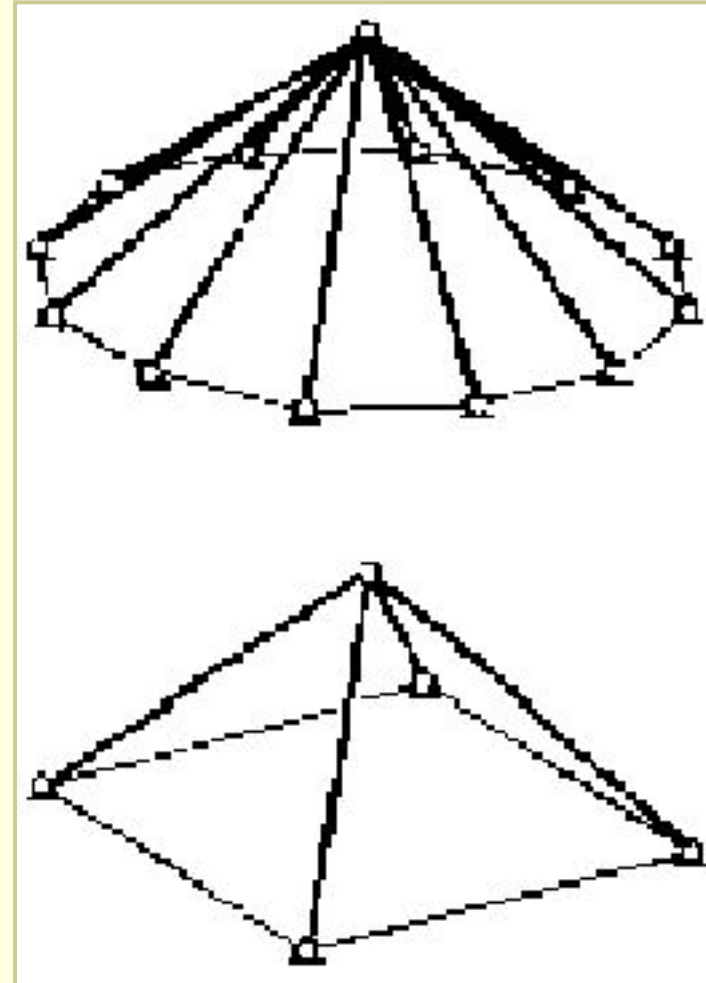
- Пространственные конструкции могут быть разделены на два типа:
 - пространственно расположенные плоскостные несущие конструкции с включением в работу ограждающих конструкций;
 - тонкостенные своды, купола и оболочки.

- Основные конструктивные типы пространственных ДК:
 - 1) шарнирно-стержневые системы (структуры);
 - 2) балочные клетки;
 - 3) складки;
 - 4) своды оболочки, опёртые на торцовые стены;
 - 5) распорные своды на прямоугольном плане с опиранием на продольные стены;
 - 6) оболочки двоякой положительной или отрицательной кривизны, коноидальные, гиперболические и т.п.;
 - 7) купола, опёртые по контуру на круглом или многоугольном плане.

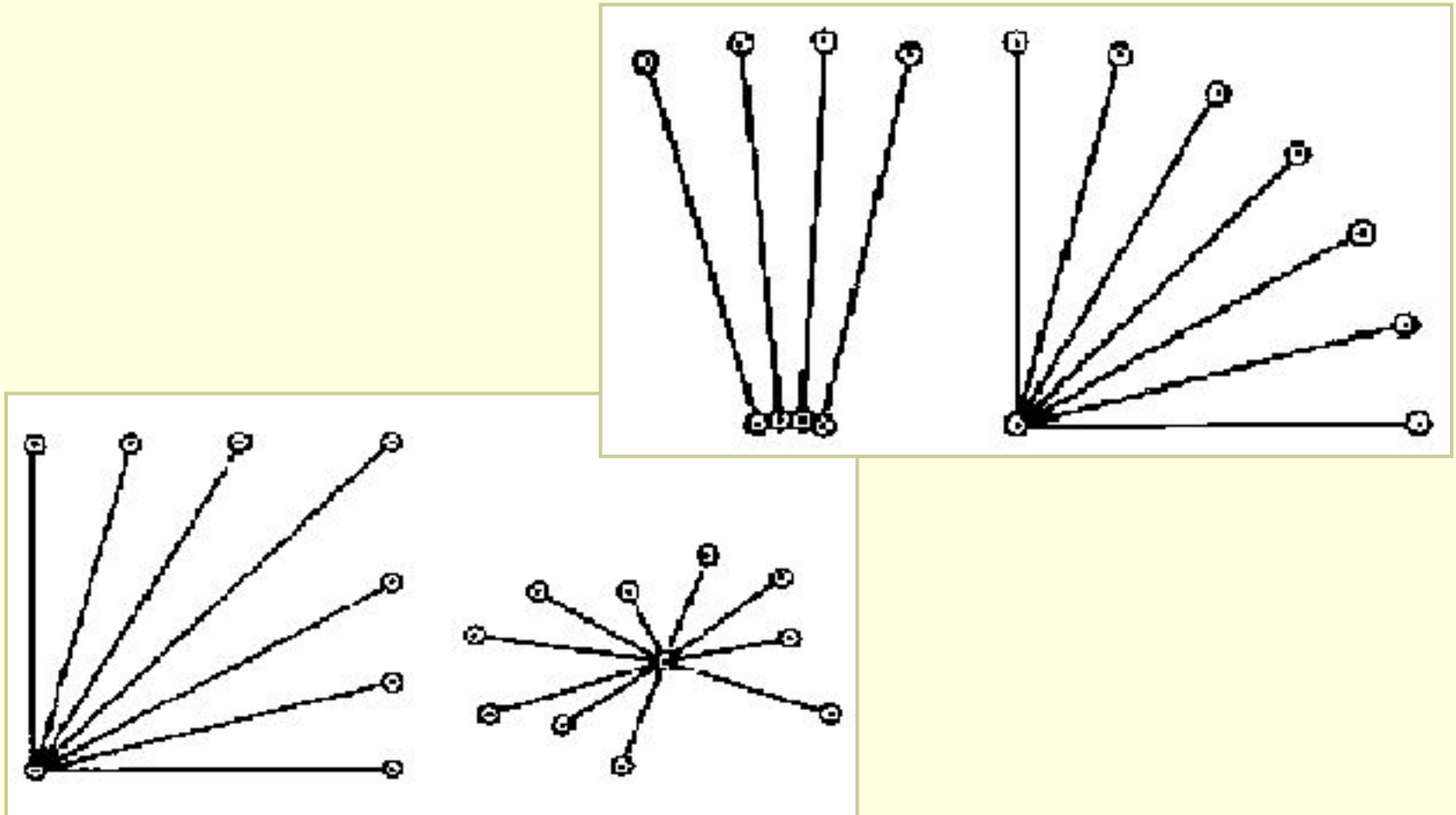
8.1. Пространственное расположение плоскостных конструкций

8.1.1. Шарнирно-стержневые системы

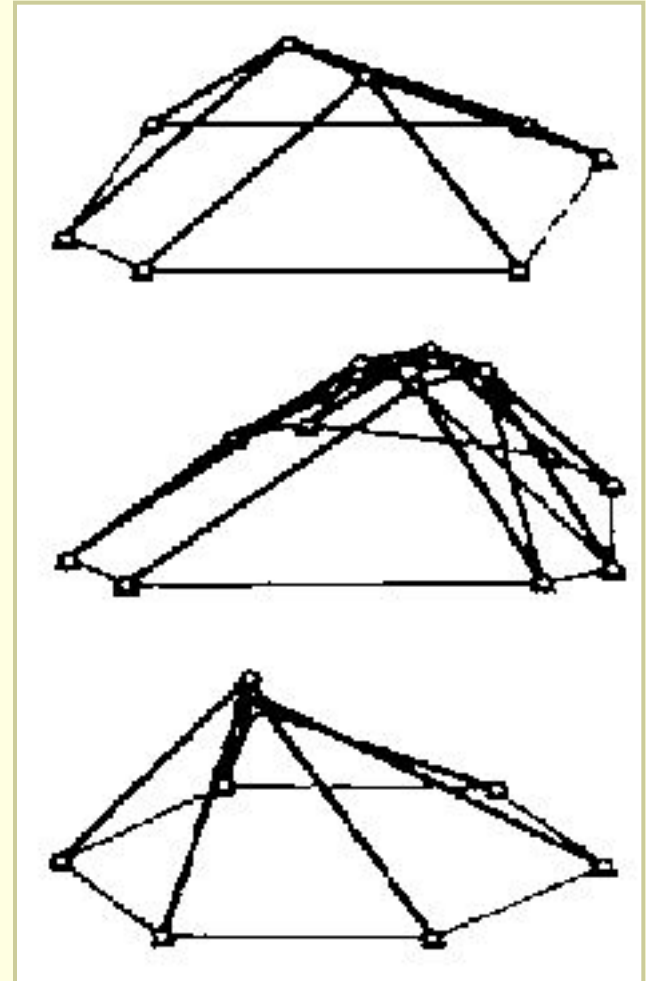
- Шарнирно-стержневые системы с симметричным планом:



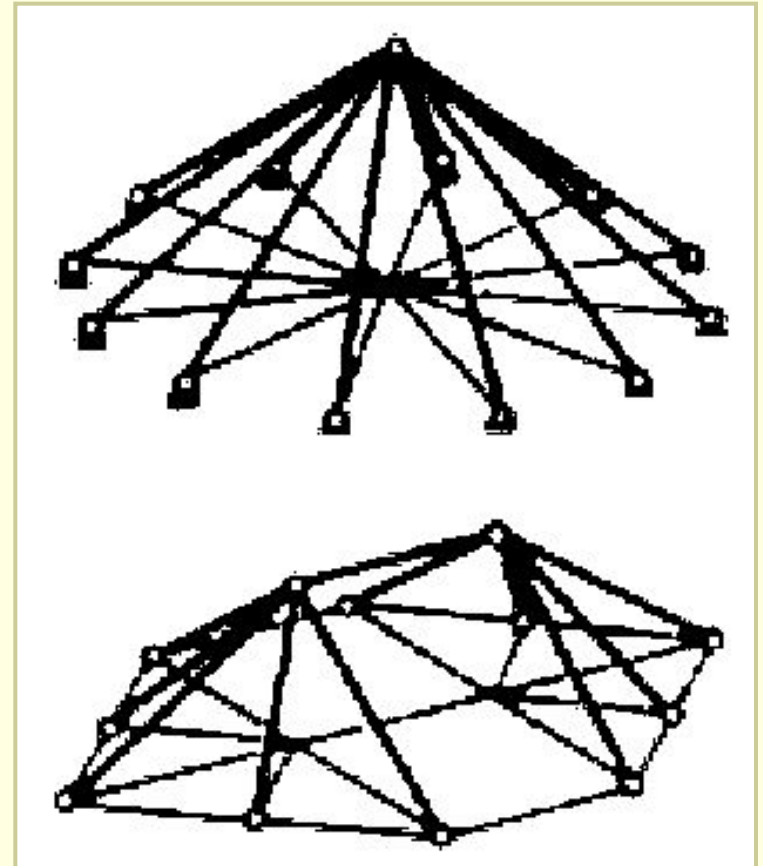
□ Шарнирно-стержневые системы с несимметричным планом:



- Шарнирно-стержневые системы несимметричные, с передачей распора на опорное кольцо:

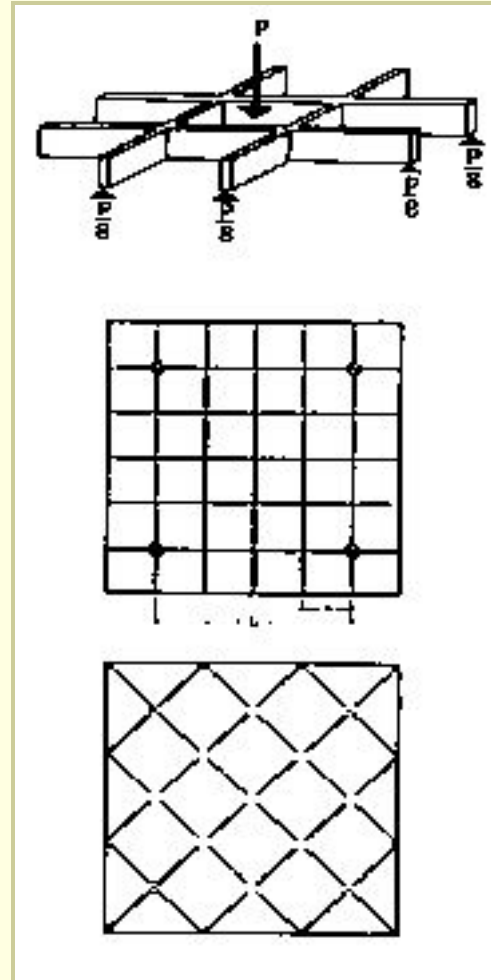


- Шарнирно-стержневые системы несимметричные, с передачей распора на внутренние затяжки:

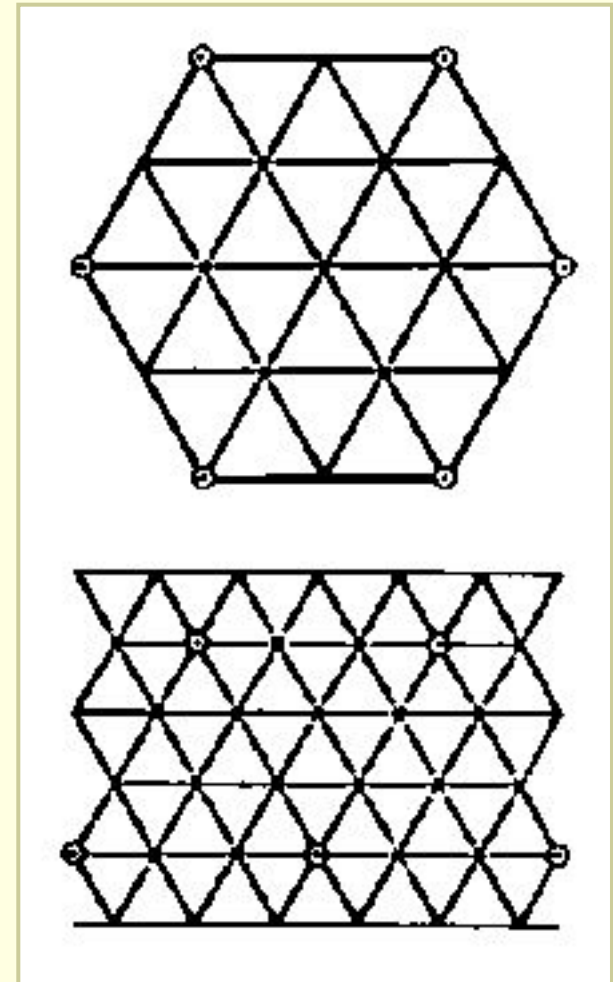
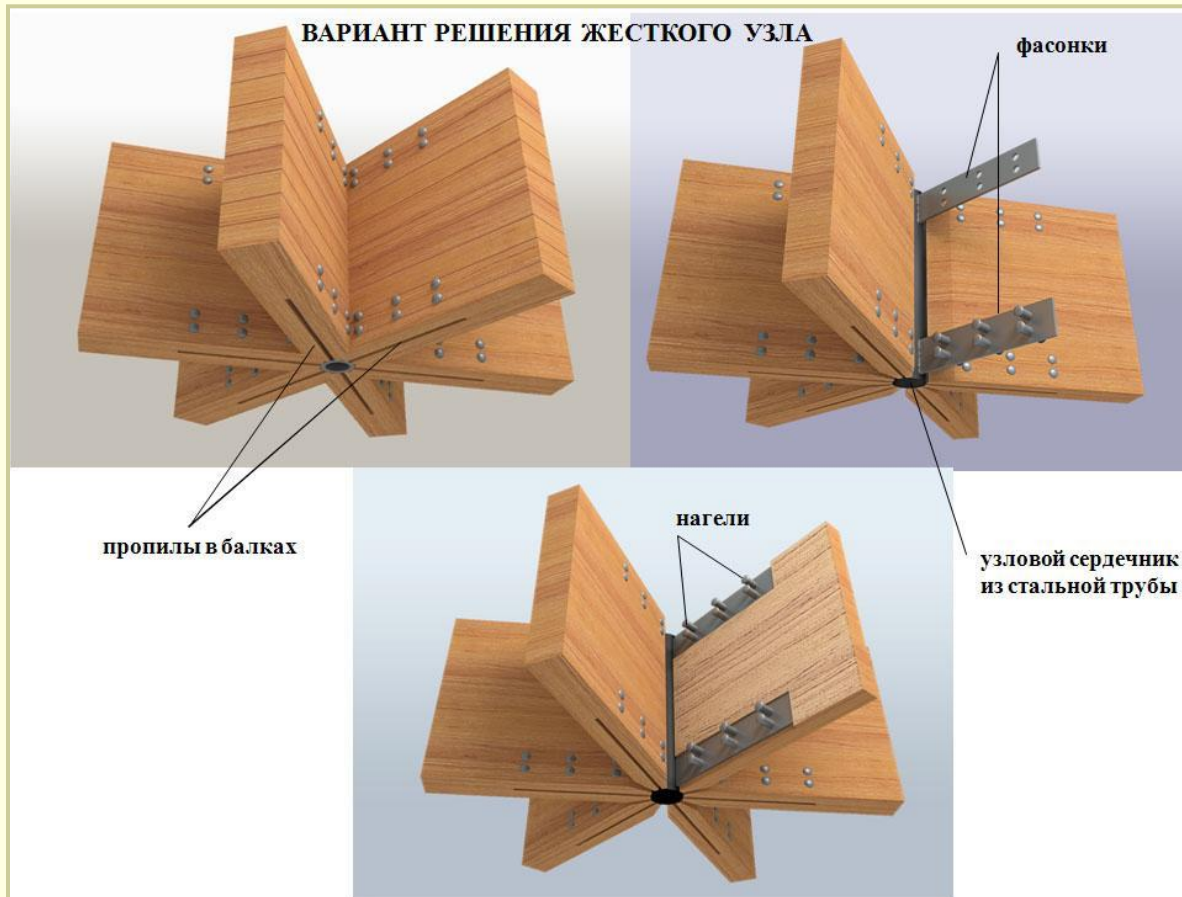


8.1.2. Балочные клетки

- ❑ Перекрёстные сплошные балки под углом 90°

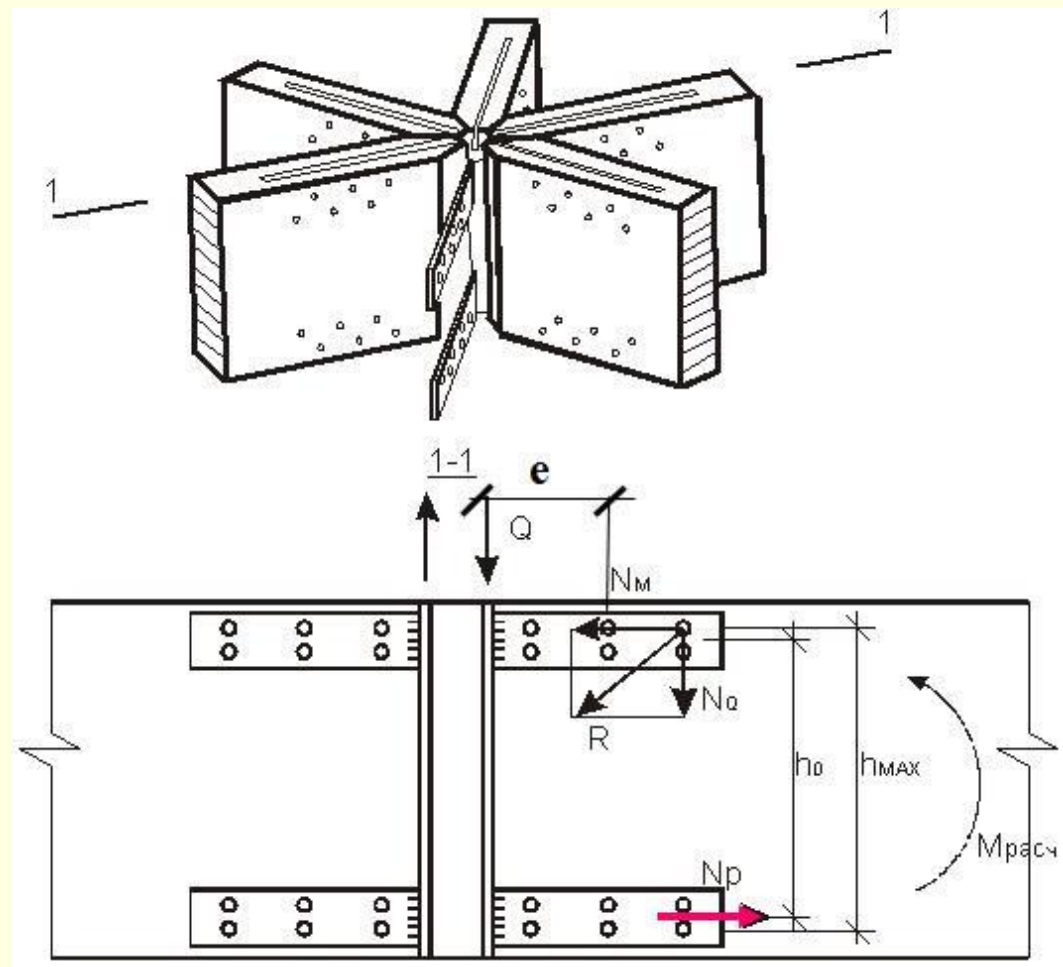


❑ Перекрёстные сплошные балки под углом 60°:



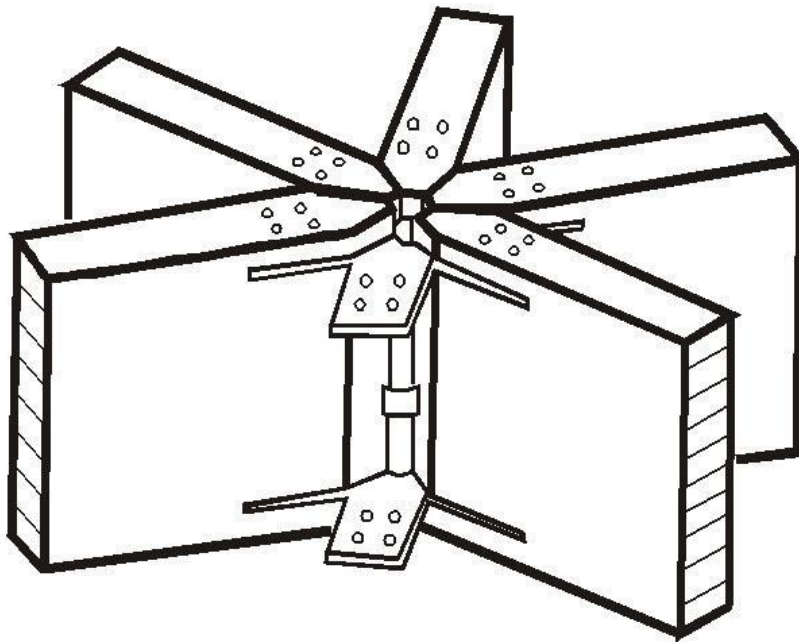
Расчет жесткого узла:

1. Нагельное соединение рассчитывается на совместное действие изгибающего момента и поперечной силы.
2. Ширина фасонки устанавливается из условия размещения нагелей и достаточности длины сварного шва.
3. Толщина фасонки определяется из расчета на растяжение по ослабленному сечению.

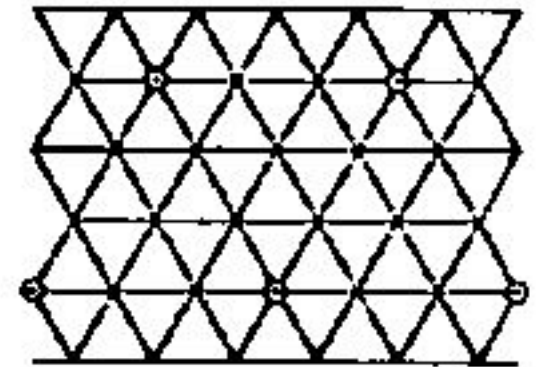
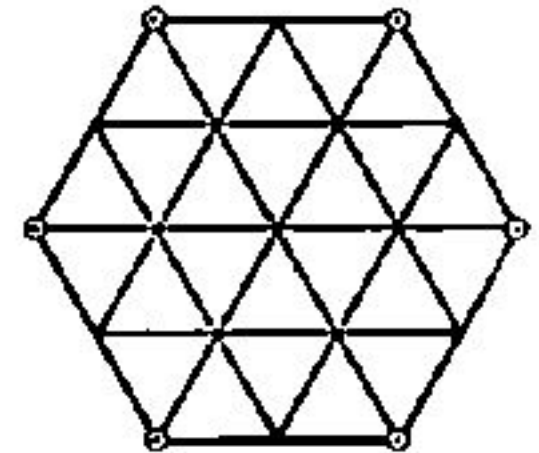


- ❑ Перекрёстные сплошные балки под углом 60°:

**ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ УЗЛА
С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ФАСОНОК**

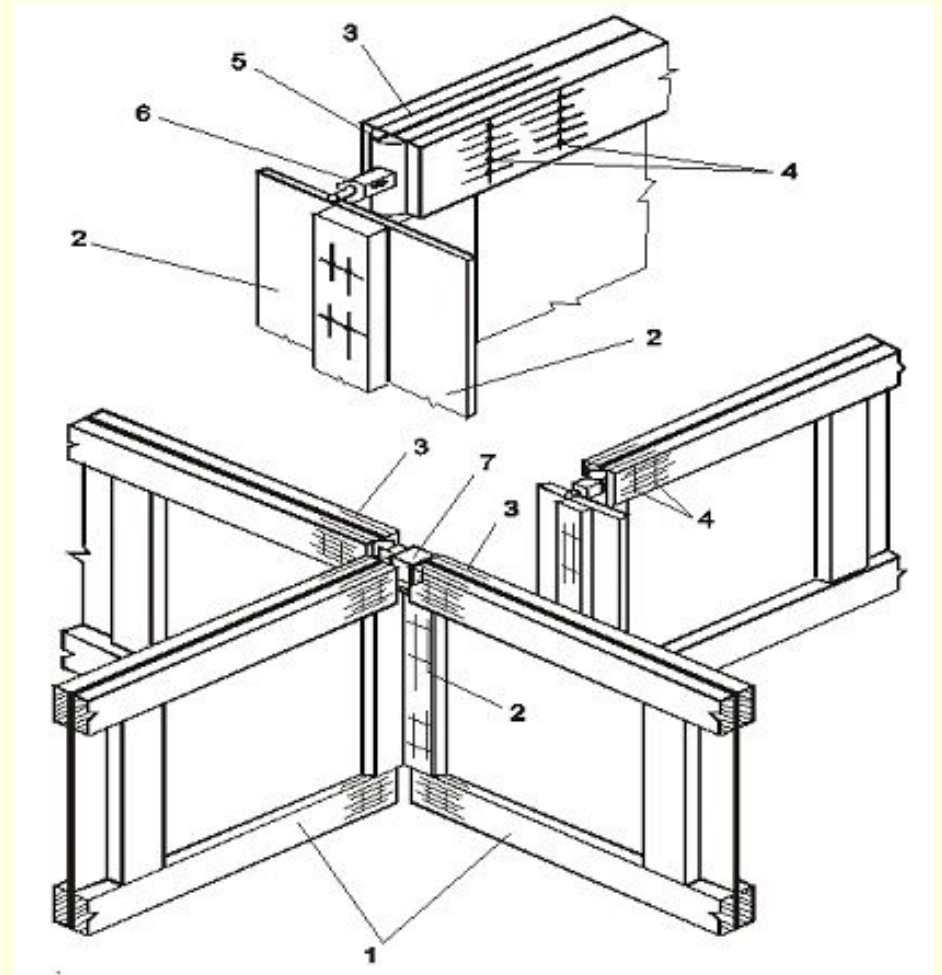


Конструктивное решение применяется при высоте поперечного сечения балок 30–40 см.



