

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Пространственные строительных конструкций – это конструкции, элементы которых расположены в двух или трех плоскостях, а нагрузки приложены двух направлениях (вертикально и горизонтально).

Область применения пространственных конструкций:

- ❑ общественные здания: спортивные сооружения, концертные залы, выставочные павильоны, торговые комплексы и т. д.
- ❑ промышленные здания: ангары, гаражи, склады, резервуары и т.д.

Малый дворец спорта в Риме



Достоинства пространственных конструкций:

- позволяют перекрывать большие пролеты без промежуточных опор;
- уменьшают массу покрытия на 25-40% по сравнению с покрытиями из плоских элементов;
- придают зданиям и сооружениям особую архитектурную выразительность;
- позволяют сочетать несущие и ограждающие функции;
- за счет пространственной работы конструкции достигается лучшее использование материала;
- отсутствует многоступенчатая передача внешних нагрузок.

Недостатки пространственных конструкций:

- большая трудоемкость изготовления и монтажа;
- сложность транспортировки;
- высокая стоимость.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1. В зависимости от конструктивного решения и способа образования, пространственные конструкции можно разделить на следующие виды.

- оболочки;
- стержневые конструкции;
- висячие конструкции.

2. По материалу:

- железобетонные;
- металлические (сталь, алюминиевые сплавы и др.);
- деревянные;
- пластмассовые.

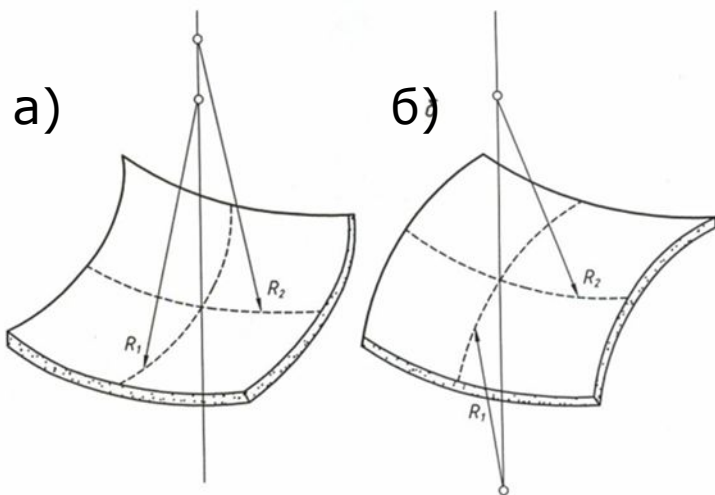
пространственные конструкции покрытия



Гауссова кривизна поверхности оболочки $\Gamma = K_1 \times K_2$
(это произведение двух главных кривизн)

Кривизна оболочки - величина обратная радиусу образующей оболочки $K_1 = 1/R_1$ и $K_2 = 1/R_2$. Если:

- $\Gamma > 0$. Оболочка положительной гауссовой кривизны (поверхность эллипсоида, сфера)
- $\Gamma = 0$. Оболочка нулевой гауссовой кривизны (цилиндрические оболочки)
- $\Gamma < 0$. Оболочка отрицательной гауссовой кривизны (гиперболический параболоид)



а) оболочка положительной
Гауссовой кривизны
б) оболочка отрицательной
Гауссовой кривизны

ОБОЛОЧКИ

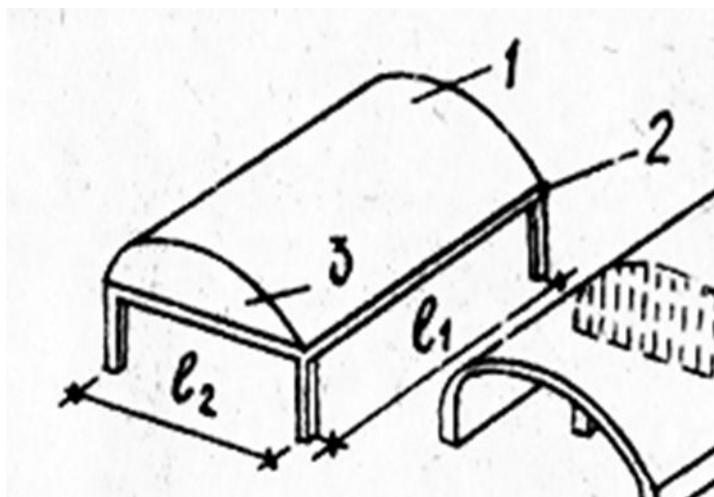
По способу образования делятся на:

- оболочки переноса (цилиндрические или двоякой кривизны);
- оболочки вращения (купол, гипары);

Наиболее распространенными, благодаря простоте изготовления, являются цилиндрические оболочки.

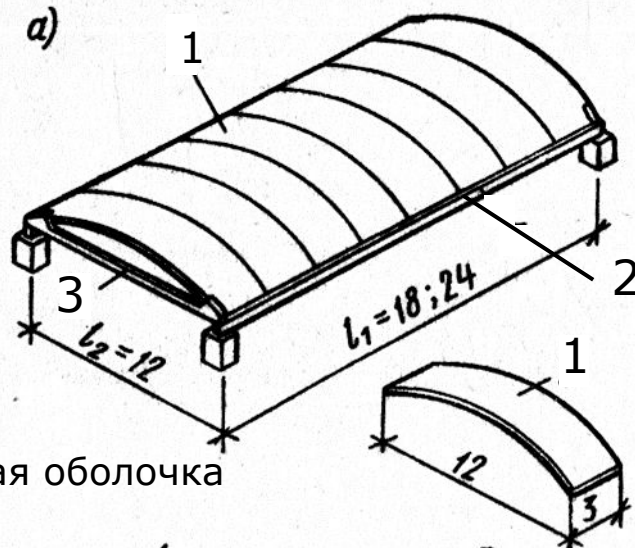
Конструкция оболочки состоит из следующих основных элементов:

- тонкой *плиты*, очерченной по цилиндрической поверхности;
- бортовых элементов вдоль крайних образующих;
- поперечных диафрагм по криволинейным краям, опирающихся на колонны. Диафрагмы выполняются в виде арочных балок, ферм.
- Тонкостенная плита может быть гладкой или ребристой (обычно выполняют из железобетона, могут быть из клееной древесины и пластмасс).



