

Характеристика висячих покрытий,  
особенности материалов, применяемых для  
несущих конструкций висячих покрытий.



# Содержание

- 1. Характеристика.
- 2. Основные недостатки висячих покрытий
- 3. Виды висячих покрытий.
- 4. Провисающие оболочки
- 5. Литература.



**Висячие конструкции** представляют собой один из наиболее экономичных видов покрытий, благодаря тому, что материал несущих конструкций работает исключительно на растяжение и несущая способность конструкций используется полностью.



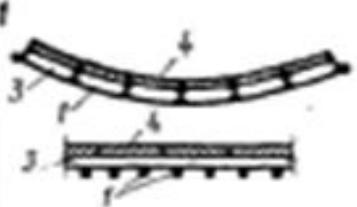
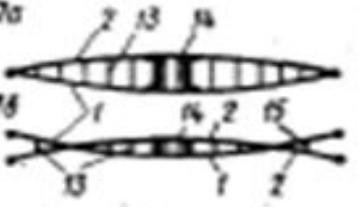
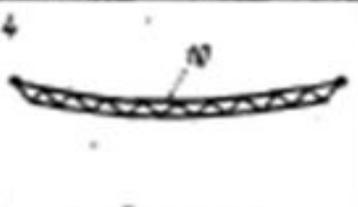
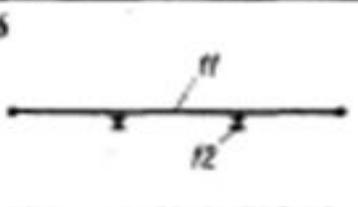
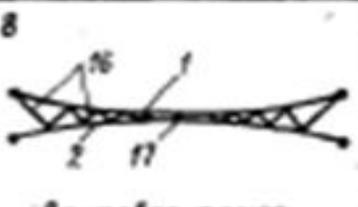
Основным несущим элементом для  
висячих покрытий могут служить  
**металлические канаты, тросы** или, как  
обычно их называют- **ванты**,  
**металлические полосы и целые листы**,  
**металлический прокат.**



**Основной недостаток** свободно провисающих несущих систем — неустойчивость их формы. Для предотвращения этого необходима стабилизация конструкций.