❑ Перекрёстная система из клефанерных балок:

- 1 – балки;
- 2 – клефанерные накладки;
- 3 – U-образные стальные полосы;
- 4 – нагели;
- 5 – полуцилиндрический вкладыш;
- 6 – болт с муфтой;
- 7 - сердечник

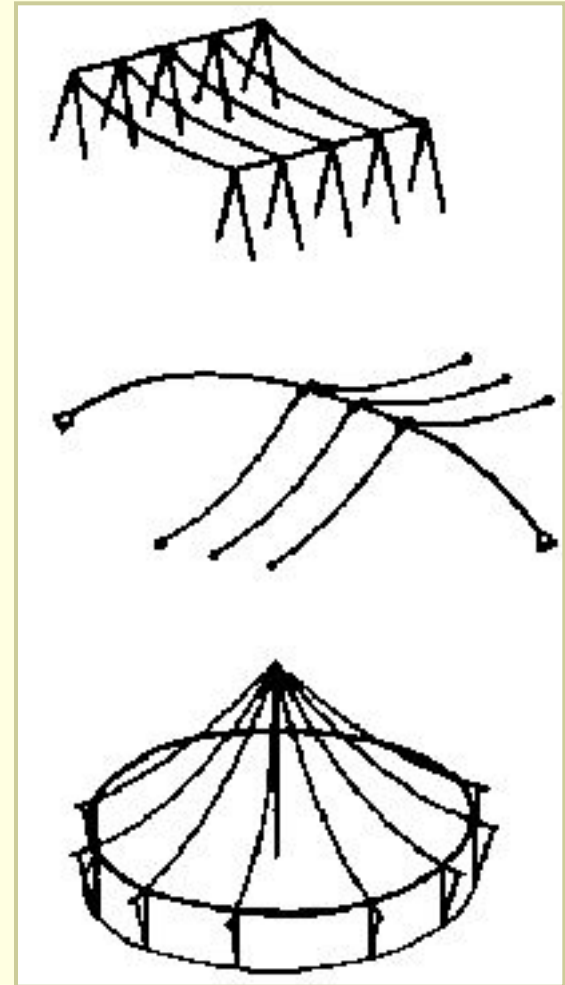


□ Висячие балки:

Главные висячие балки

Висячие вспомогательные балки
на продольных арках

Радиальная растянутая
система со сжатым кольцом

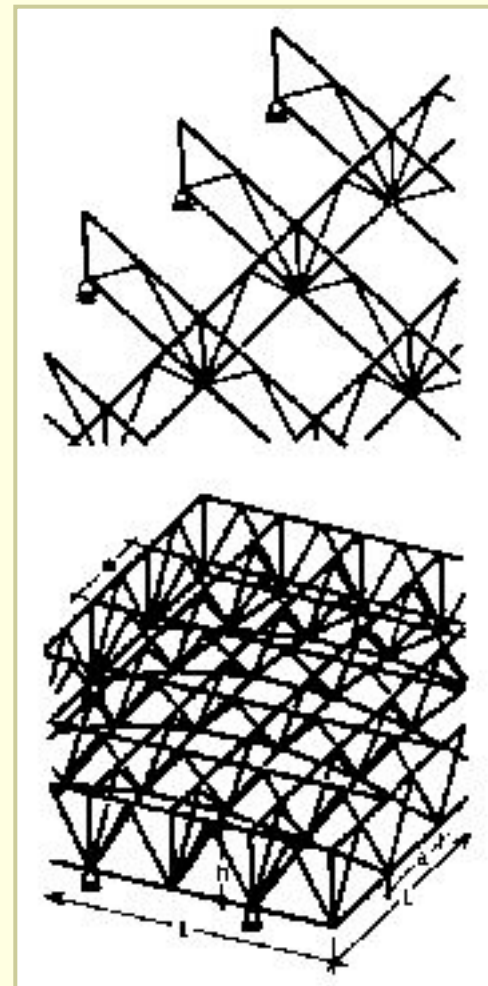
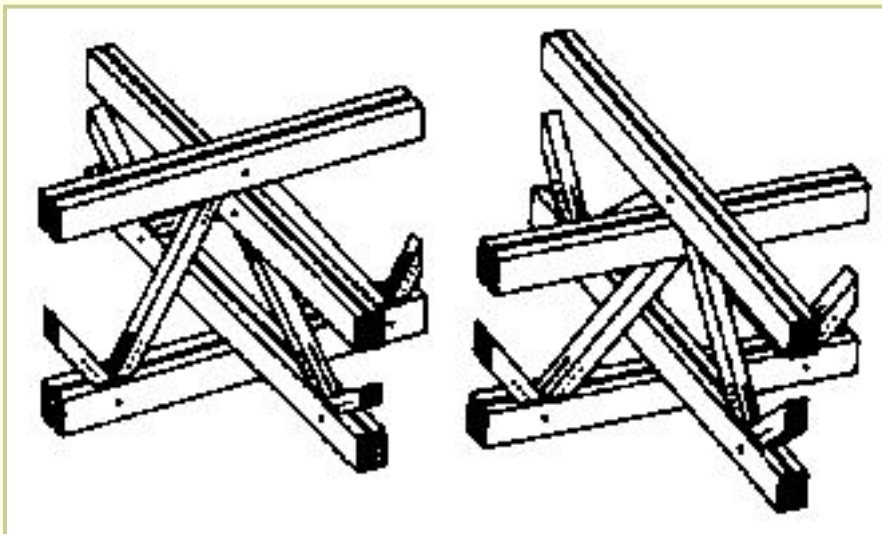


□ Система балок:



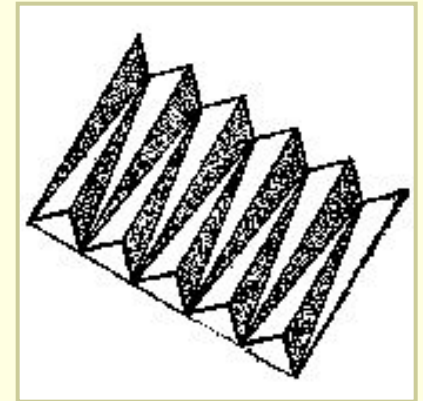
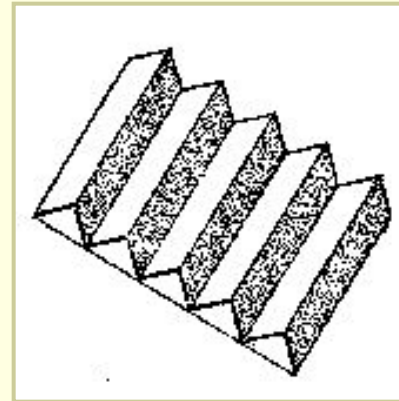
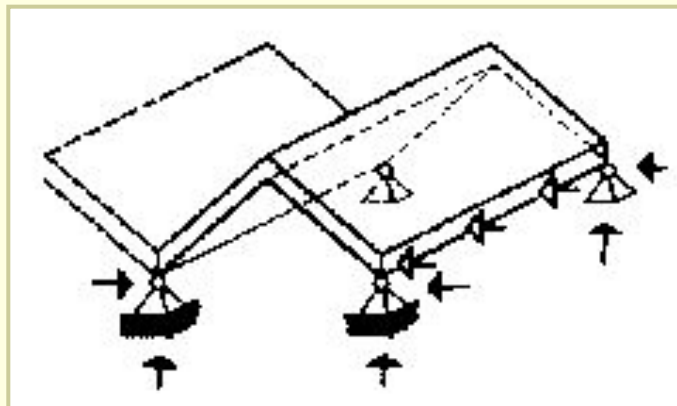
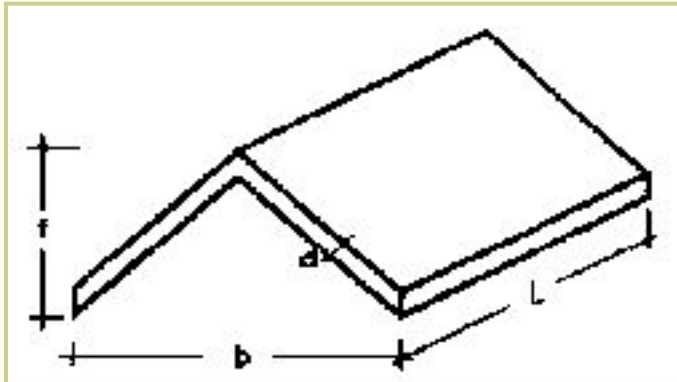
8.1.3. Структуры

- ❑ Перекрестные решетчатые балки:

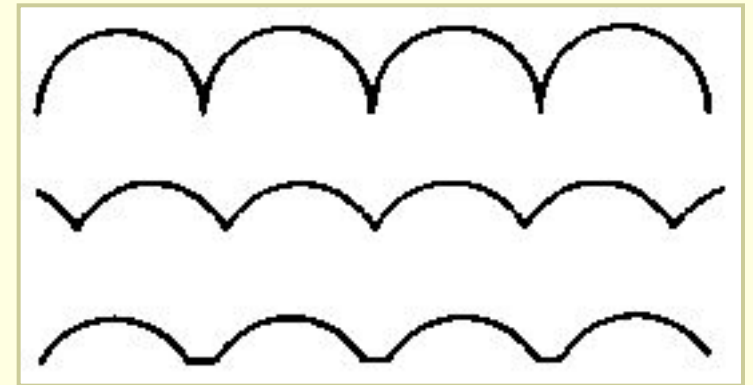
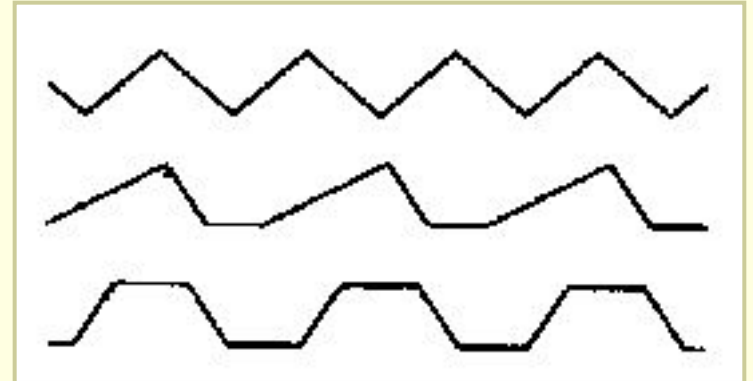
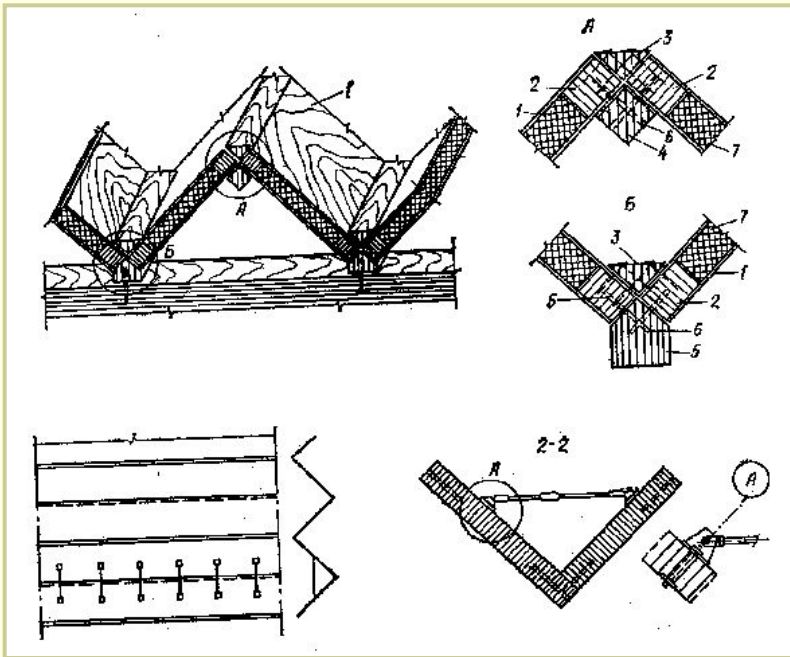


8.1.4. Складки

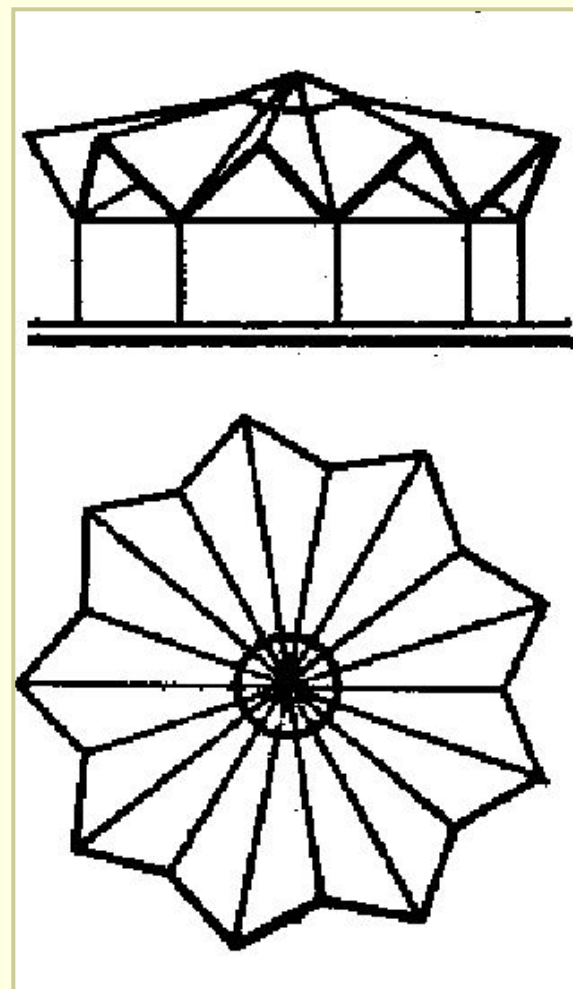
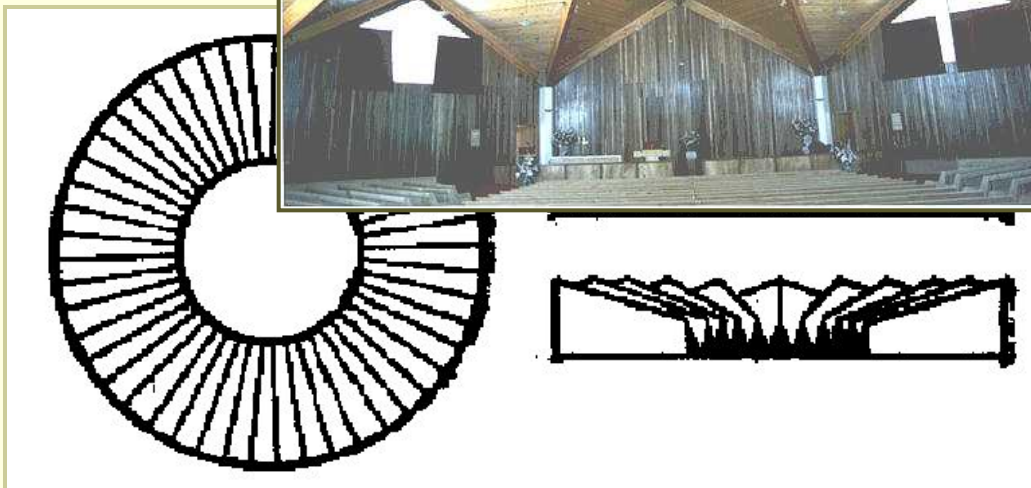
- Складки параллельные:



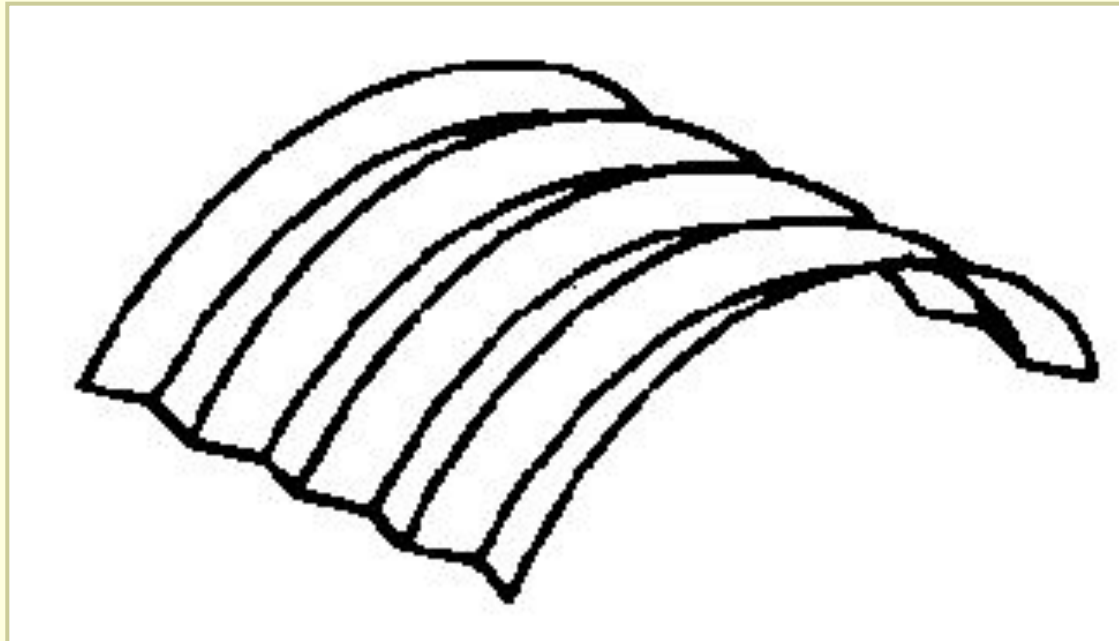
□ Поперечники:



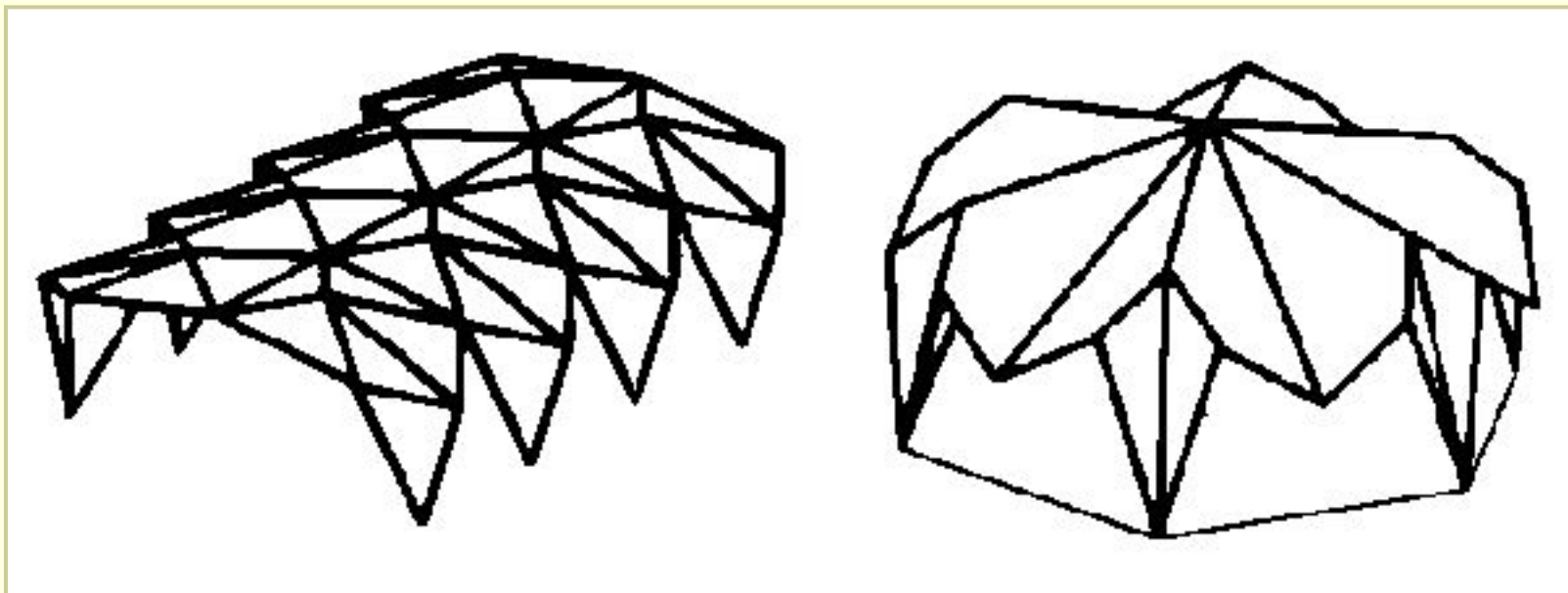
❑ Складки радиальные :



□ Складчатые арки:



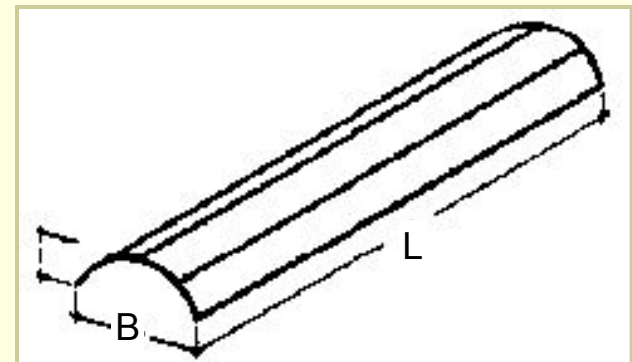
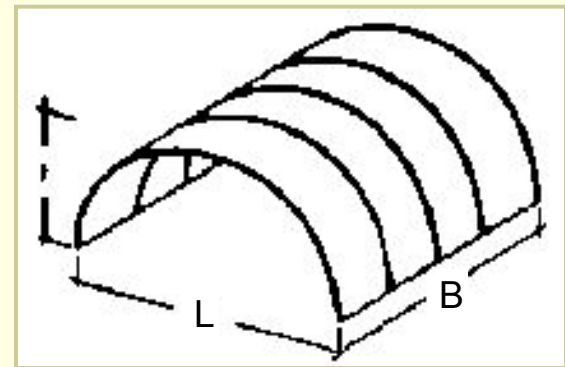
□ Складчатые рамы:



8.2. Своды

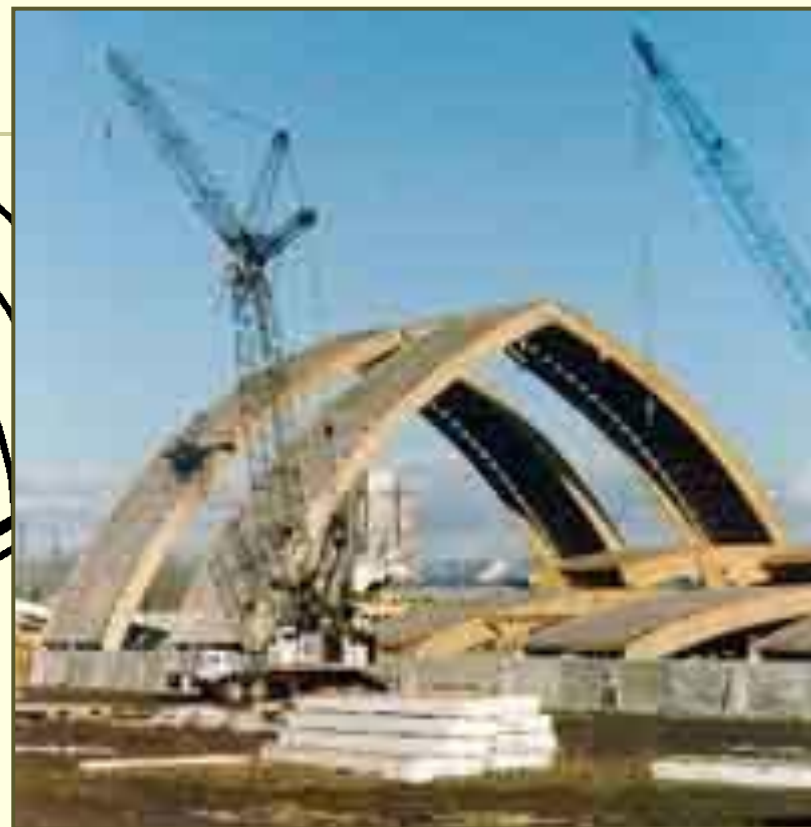
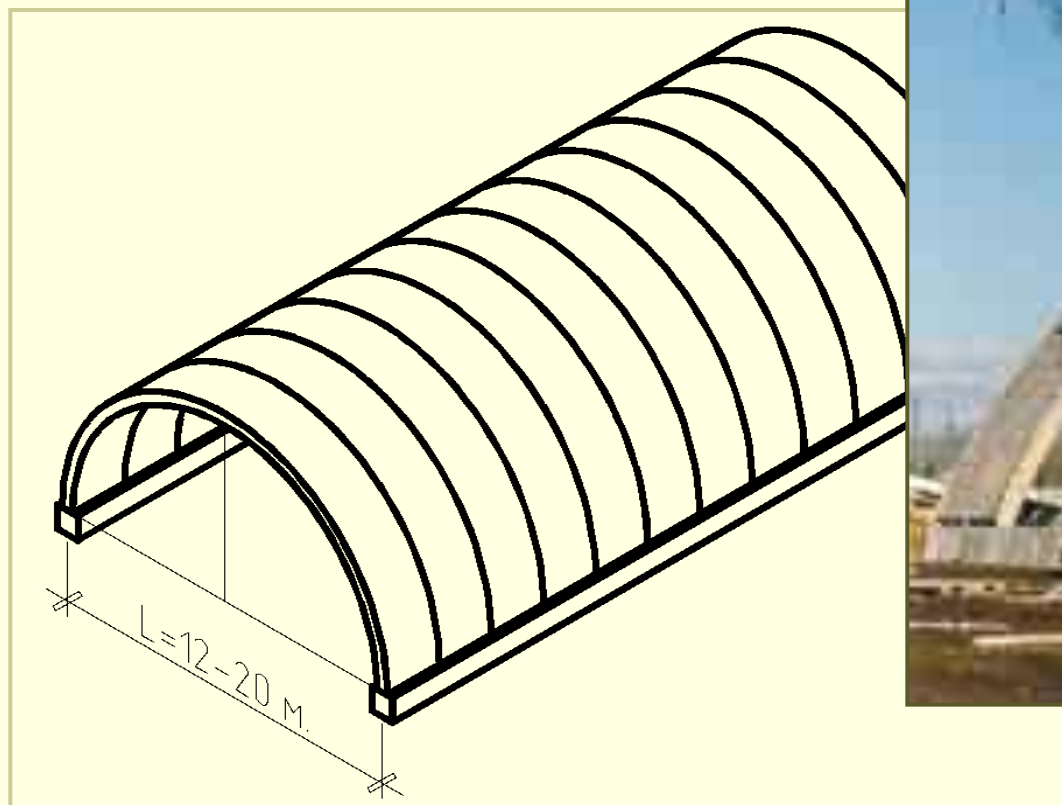
□ По характеру работы различают:

- короткие цилиндрические своды-оболочки ($b > 1/5L$) – распорные системы с опиранием на продольные стены;
- длинные цилиндрические своды-оболочки ($b < 1/5L$) с опиранием на торцы – балка с арочным поперечным сечением.