Монолитная оболочка

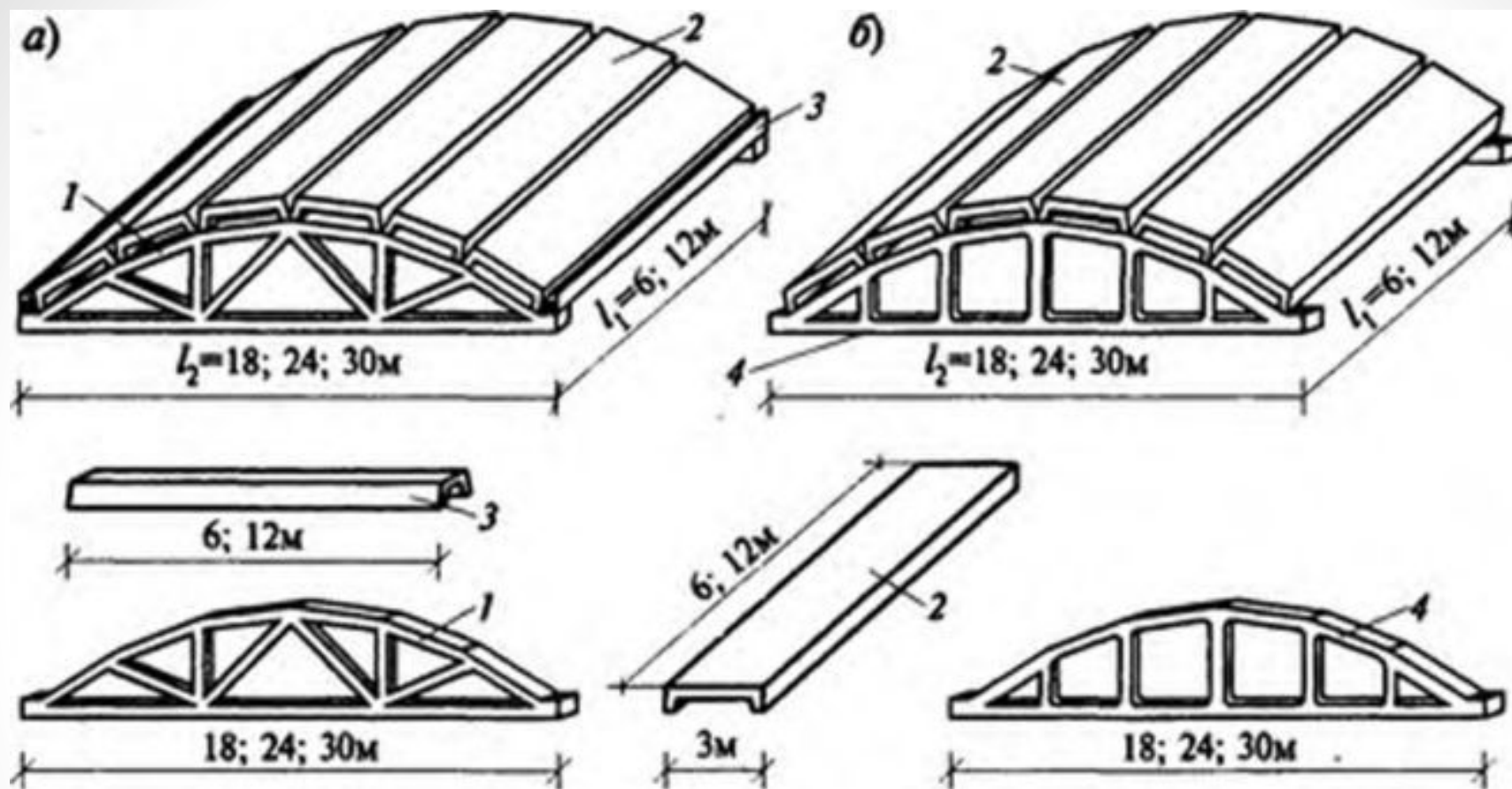
- 1 – тонкостенная оболочка (скорлупа);
 2- бортовой элемент;
 3- диафрагма.



Сборная оболочка

Геометрические характеристики оболочек

Основные пропорции длинных оболочек и их сечения для обычных пролетов (до 36 м) назначают, исходя из конструктивных и технологических требований. Полную высоту оболочки h , включая высоту бортовой балки, рекомендуется назначать равной $h = \ell_1 (1/10 - 1/15)$, а стрелу подъема волны $f = \ell_2 (1/6 - 1/8)$. Примерная высота бортовых элементов составляет $h = \ell_1 (1/20 - 1/30)$.



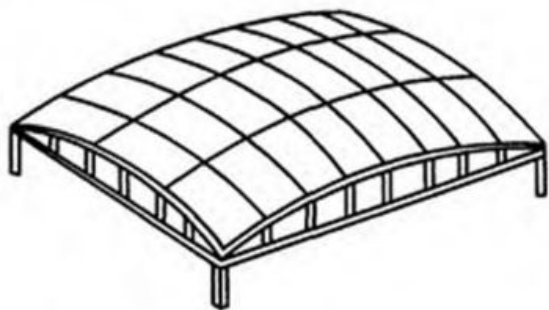
Короткие цилиндрические оболочки (призматические складки):

а - с бортовыми элементами;

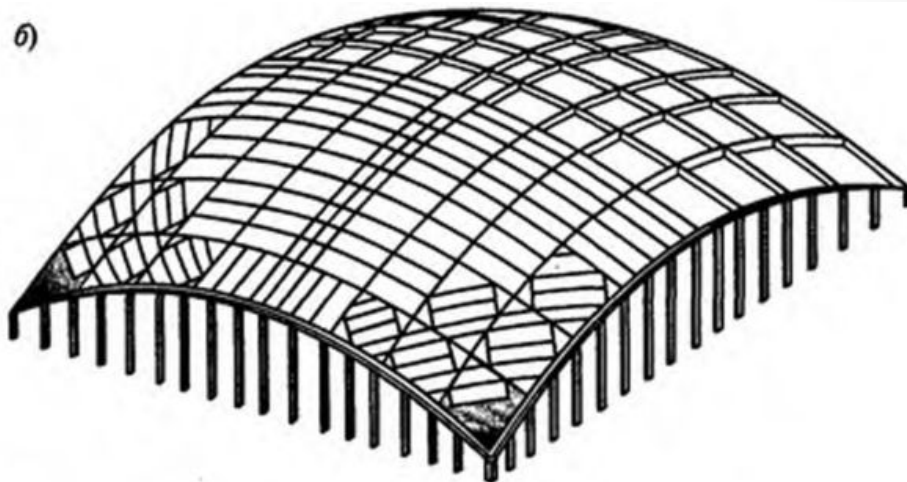
б - без бортовых элементов;

1 - ферма-диафрагма; 2 - плита; 3 - бортовой элемент; 4 - безраскосная ферма-диафрагма