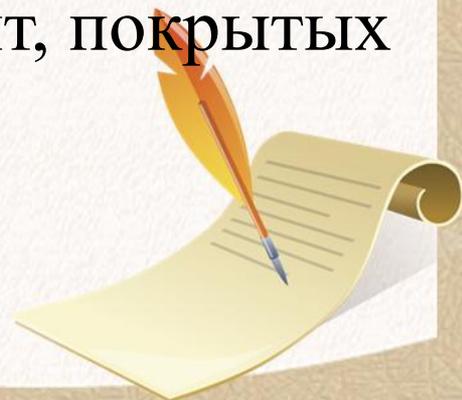
# Виды висячих покрытий

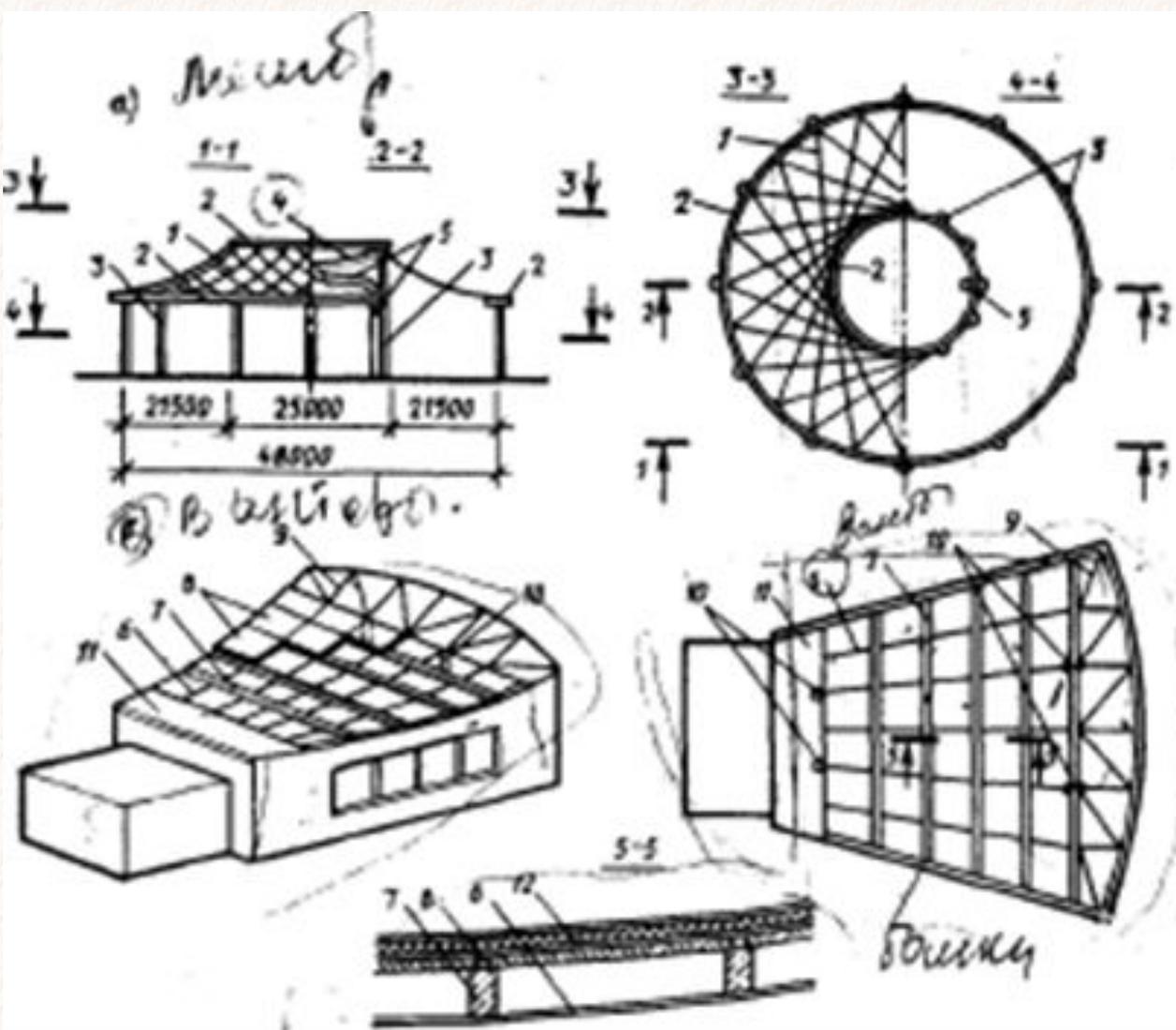
Пригруженные	Жесткие	Легкие, вантовые, предварительно напряженные	
		одноопорные	двухопорные
 <p>ванты, пригруженные железобетонными плитами</p>	 <p>преднапряженная железобетонная балка</p>	 <p>преднапряженное сетчатое покрытие</p>	 <p>вантовый ферма на круглом плане</p>
 <p>мембрана, утяжеленная утеплителем</p>	 <p>провисающая металлическая ферма</p>	 <p>струнное покрытие из предварительно напряженных вант</p>	 <p>вантовый ферма системы Эберле</p>

1 — несущие ванты (всегда выгнуты книзу); 2 — предварительно напряженные, стабилизирующие ванты (всегда выгнуты кверху); 3 — балки; 4 — плиты покрытия; 5 — мембрана; 6 — утяжеляющий утеплитель; 7 — железобетонные плиты, подвешиваемые к вантам на крюках; 8 — крюки; 9 — швы между плитами, заполняемые бетоном под временной пригрузкой покрытия; 10 — провисающая ферма; 11 — ванта-струна; 12 — промежуточные опоры для свободного операния струн; 13 — распорки; 14 — центральный барабан; 15 — растяжки; 16 — диагональные растяжки; 17 — узел соединения несущей и стабилизирующей вант

а) **пригруженные**, у которых на свободно подвешенные ванты укладываются металлические или железобетонные балки, поверх которых кладут железобетонные плиты и элементы покрытия. Плиты могут быть уложены и непосредственно на ванты. Кроме того, любая висячая конструкция, вес которой превышает  $1 \text{ кН/м}^2$ , может тоже считаться пригруженной.