8.2.1. Распорные своды-оболочки

- Тонкостенный клефанерный свод стрельчатого или кругового очертания с затяжкой или с передачей распора на опоры:



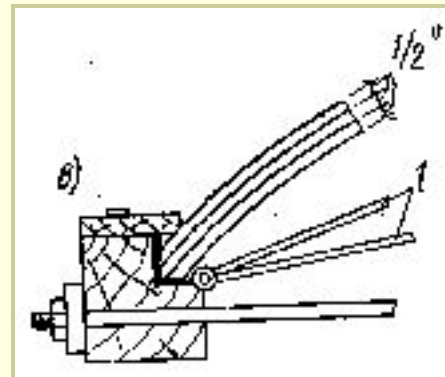
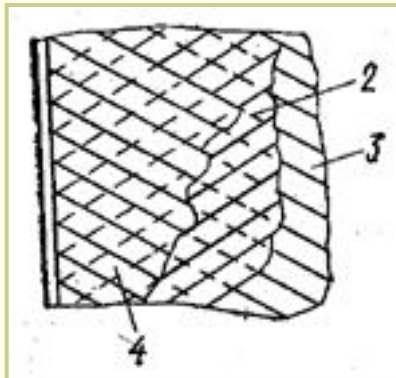
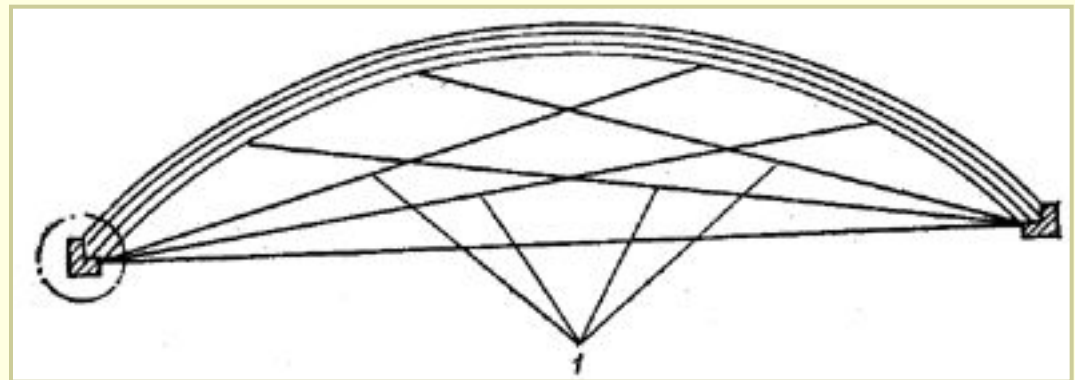
□ Тонкостенный цилиндрический свод-оболочка (В.Г.Шухова)

1 – металлические наклонные тяжи

2 – слой досок средний

3 – то же, нижний

4 – то же, верхний

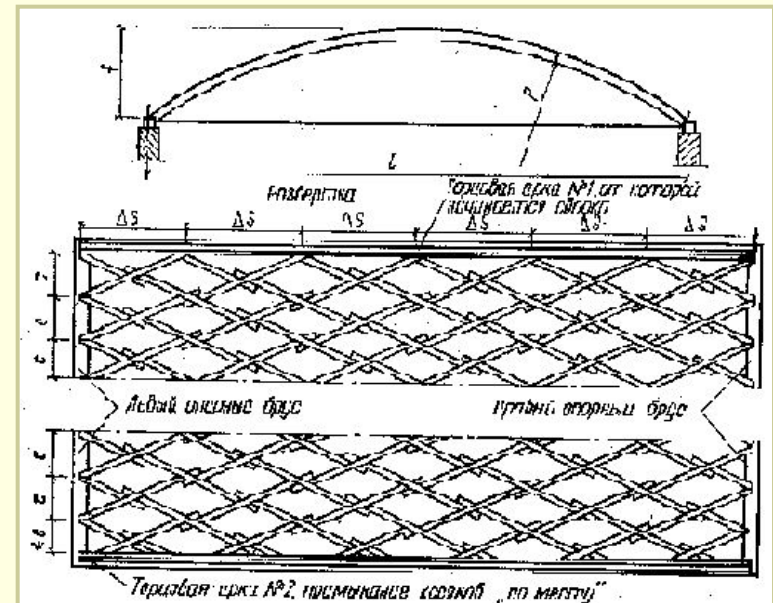


- Сетчатый свод кругового или стрельчатого очертания с затяжкой или с передачей распора на стены:

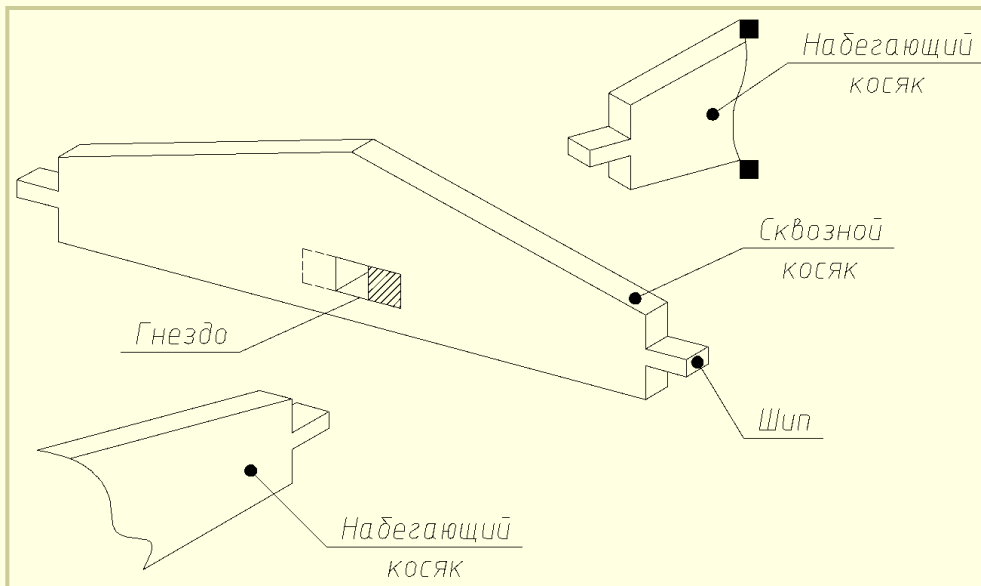


□ Кружально-сетчатый свод:

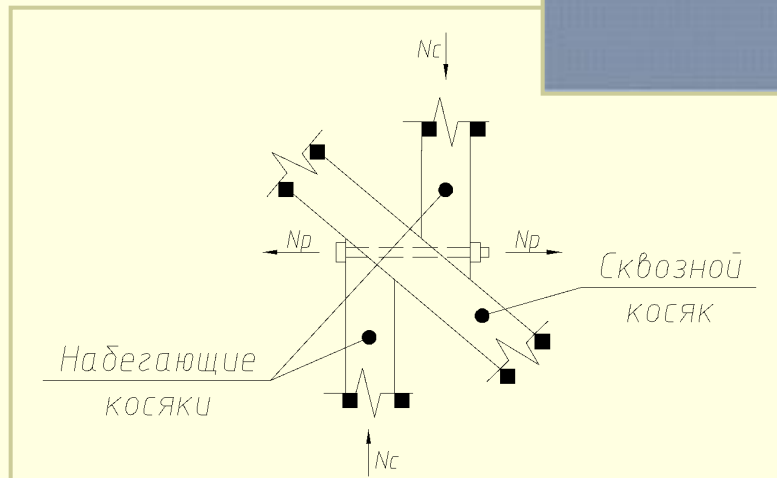
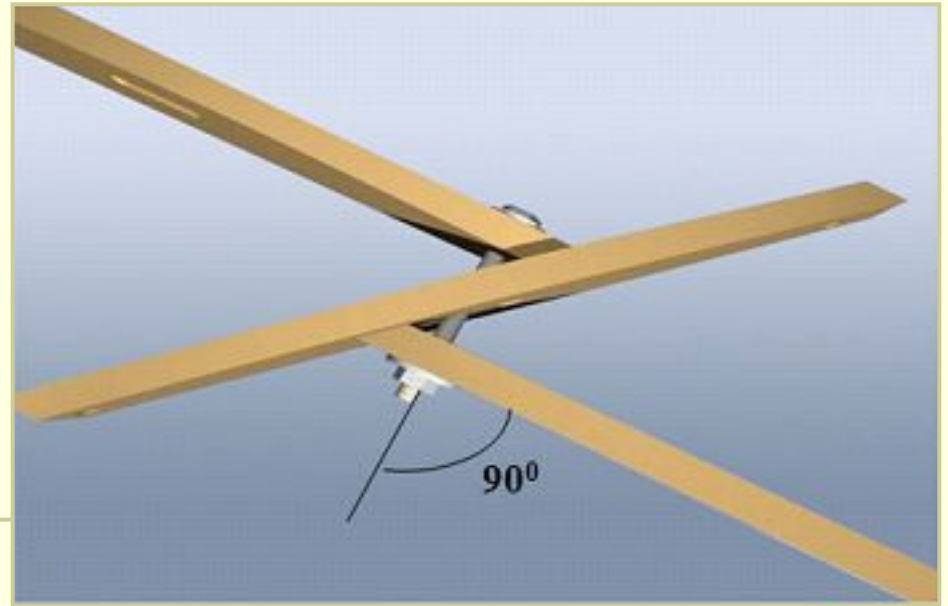
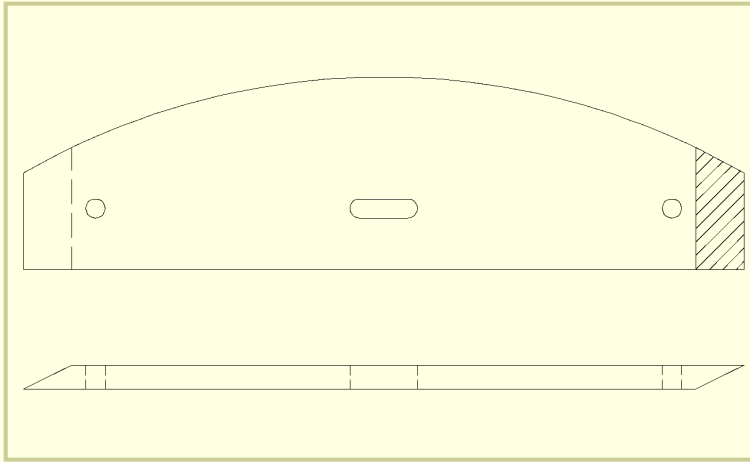
- Состоит из косяков (цельных или клефанерных).
- Пролёт сводов из цельных косяков $L = 12-20$ м, из клефанерных $L = 20-100$ м.
- В зависимости от конструкции косяков и их соединения между собой различают:
 - безметалльные кружально-сетчатые своды системы С.И.Песельника;
 - кружально-сетчатые своды с узлами на болтах;
 - своды из составных клефанерных косяков.



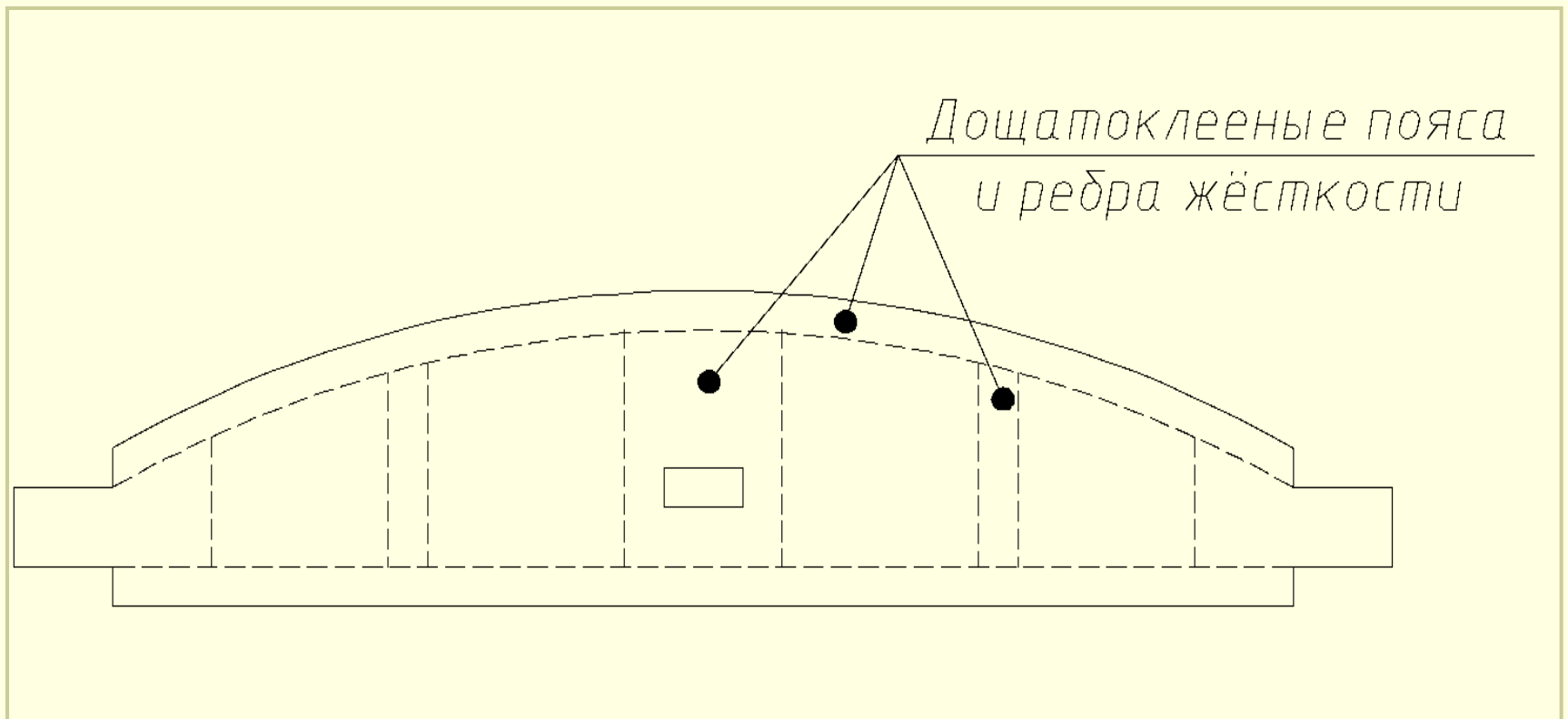
- ❑ Основные узлы сетки образуются из трёх косяков, один из которых является **сквозным** и проходит через узел не прерываясь, а два других **набегающих** косяка примыкают к сквозному.
- ❑ Косяки системы Песельника:



□ Косяки с узлами на болтах:

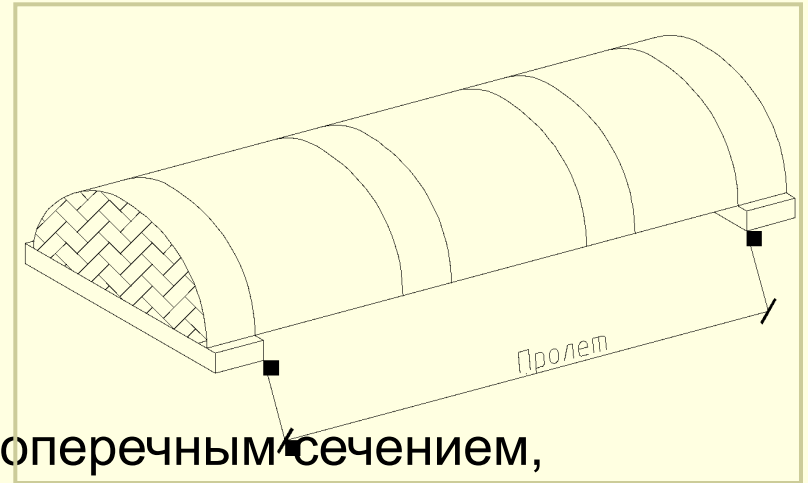


□ Клефанерный косяк:

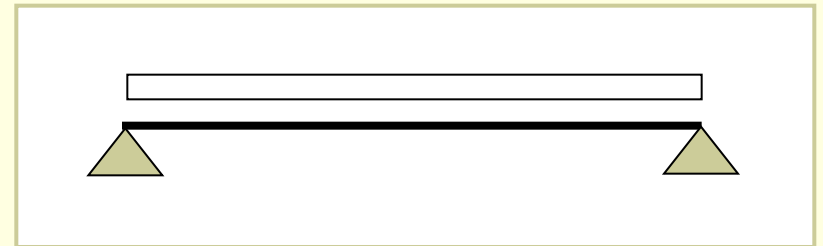
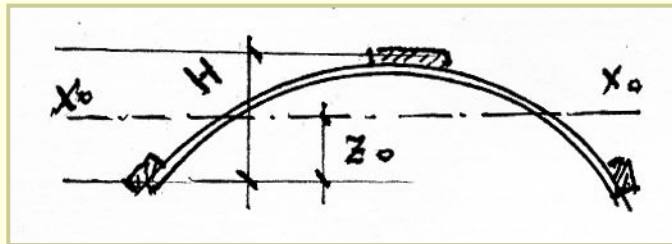


8.2.2. Безраспорные своды-оболочки

- Представляют собой покрытие цилиндрической формы, опёртое на торцовые стены.

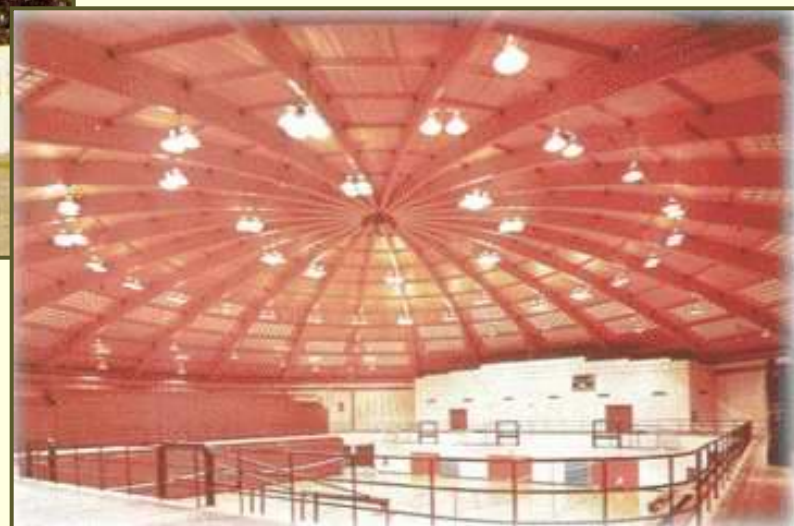
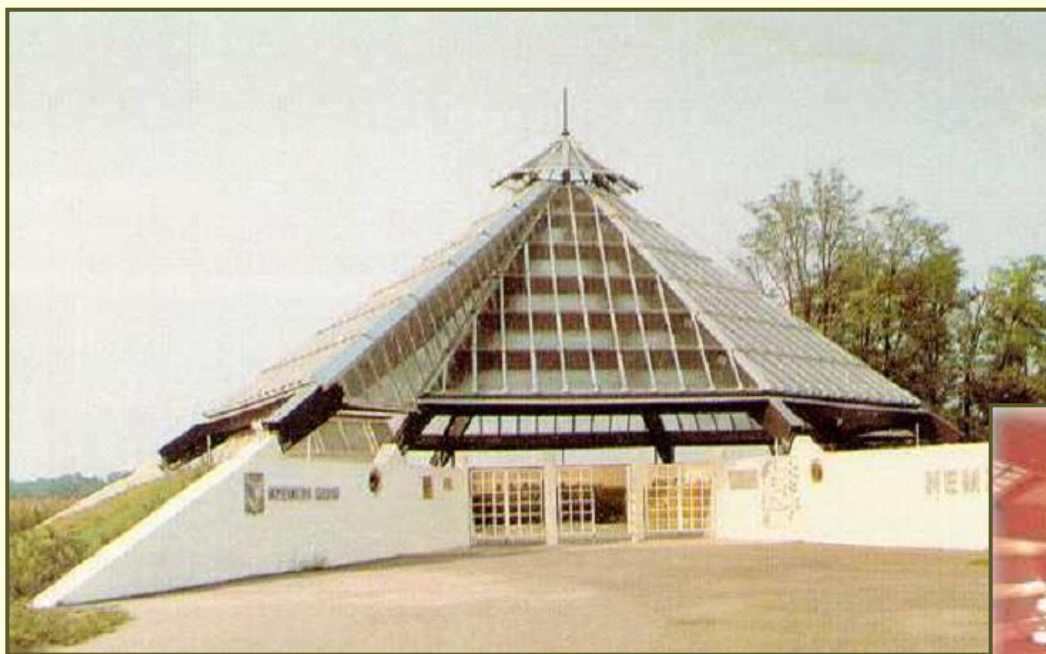


- Рассчитывается как балка с поперечным сечением, соответствующим поперечному сечению свода.



8.3. Купола

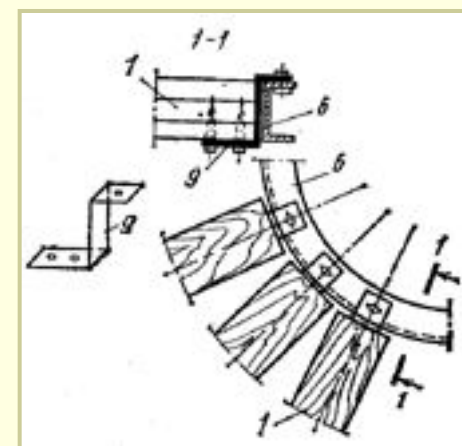
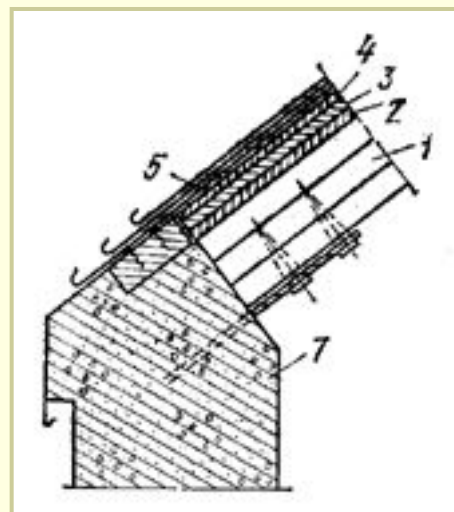
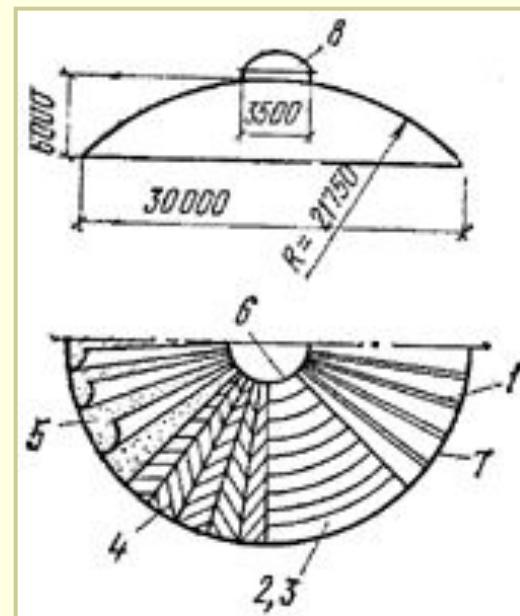
- Могут быть многогранными и сферическими:



- В зависимости от конструктивного решения делятся на:
 - тонкостенные $L = 12 \dots 35$ м;
 - радиальные;
 - ребристые и ребристо-кольцевые $L = 35 \dots 120$ м и более;
 - сетчатые.

8.3.1. Тонкостенный купол-оболочка

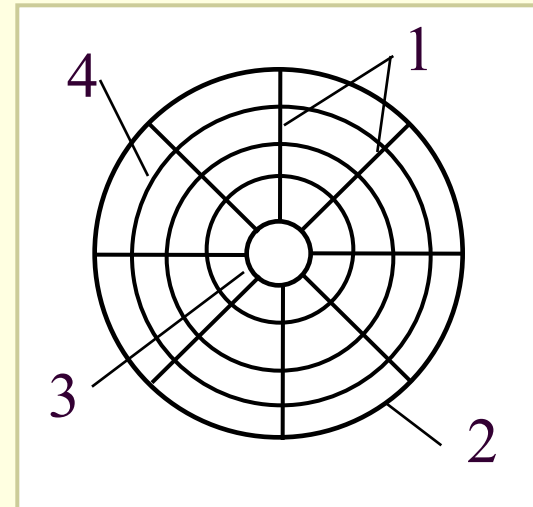
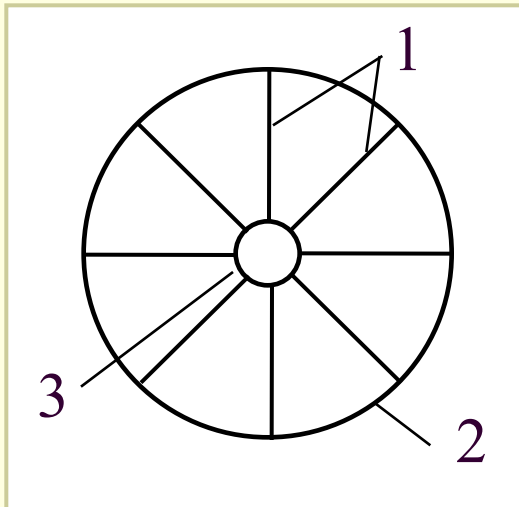
1. Дощатые ребра (арочки)
2. Нижний слой кольцевого настила
3. Верхний слой кольцевого настила
4. Косой настил
5. Кровля
6. Верхнее опорное кольцо
7. Нижнее опорное кольцо
8. Фонарь
9. Деталь крепления ребер.



8.3.3. Радиальные купола

- ❑ Составляют из полуарок сплошной или сквозной системы.
 - 1 – полуарки
 - 2 – опорное кольцо
 - 3 – ключевое опорное кольцо
 - 4 – кольцевые прогоны

- ❑ Прогоны и настил в общей работе не учитываются



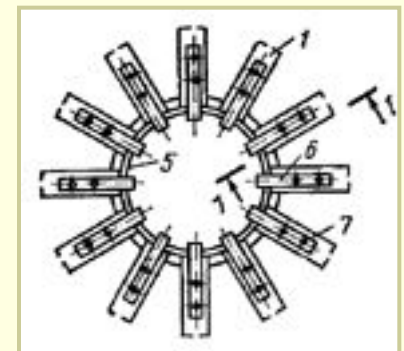
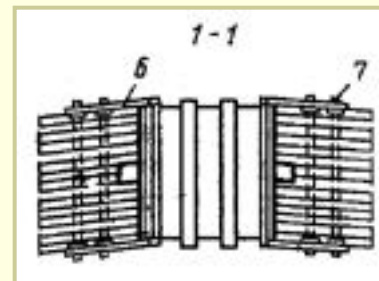
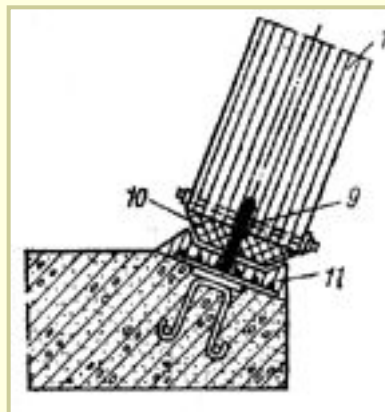
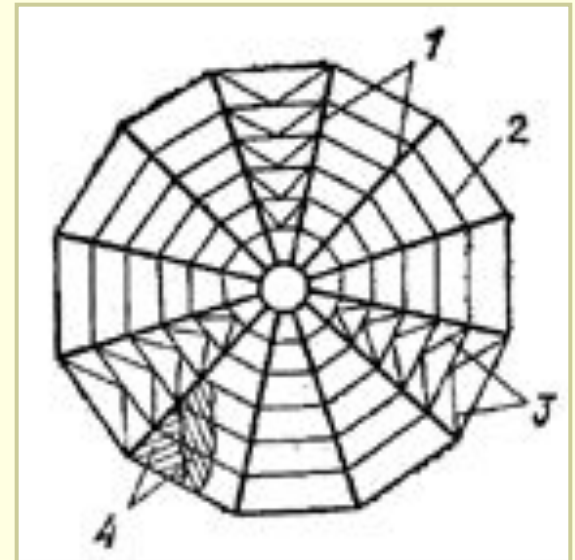
Восстановление купола Троицкого храма в Санкт-Петербурге



8.3.3. Ребристые купола

- В расчете учитывается совместная работа прогонов и настила.