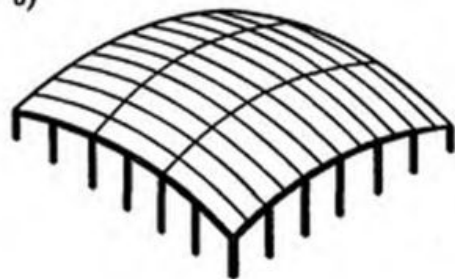
а)



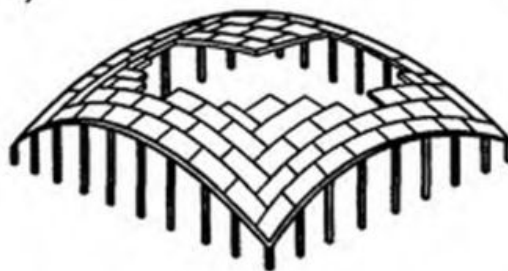
б)



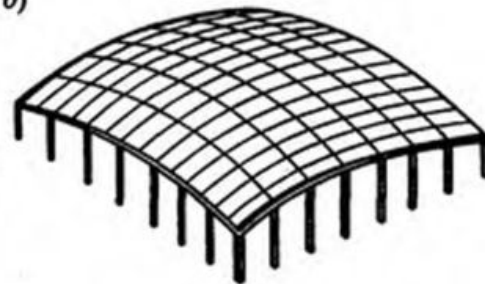
в)



г)



д)



Сборные железобетонные оболочки положительной гауссовой кривизны (оболочки двоякой кривизны):

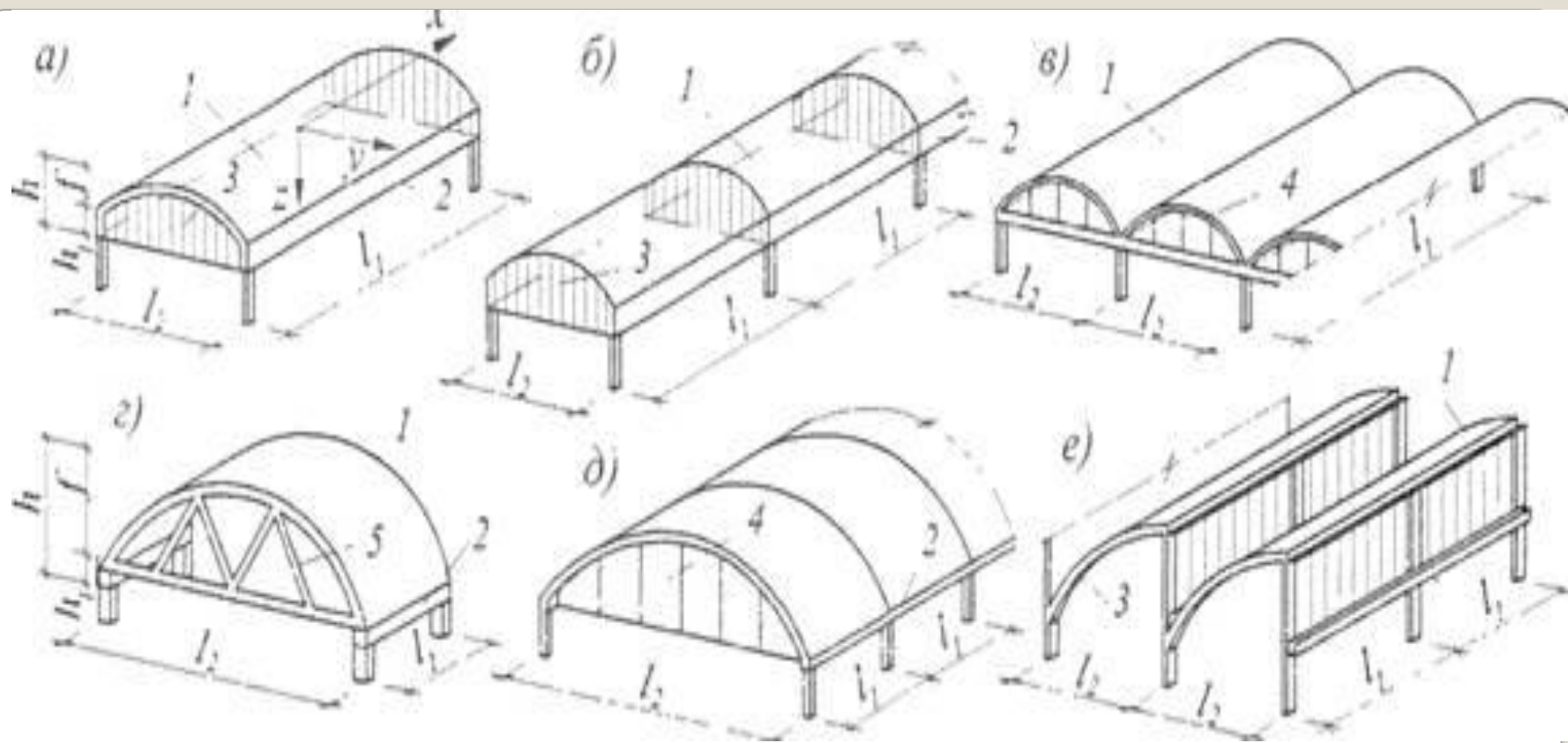
а – для сеток колонн 18х18м и 24х24м;

б – для пролетов до 102м с системой промежуточных балок;

в – то же, без промежуточных балок;

г – то же, пролетом до 42м, монтируемых навесным способом;

д – пролетом до 60м типа криволинейных многогранников



а, б, в – длинные цилиндрические оболочки;
 г, д – короткие цилиндрические оболочки;
 ш – шедовые оболочки.