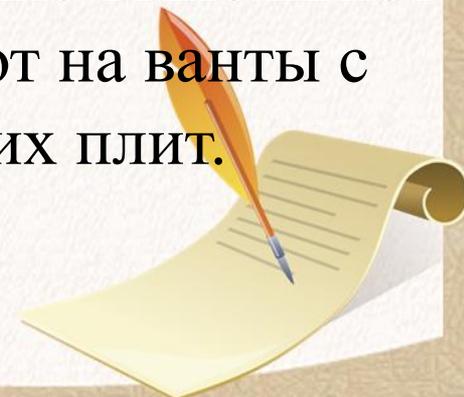
К такой, например, можно отнести первые висячие покрытия, построенные по проекту В. Г. Шухова и состоящие из тяжелых металлических лент, покрытых сверху железными листами





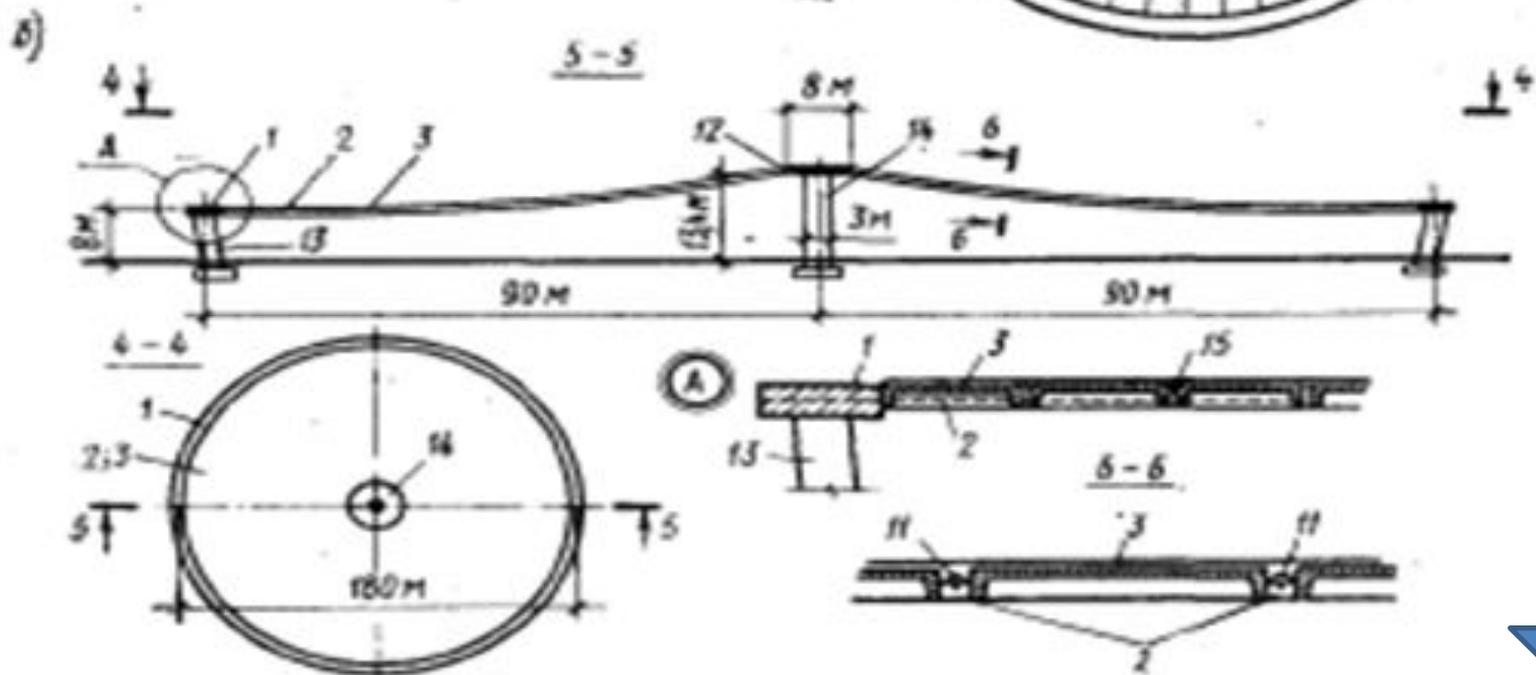
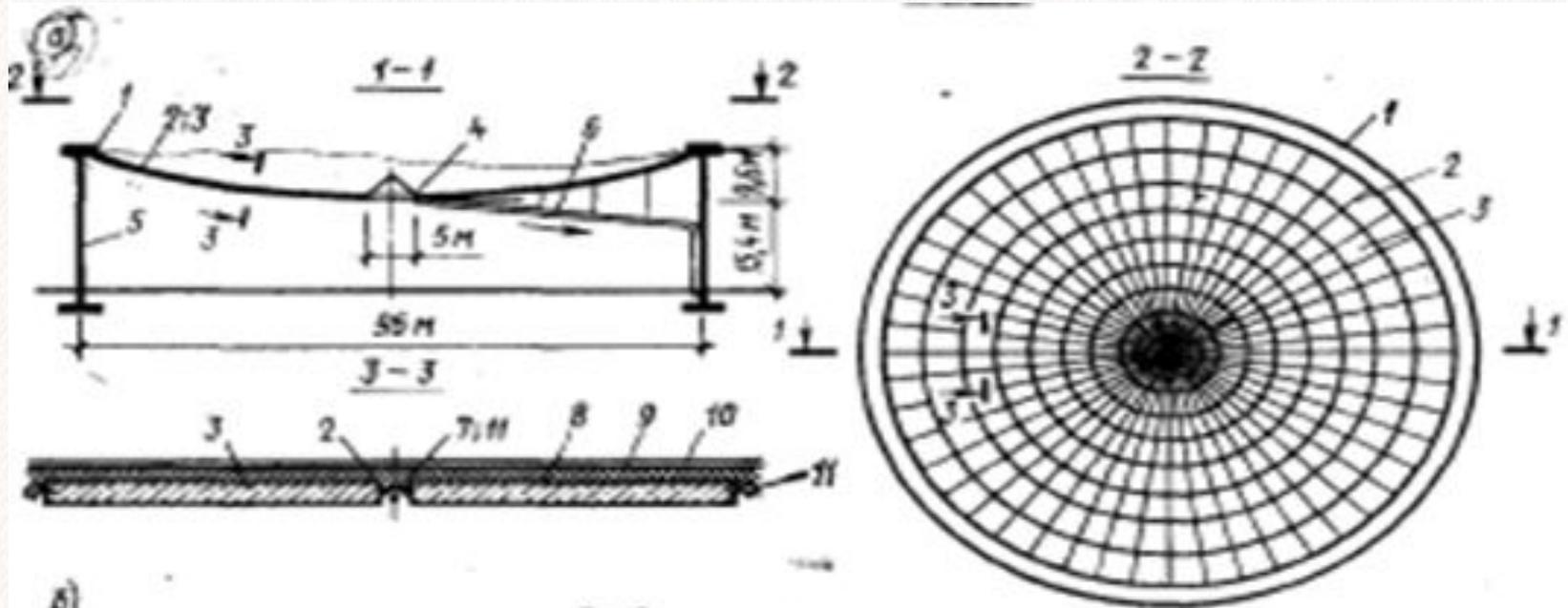
Типы пригруженных покрытий: а 1- покрытие шцо В. Г. Шухову' (1898 г.); б б- покрытие из вант, балок и железобетонных плит (ФРГ, 1950 г.); 1 —сетка из металлических полос; 2 — опорные кольца; 3 — стойки; 4 — провисающая мембрана; 5 — водоотвод; 6 — ванты; 7 — балки; 8 — сбор-ные железобетонные плиты; 9 — ферма, воспринимающая распор от вант и передающая его на боковые стены; 10 — колонны под нижним поясом горизонтальной фермы; 11 —плита, воспринимающая распор от вант и передающая его на боковые стены; 12 — кровля

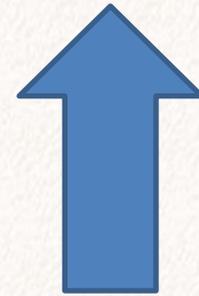
б) "**ужесточенными**" считают такие висячие системы, жесткость которых препятствует возникновению недопустимых кинематических и упругих деформации. Сюда относятся в основном висячие предварительно напряженные оболочки (рис XII.28, XII.29), а также провисающие балки и фермы, очертание которых заранее согласовано с очертанием провисающей, свободно подвешенной нити. Висячие оболочки применяют круглой, овальной и прямоугольной форм в плане. Висячие предварительно напряженные оболочки обычно выполняют из железобетонных плит, которые навешивают на ванты с помощью крюков, выпущенных из торцов этих плит.