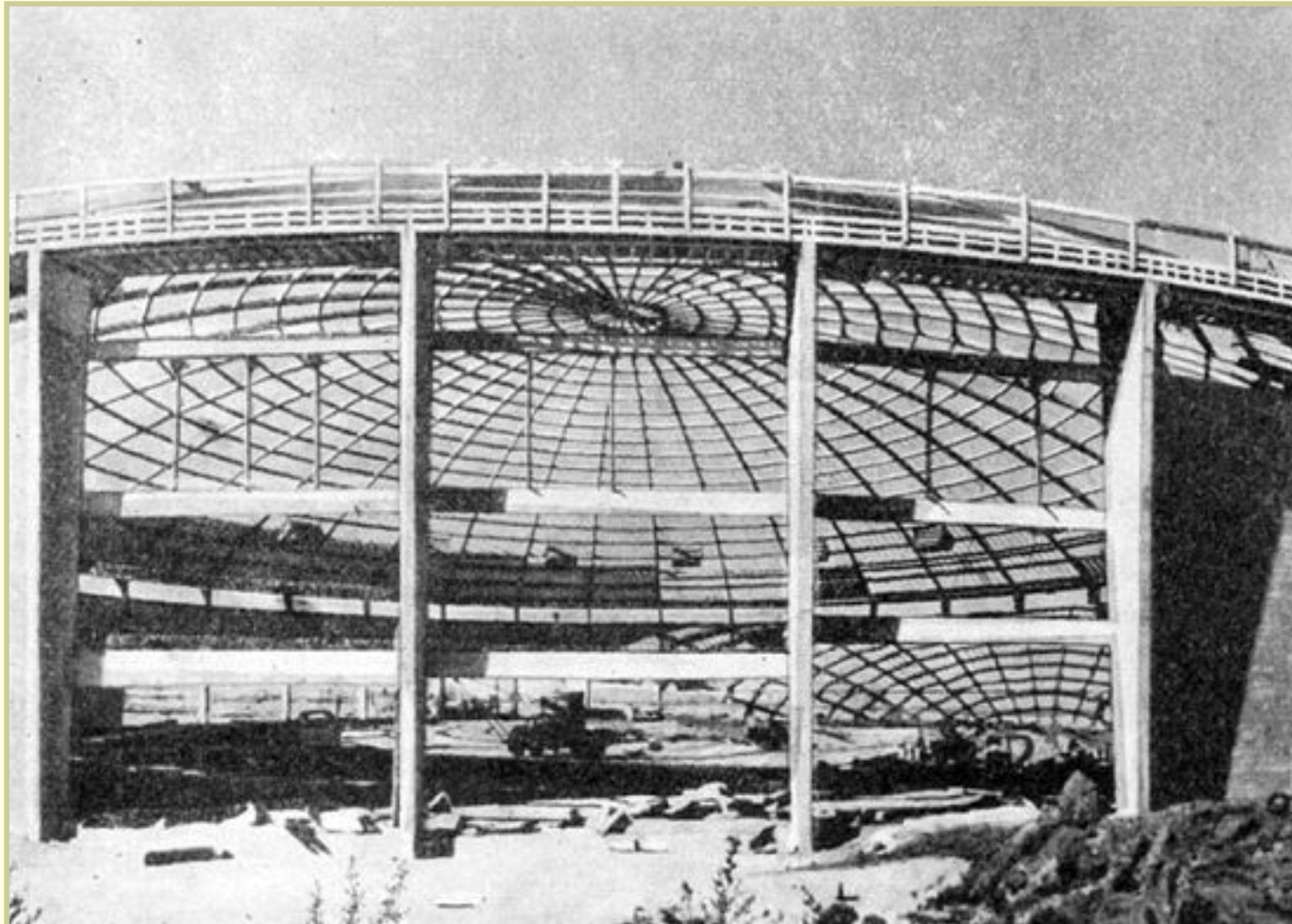
1. – полуарки
2. – опорное кольцо
3. – ключевое опорное кольцо
4. – кольцевые прогоны



Ребристый купол со сквозными ребрами



Ребристо-кольцевой купол диаметром 91,5 м (спортивный зал штата Монтана, США)

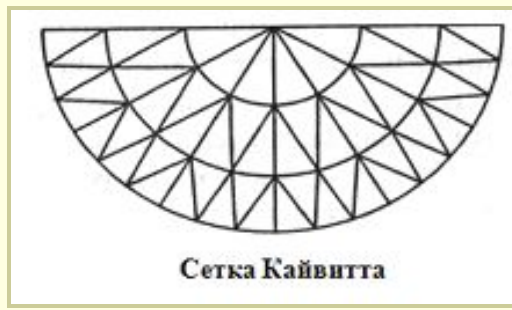


В покрытии установлено 36 ребер длиной 45 м. Поперечное сечение 500x1750.

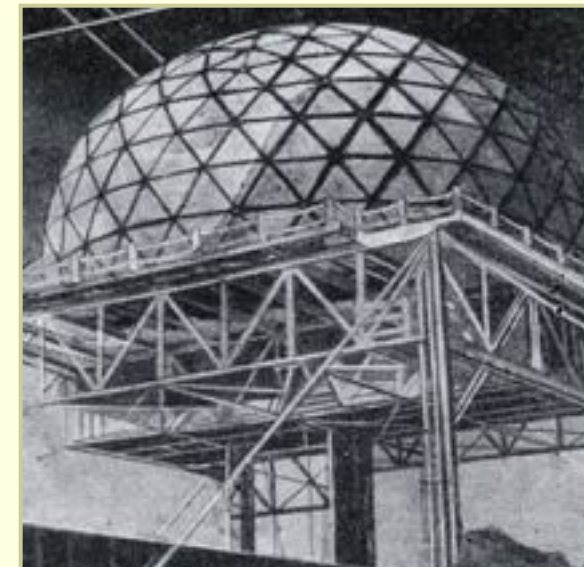
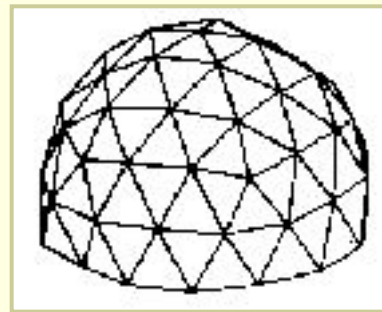
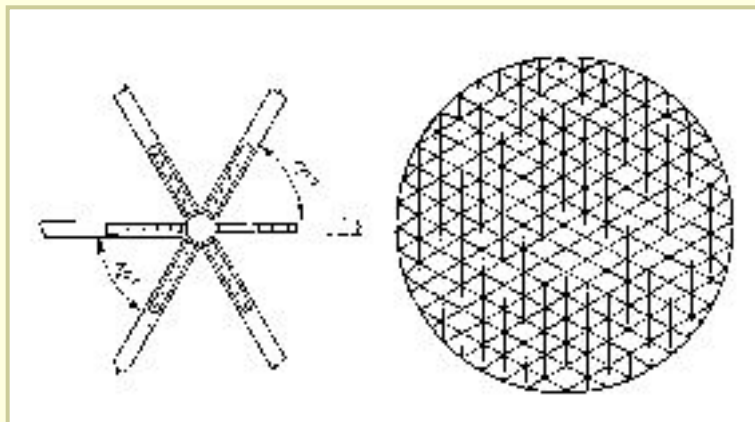
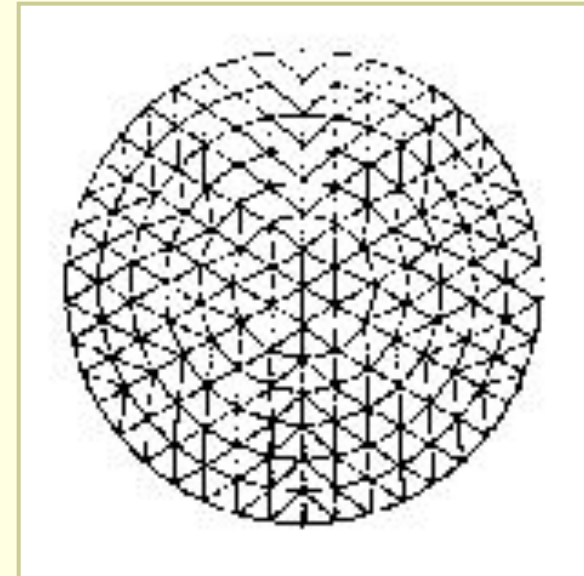
8.3.4. Сетчатые купола

Настилы не учитываются в общей работе.

Купол, образованный из колец, соединенных раскосной решеткой

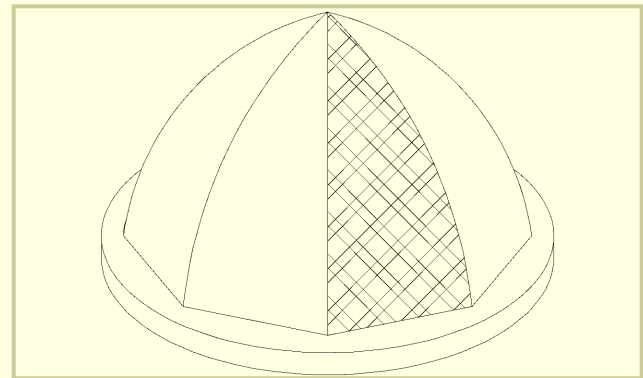
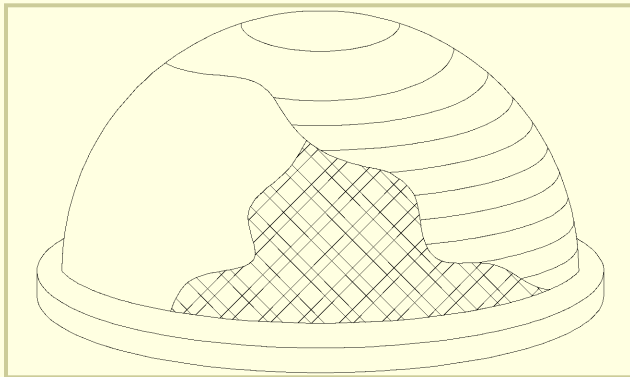


Геодезический купол

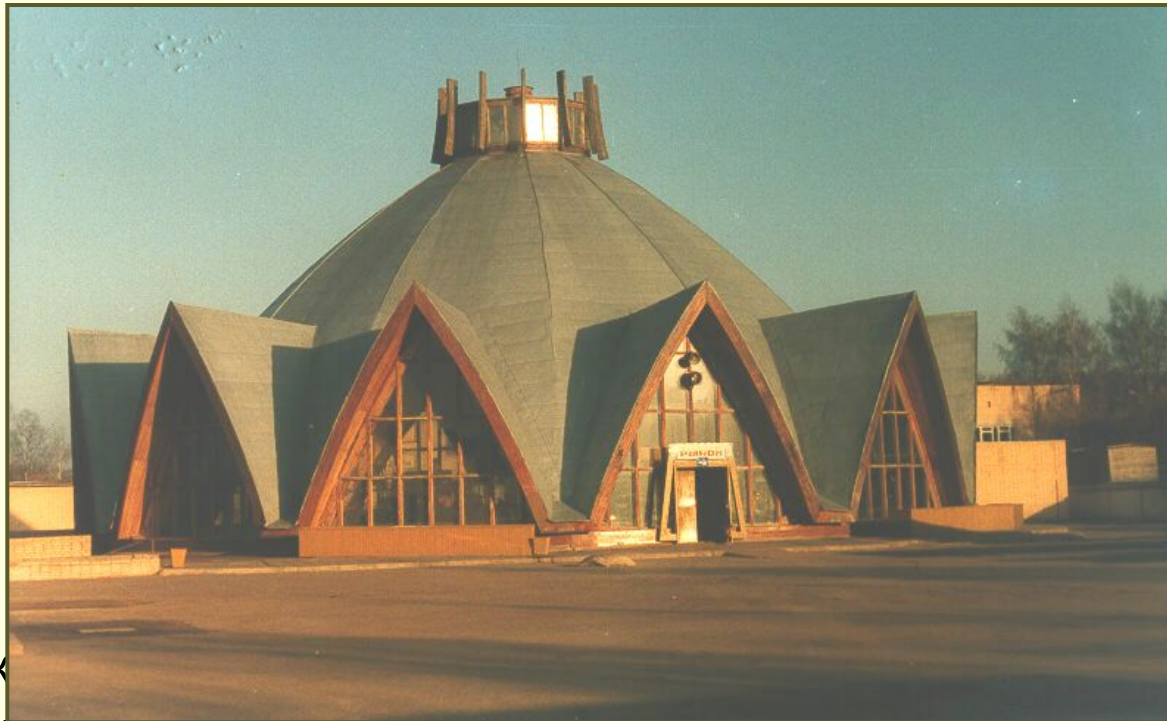


8.3.5. Кружально-сетчатые купола

- ❑ Могут быть сферическими, из сомкнутых или крестовых сводов.
- ❑ Сетка может быть ромбической и прямоугольной.
- ❑ Узлы решены на врубках или болтах.