Виды оболочек переноса

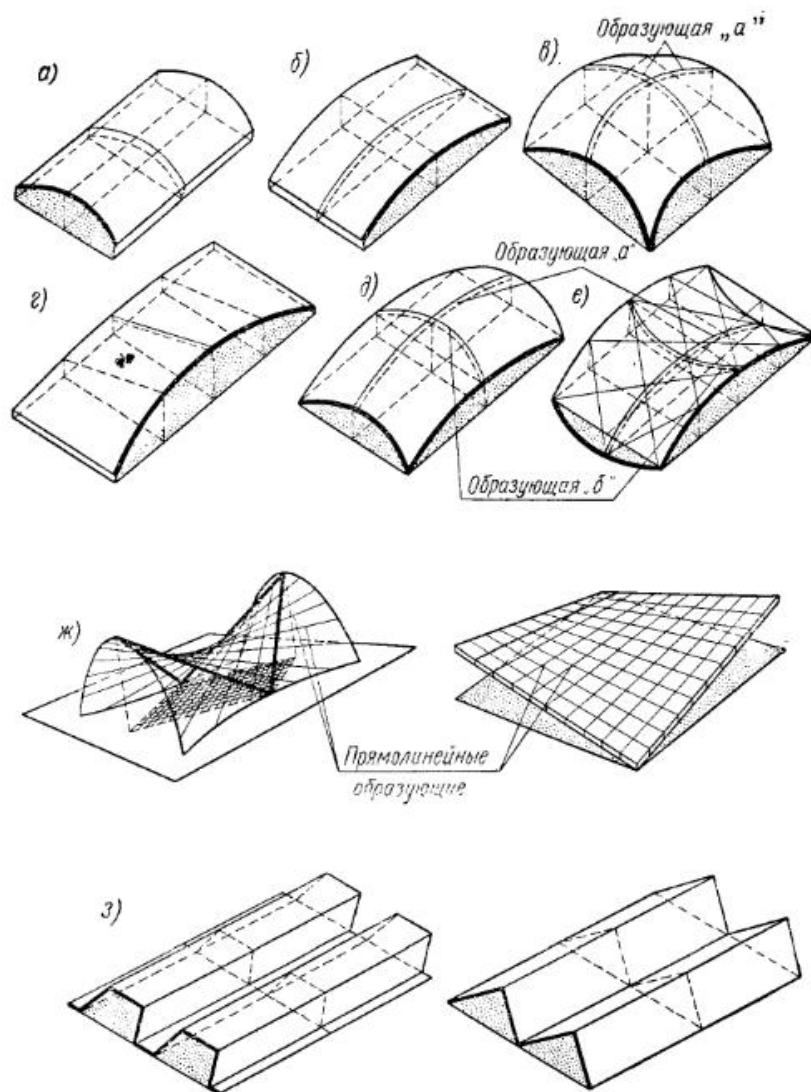


Рис. 82. Виды оболочек:

а — цилиндрическая длинная; б — то же, короткая; в — купольная (парусная); г — конoidalная; д — параболоидная; е — гиперболическая; ж — гиперболично-параболическая; з — складчатые

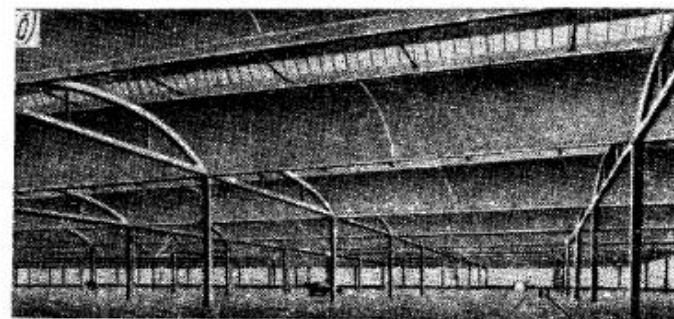
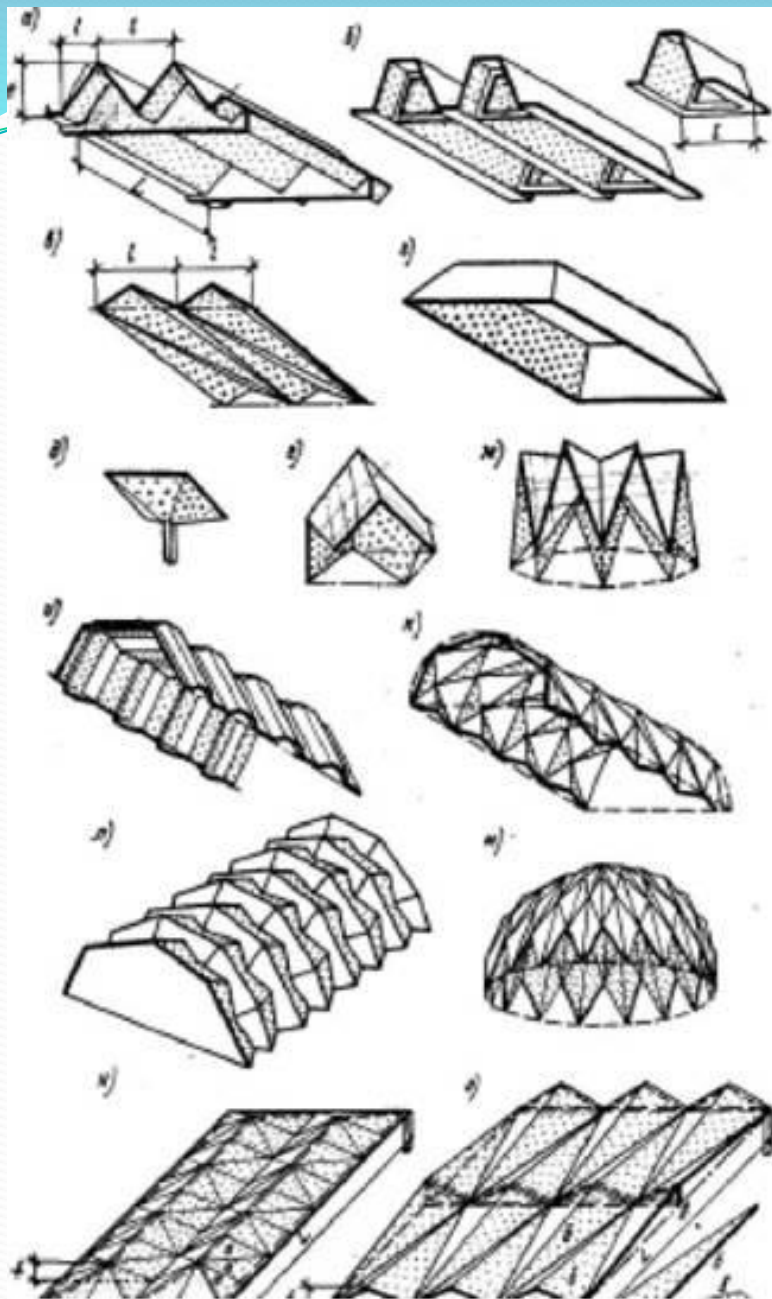


Рис. 83. Пространственные покрытия:

а — с железобетонными фермами пролетом 60 м; б — с применением цилиндрических оболочек

СКЛАДКИ И ШАТРЫ



- а, б — призматические пилообразные и трапецеидальные;
- в — пилообразные из треугольных плоскостей;
- г — шатер с плоским верхом;
- д — складка-капитель;
- е — складка-шатер со спущенными краями;
- ж — многогранный шатер;
- и, к, л — многогранные складчатые своды;
- м — многогранный складчатый купол;
- н — сборное складчатое призматическое покрытие (ПНР);
- о — сборная складка из плоских элементов (ГДР)