Затем плиты пригружают временными нагрузками, швы между плитами заполняют бетоном и после его затвердения временные нагрузки снимают. При этом ванты, растянутые под пригрузкой, стремясь сжаться, создают в висячей оболочке предварительное напряжение. Предварительное напряжение висячих оболочек может быть выполнено и без пригрузки. Для этого после замоноличивания швов ванты, заранее заложенные в специальные трубки, натягивают домкратами, а трубки после закрепления концов вант заполняют цементным раствором.







### **Висячие оболочки:**

**и** —висячая сборная оболочка на круглом плане (спорт арена в Монтевидео); **б** - висячая сборная оболочка с опорой в центре (гараж, г. Киев); **1** — опорный контур; **2**- несущие ванты; **3** — плиты, подвешенные к вантам на крюках; **4** — центральное кольцо с фонарем; **5** — стена под опорным контуром; **6** — водоотвод; **7** - шов между плитами, заполняемый бетоном при временной пригрузке покрытия; **8** - пароизоляция; **9** — утеплитель; **10** — гидроизоляция; **11** — крюк для подвешивания плит к вантам; **12** — центральная железобетонная плита для крепления вант; **13** —колонны по периметру здания; **14**—центральная опора; **15**—поперечные



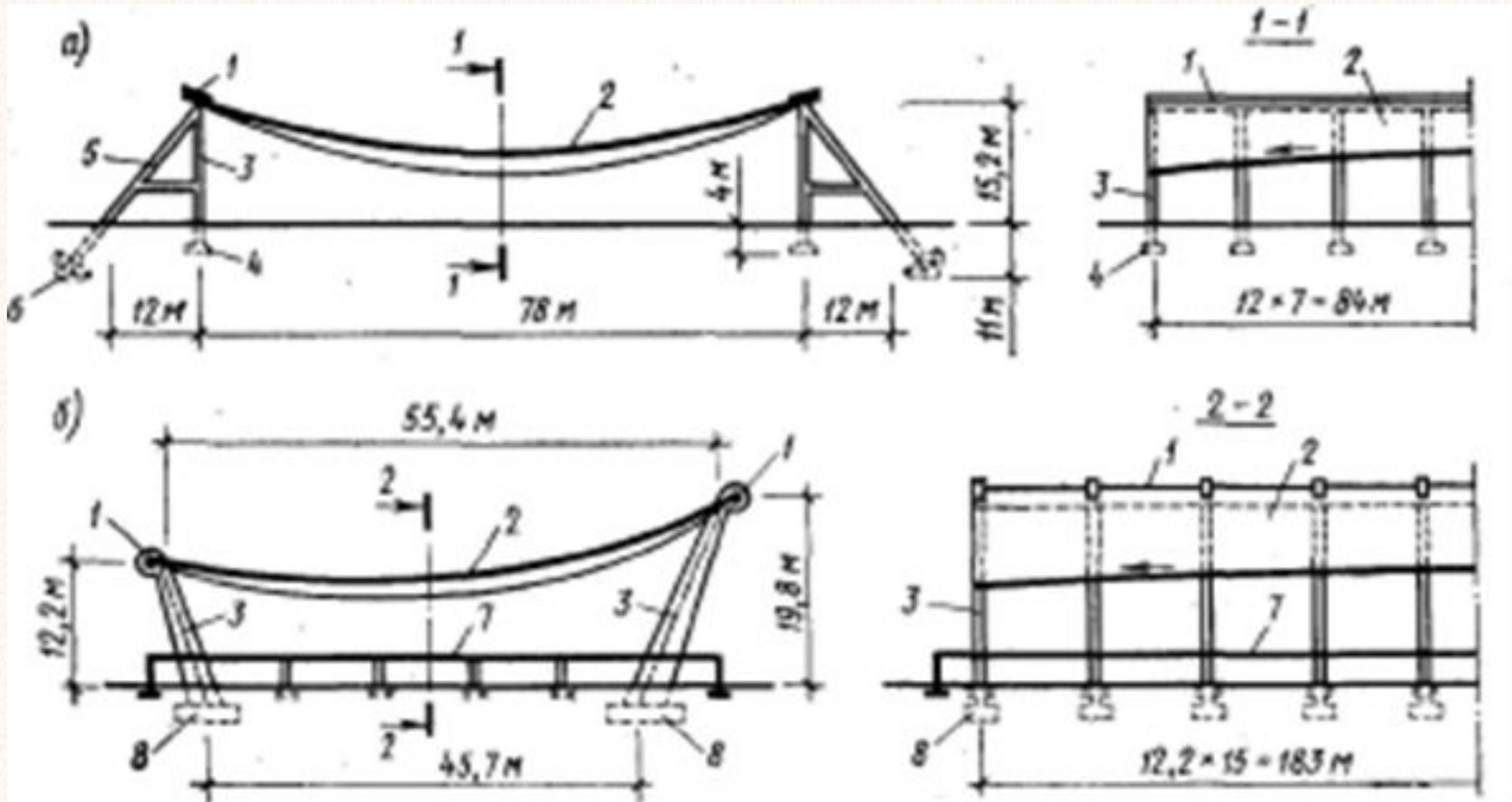
*Круглые в плане висячие оболочки*, как и другие висячие покрытия круглого плана, имеют то преимущество, что распор от покрытия погашается в круглом опорном контуре превращая конструкцию во внешне безраспорную. Это упрощает устройство опорных стоек или стен и фундаментов по ним. В то же время при чашеобразном покрытии водоотводные трубы подвешиваются в помещении под ним, что не украшает интерьер.