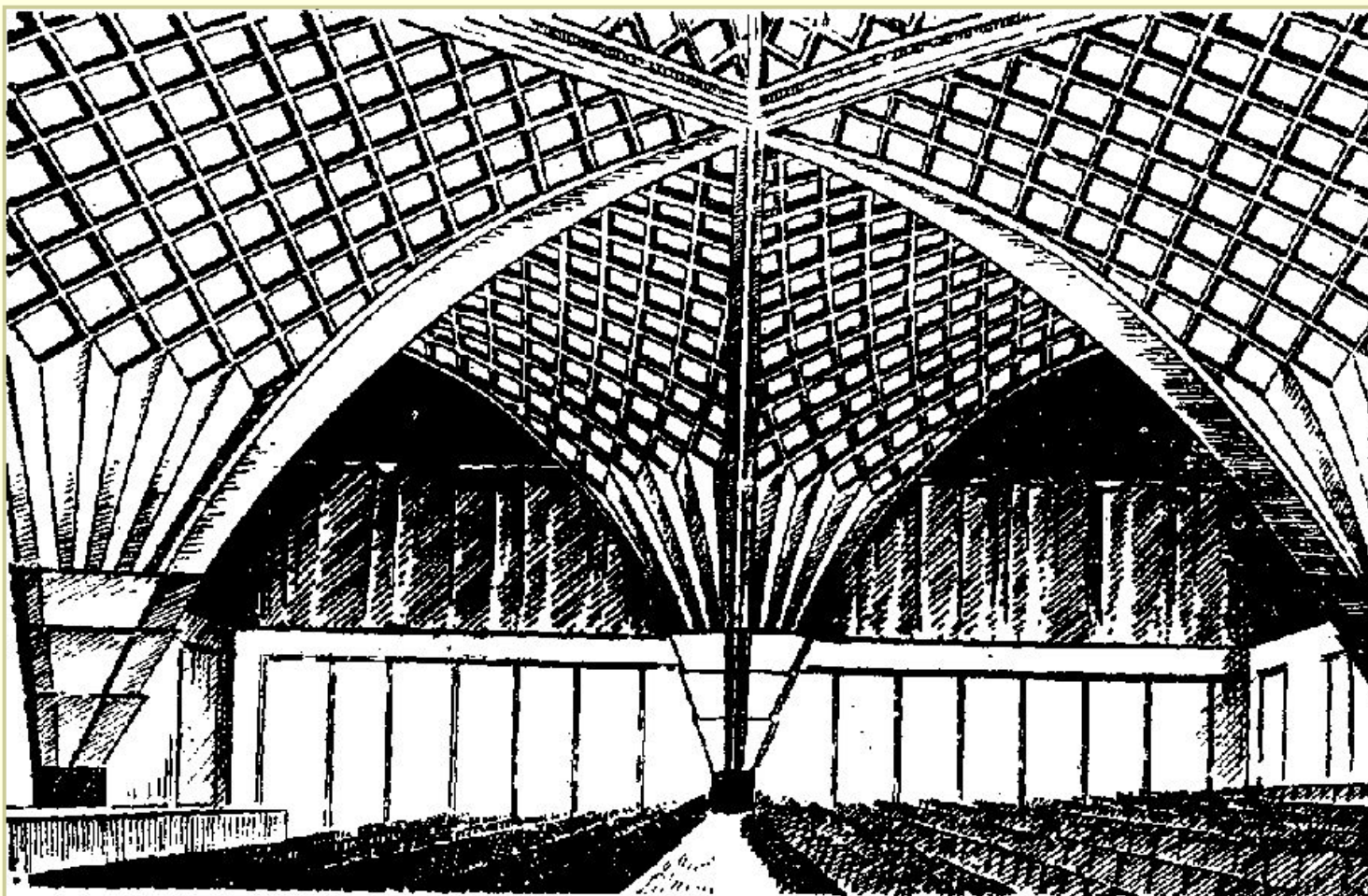


- ❑ Купол из сомкнутых сводов.



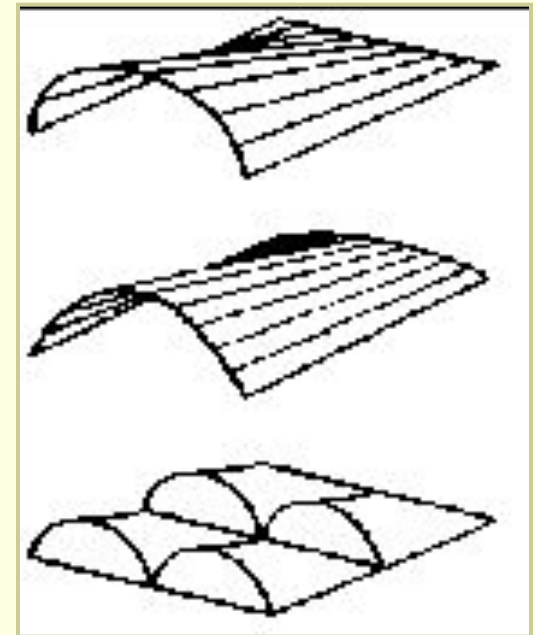
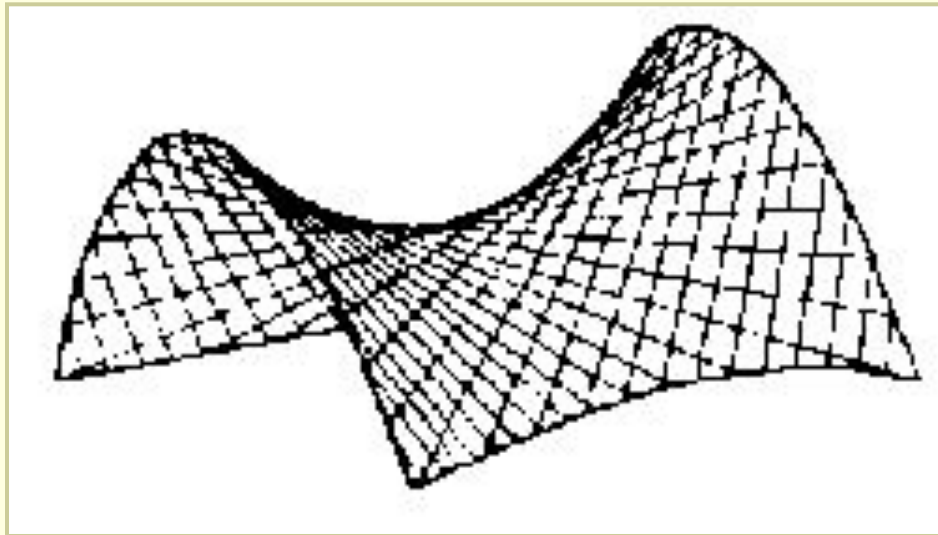
- ❑ Конструкция перекрывает пролет 257 м.

- Кружально-сетчатый купол из крестовых сводов.

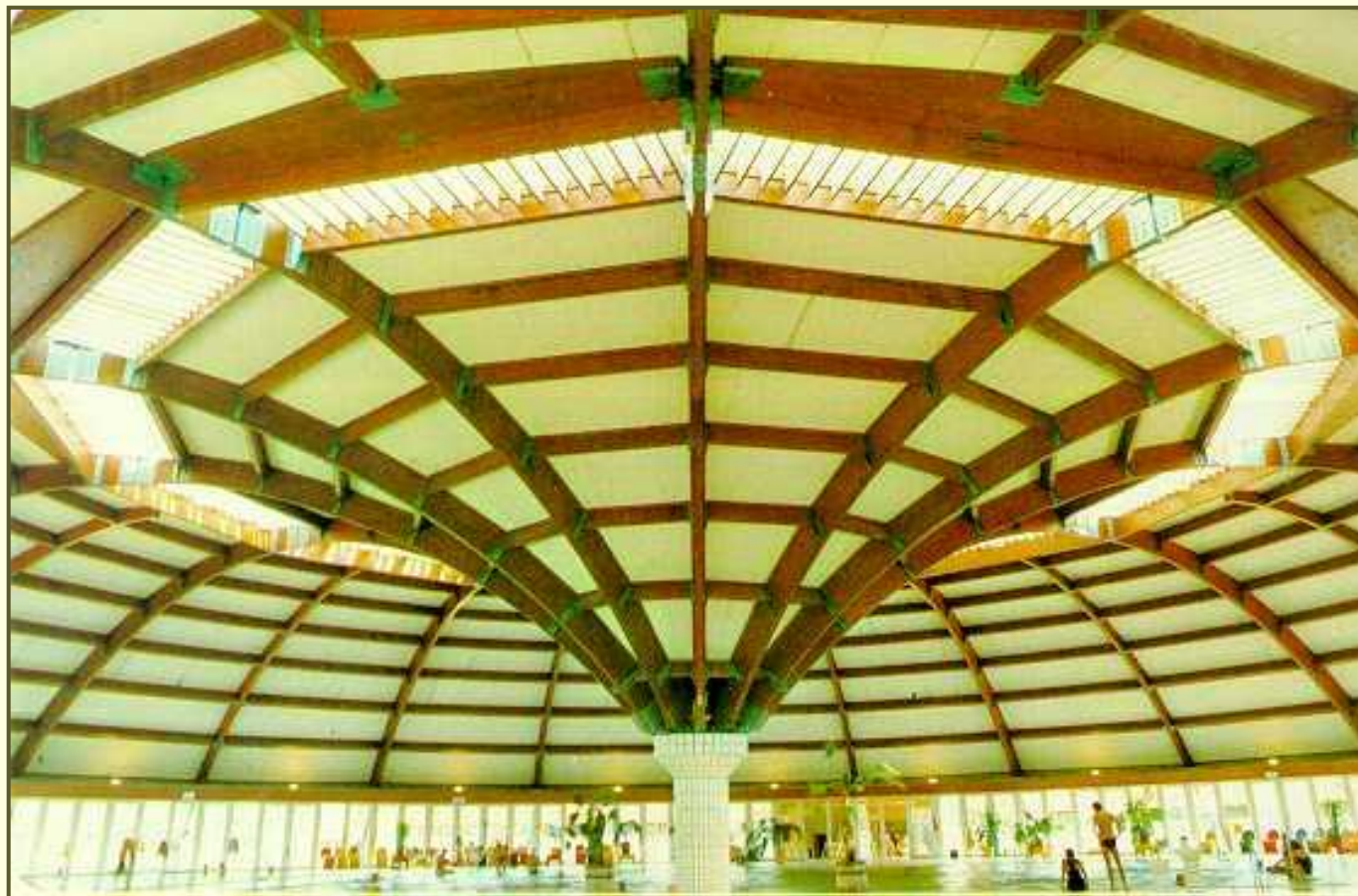


8.4. Оболочки

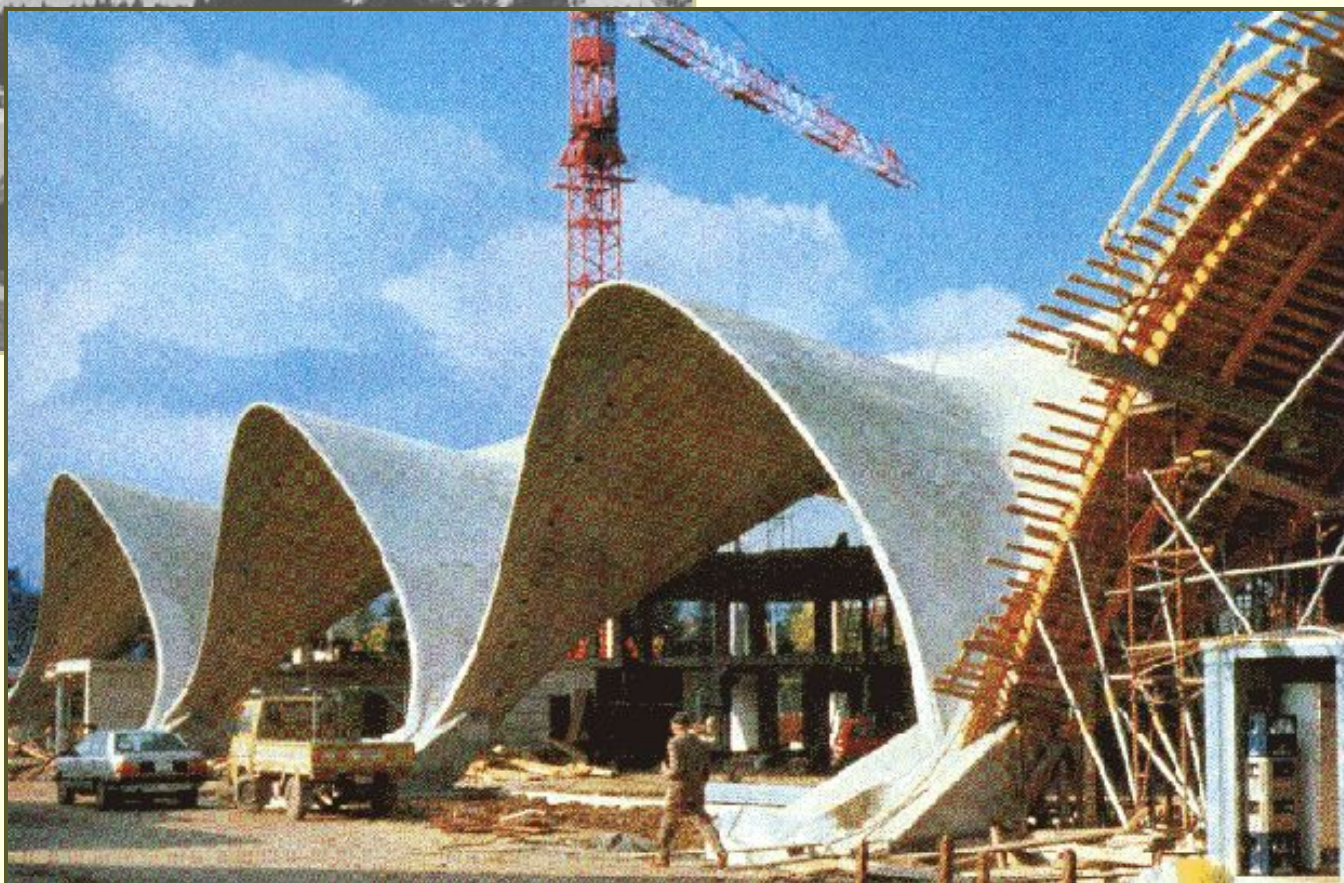
- ❑ Широко применяют деревянные тонкостенные и ребристые оболочки: двоякой положительной и отрицательной кривизны, воронкообразные, бочарные, седловидные, гиперболические и т.п.



- Воронкообразная ребристая оболочка $L=54,4$ м



□ Оболочки положительной Гауссовой кривизны



□ Конусообразные и седловидные оболочки