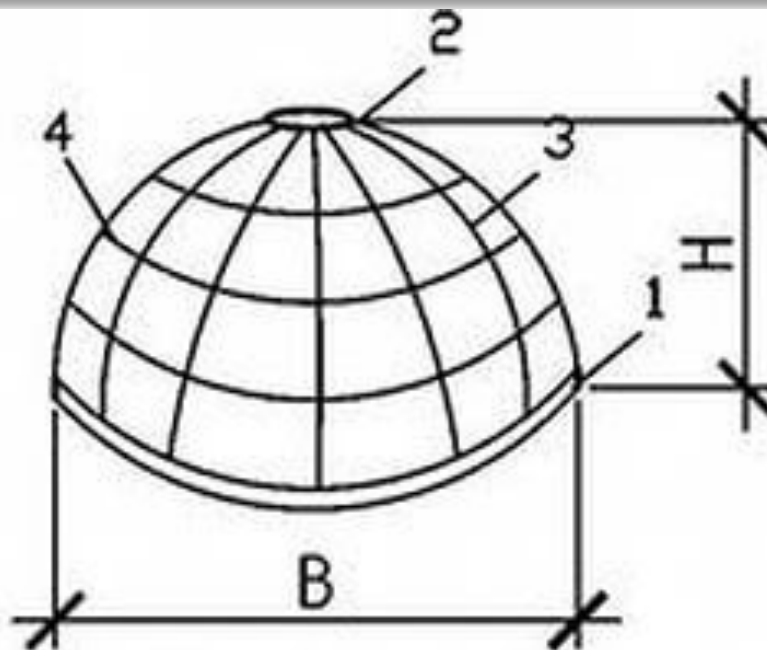
ОБОЛОЧКИ ТИПА ГИПАР И КОМБИНИРОВАННЫЕ ОБОЛОЧКИ



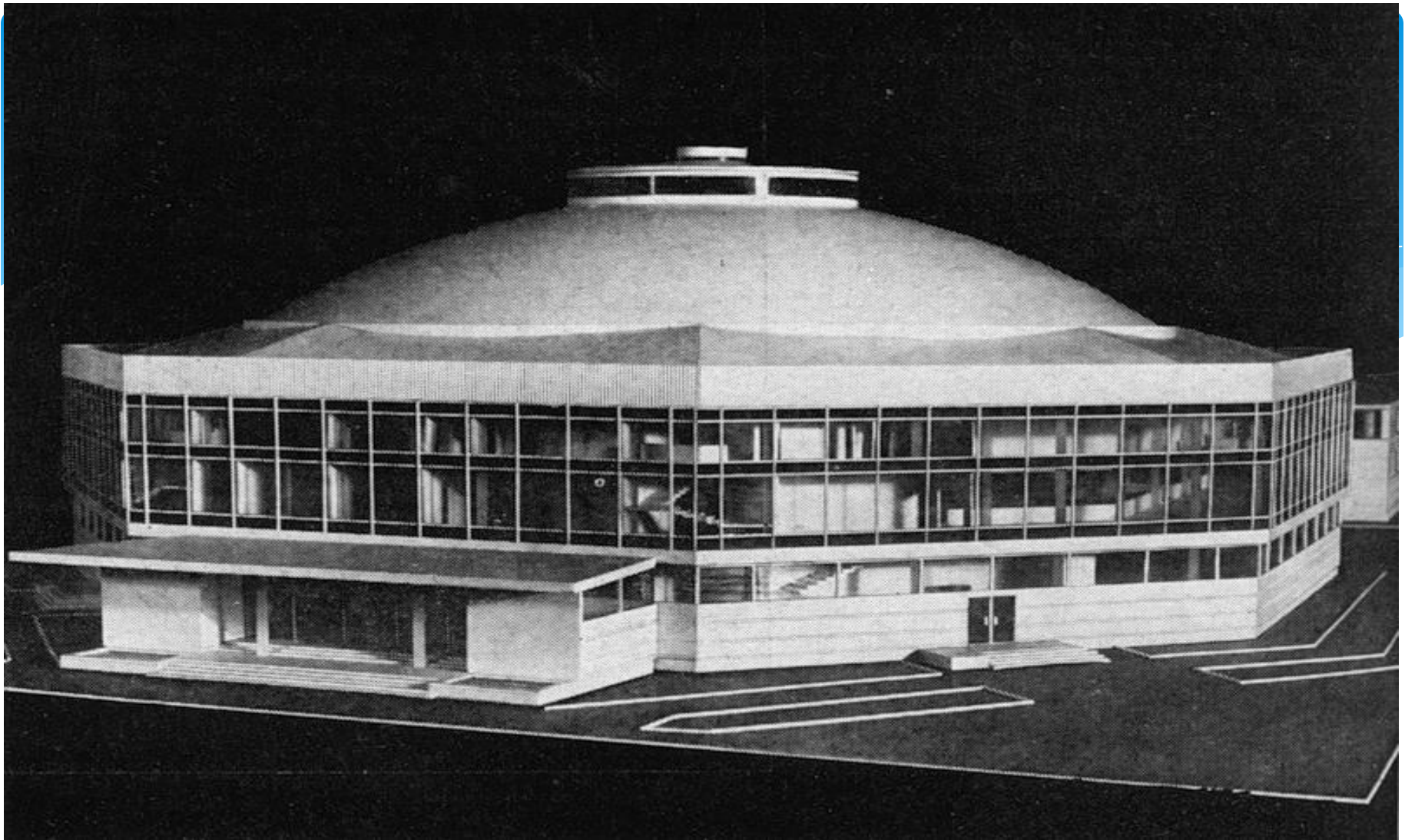
ОБОЛОЧКИ ТИПА ГИПАР И КОМБИНИРОВАННЫЕ ОБОЛОЧКИ



ОБОЛОЧКИ ВРАЩЕНИЯ КУПОЛА



- 1 - нижний опорный контур;
- 2 - верхний опорный контур;
- 3 - радиальное ребро;
- 4 - меридиальное ребро