В висячей оболочке на круглом плане можно достичь уклона к периметру при наличии центральной опоры, возвышающейся над наружным опорным кольцом.

В висячих оболочках над зданиями прямоугольного плана не встречается затруднений с отводом воды, которая при небольших уклонах кровли свободно стекает к торцам здания. В таких оболочках другие сложности — в каждом отдельном случае приходится находить особое, наиболее удобное решение для восприятия и передачи в грунт распора, возникающего в оболочке.





а — над гаражом в г. Красноярске; б — оболочка над аэровокзалом в Чантили (США); 1- опорный контур; 2 — висячая оболочка; 3 — опорная стойка; 4 — фундамент; 5 —оттяжка, обетоненная как наклонная стойка; 6 — анкер; 7—перекрытие внутри здания; 8 — фундаменты под наклонными стойками

# Пример.

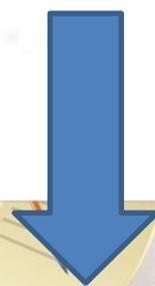
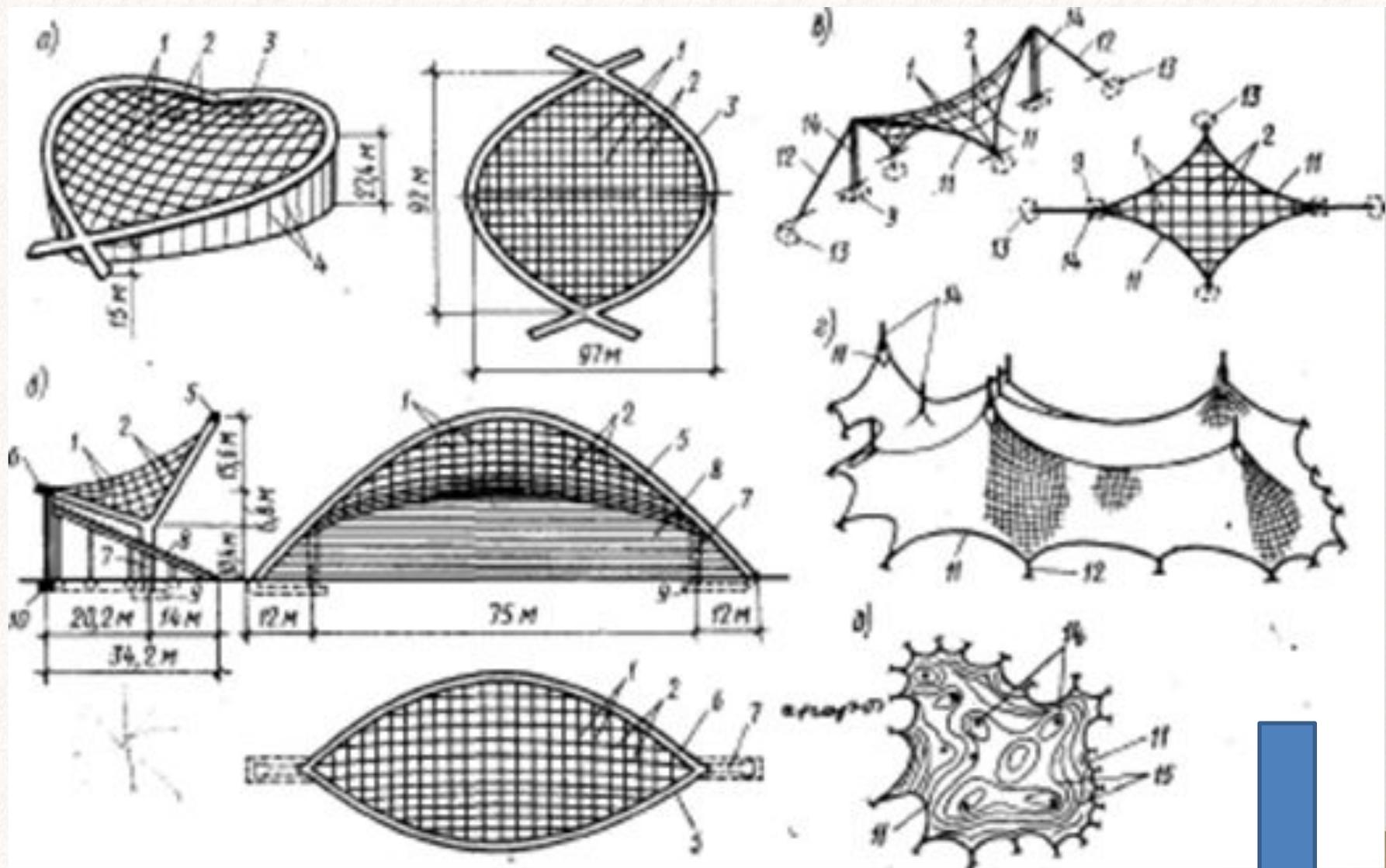
**В зданиях вокзала в Чантили, вблизи Вашингтона, и рынка на Подоле в Киеве были использованы наклонные стойки, уклон которых примерно совпадал с направлением равнодействующих от распора и вертикальной составляющей реакции (рис. ХН.29,6). '**

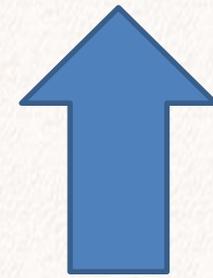