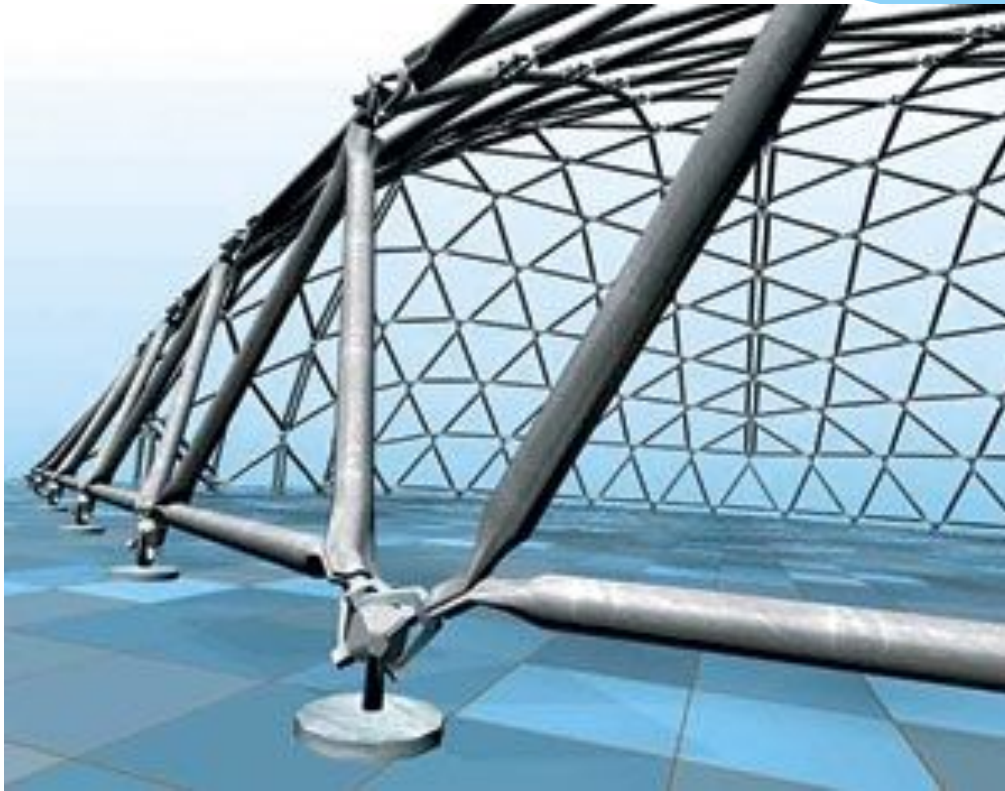


В настоящее время купольные конструкции находят применение для покрытий больших пролетов ангаров, стадионов, гаражей, сборочных цехов, рынков, концертных и спортивных залов, вокзальных и выставочных помещений и т. п.

Деревянный купол



Сетчатый купол



Узел сетчатого купола

Железобетонный купол



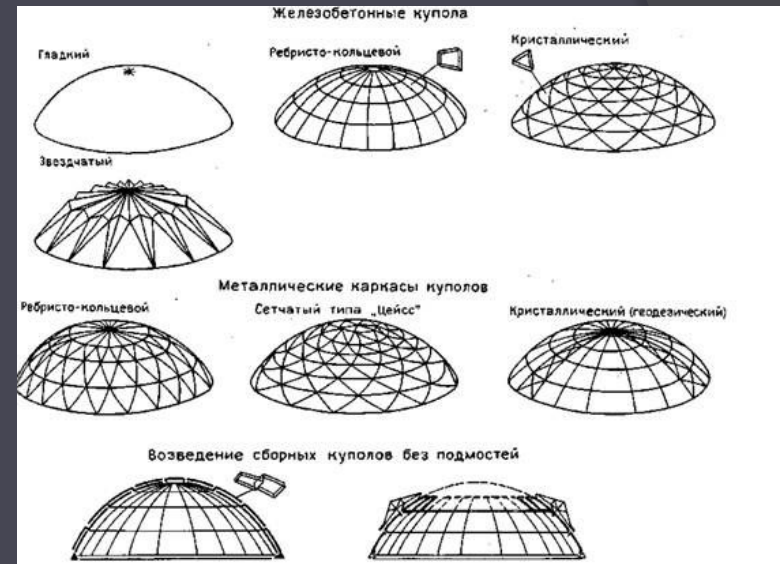
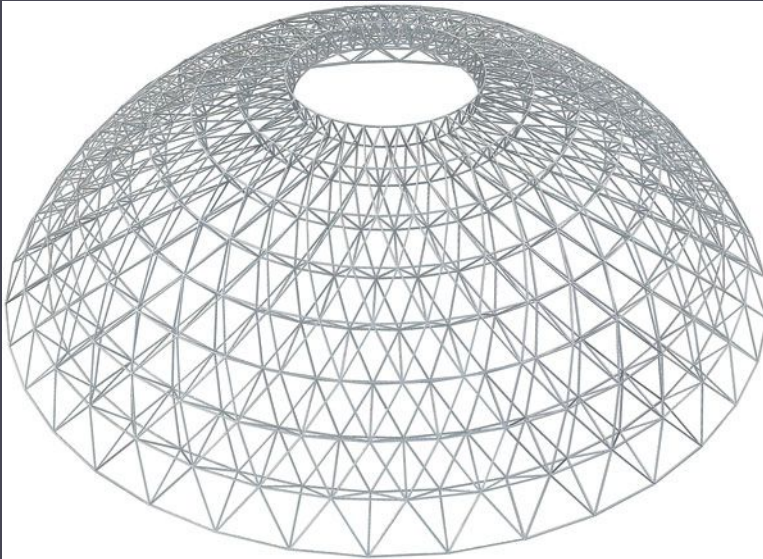
Особой разновидностью купольных конструкций является геодезический купол

Геодезический купол — сферическое архитектурное сооружение, собранное из балок, образующих геодезическую структуру, благодаря которой сооружение в целом обладает хорошими несущими качествами. Геодезический купол является несущей сетчатой оболочкой.



Геодезический купол

○ Сетчатый купол



Форма купола образуется благодаря особому соединению балок — в каждом узле сходятся ребра слегка различной длины, которые в целом образуют многогранник, близкий по форме к сегменту сферы.

Technical drawings illustrating various types of metal mesh and grating:

- a)** A perspective view of a rectangular metal mesh panel with dimensions a (width), b (height), and c (thickness). Arrows indicate the direction of forces or movement.
- b)** A perspective view of a rectangular metal mesh panel with dimensions a (width), b (height), and c (thickness). Arrows indicate the direction of forces or movement.
- c)** A perspective view of a rectangular metal mesh panel with dimensions a (width), b (height), and c (thickness). Arrows indicate the direction of forces or movement.
- d)** A perspective view of a rectangular metal mesh panel with dimensions a (width), b (height), and c (thickness). Arrows indicate the direction of forces or movement.
- e)** A perspective view of a rectangular metal mesh panel with dimensions a (width), b (height), and c (thickness). Arrows indicate the direction of forces or movement.

1. Структурные плиты;
2. Перекрестно-стержневые системы

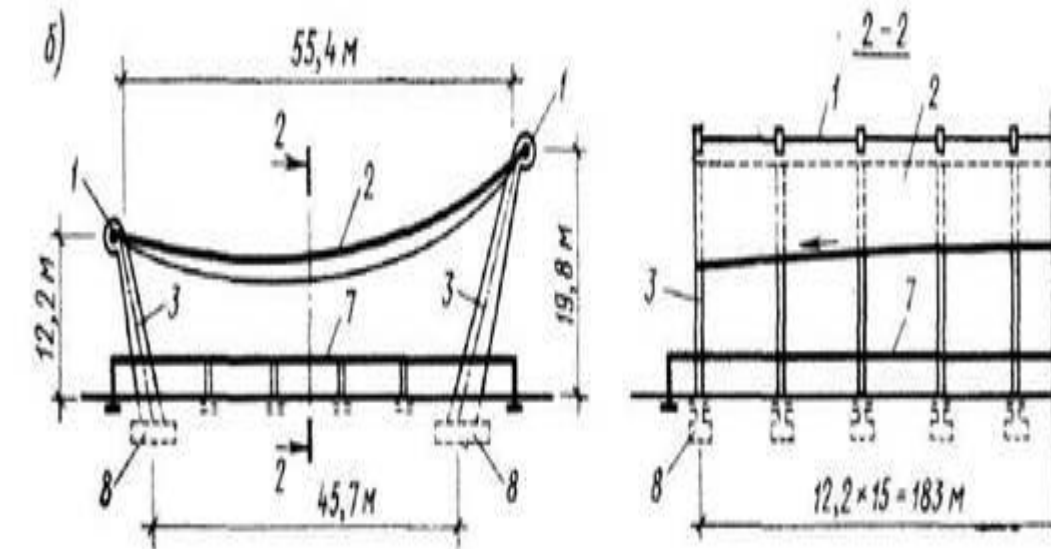
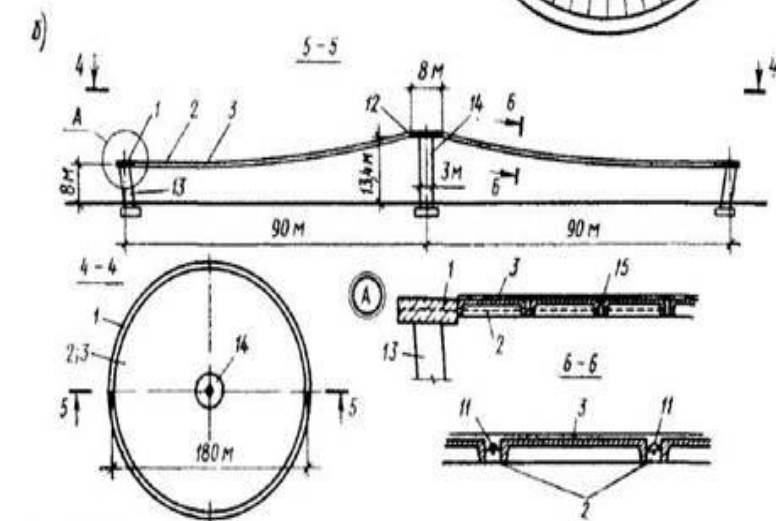
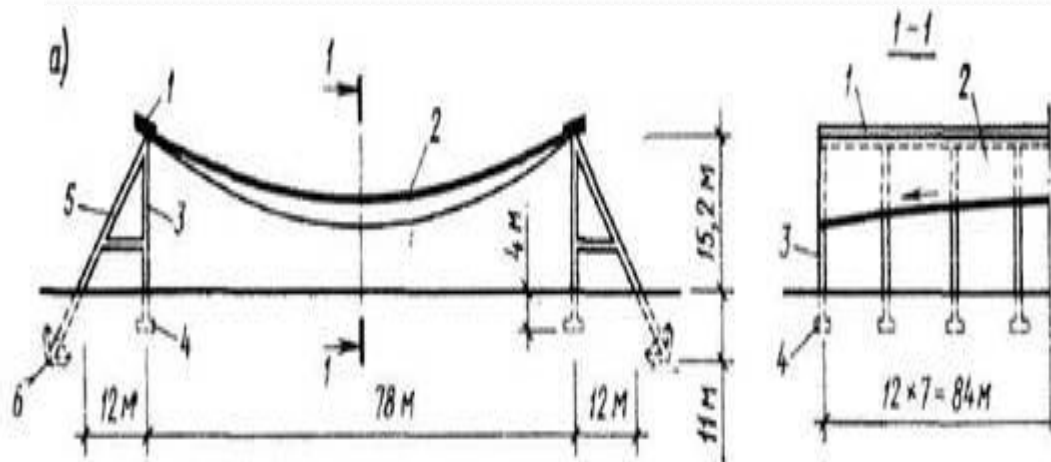
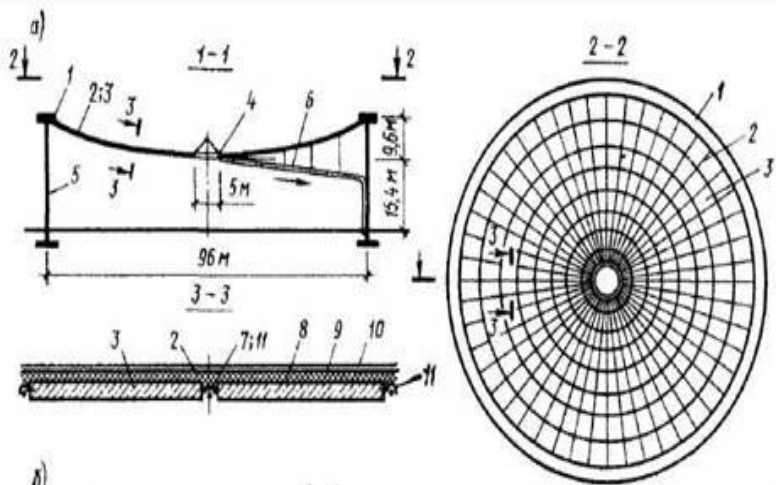
Структурные плиты

Пространственные стержневые конструкции, сходные по своему строению с кристаллическими решетками металла.