**Особое положение в висячих покрытиях занимают легкие вантовые, предварительно напряженные конструкции, вес которых обычно значительно меньше  $1 \text{ кН/м}^2$  и устойчивость, которых обеспечивается лишь за счет предварительного напряжения конструкции покрытия. Такие покрытия выполняются в двух вариантах: как однопоясные КОНСТРУКЦИИ и как двухпоясные (или предварительно напряженные вантовые фермы). И в тех и в других конструкциях различаем два вида вант: несущие, которые всегда выгнуты книзу и предварительно напряженные — стабилизирующие которые всегда выгнуты кверху.**

**В сетчатом предварительно напряженном покрытии в г. Ралей (США) в качестве опорного контура покрытия были использованы две пересекающиеся наклонные арки, которые сами поддерживались натянутой сеткой, а стабилизировались оттяжками— стойками, занкеренными в землю. Распор в этой конструкции воспринимался арками и передавался на арочные опоры (рис. 5). По тому же принципу построены покрытия над певческими эстрадами в Талине и Вильнюсе.**

Особый вид представляют собой сетчатые покрытия, которые натянуты не на жесткий опорный контур, а на гибкие контурные тросы, именуемые тросами-подборами. Которые опираются на стойки с оттяжками, а в другом направлении притянуты к анкерам. Комбинируя стойки и анкера, к которым крепится вантовая сеть, можно покрыть большую площадь, как это было сделано в павильоне ФРГ на Международной выставке 1967 г. В Монреале ( Канаде).