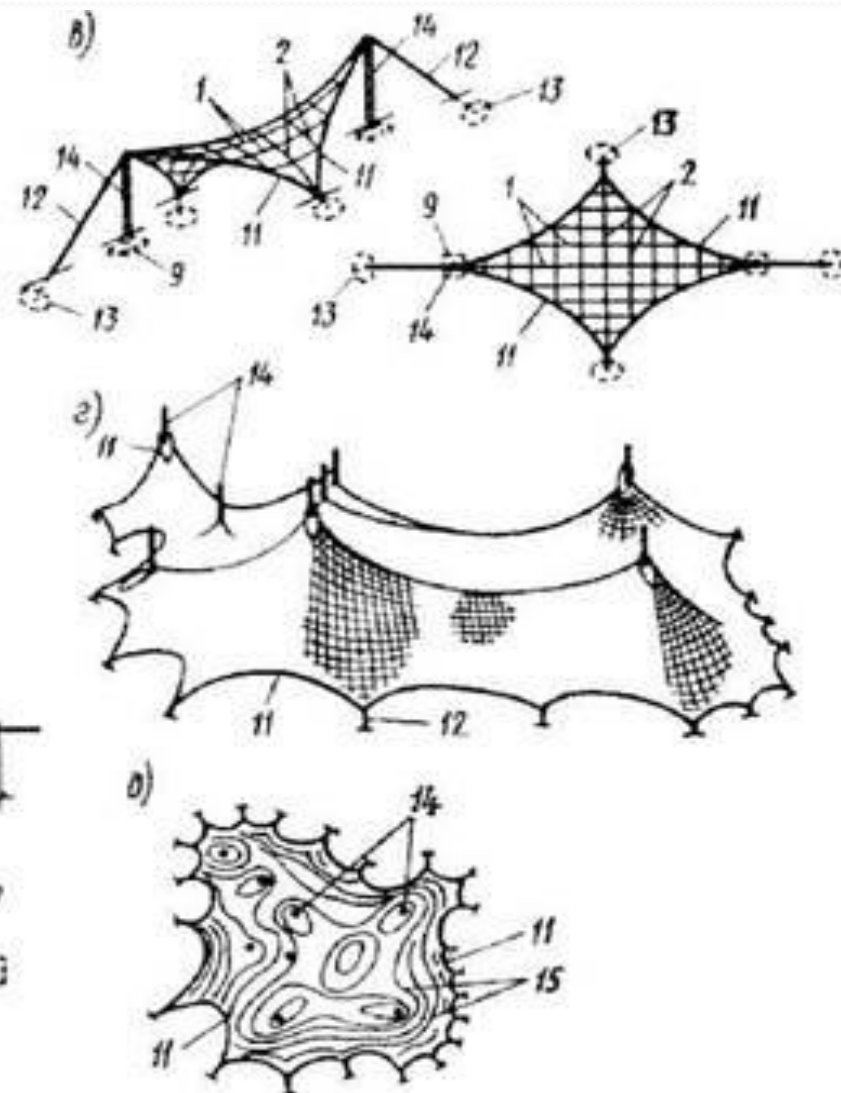
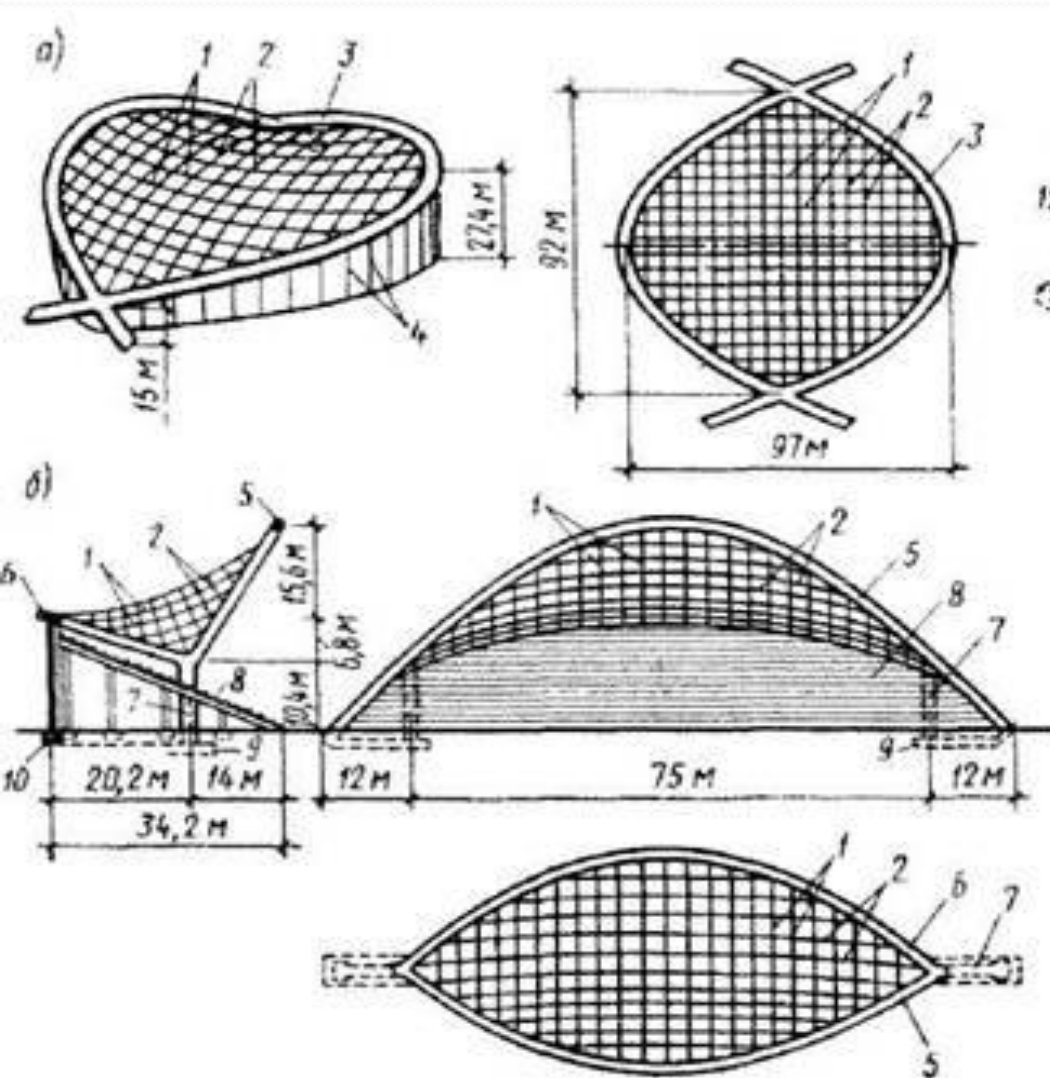
Структура состоит из многократно повторяющихся пространственных элементов в форме пирамиды.



Висячие оболочки



● Однопоясные, сетчатые, вантовые конструкции



Мембранные покрытия