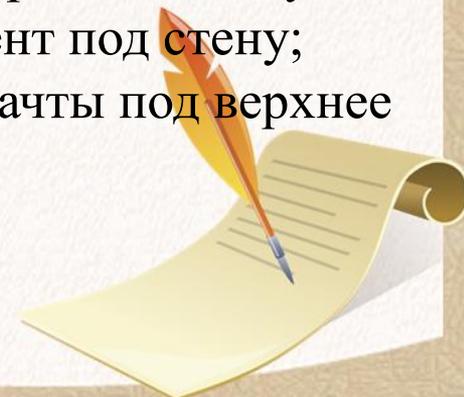




# Однопоясные сетчатые покрытия

## *Однопоясные, сетчатые, вантовые покрытия:*

а — покрытие арены в США; б — покрытие певческой эстрады в Талине; в — вантовая преднапряженная сетка с тросами-подборами; г — сетчатое, многомачтовое покрытие выставочного павильона ФРГ в Монреале; д — его план с горизонталями; 1 — несущие ванты; 2 — предварительно напряженные, стабилизирующие ванты; 3 — две пересекающиеся наклонные арки — опорный контур; 4 — оттяжки, используемые как каркас ограждения; 5 — передняя наклонная арка; 6 — задняя опорная арка, опертая на стену; 7 — опоры; 8 — трибуны; 9 — фундаменты; 10 — фундамент под стену; 11 — тросы-подборы; 12 — оттяжки; 13 — анкеры; 14 — мачты под верхнее опирание тросов-подборов; 15 — горизонтали покрытия



# Висячие покрытия

К металлическим висячим покрытиям относят тонколистовые (2 ... 4 мм) мембранные, совмещающие несущие и ограждающие функции, а также с гибкими и жесткими несущими нитями, по которым укладывают ограждающие кровельные конструкции из профилированного стального настила или из сборных железобетонных элементов. Возможны комбинированные системы висячих покрытий - тонколистовые мембраны, подкрепленные системой гибких (вантовых) или жестких нитей в виде балок, прогонов, ферм или стальных полос.



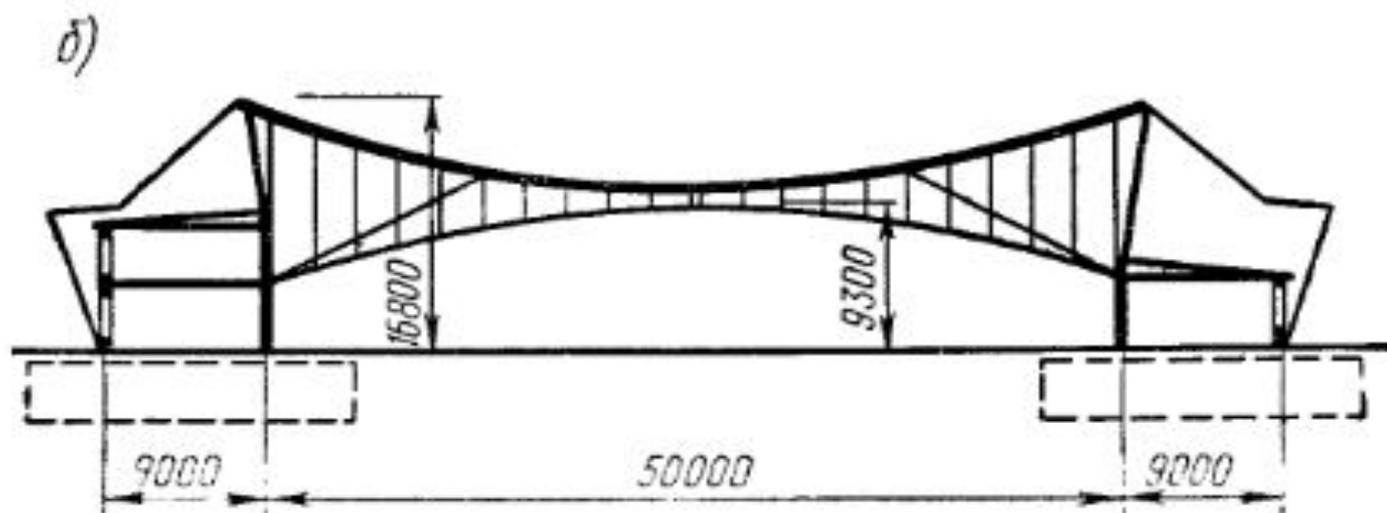
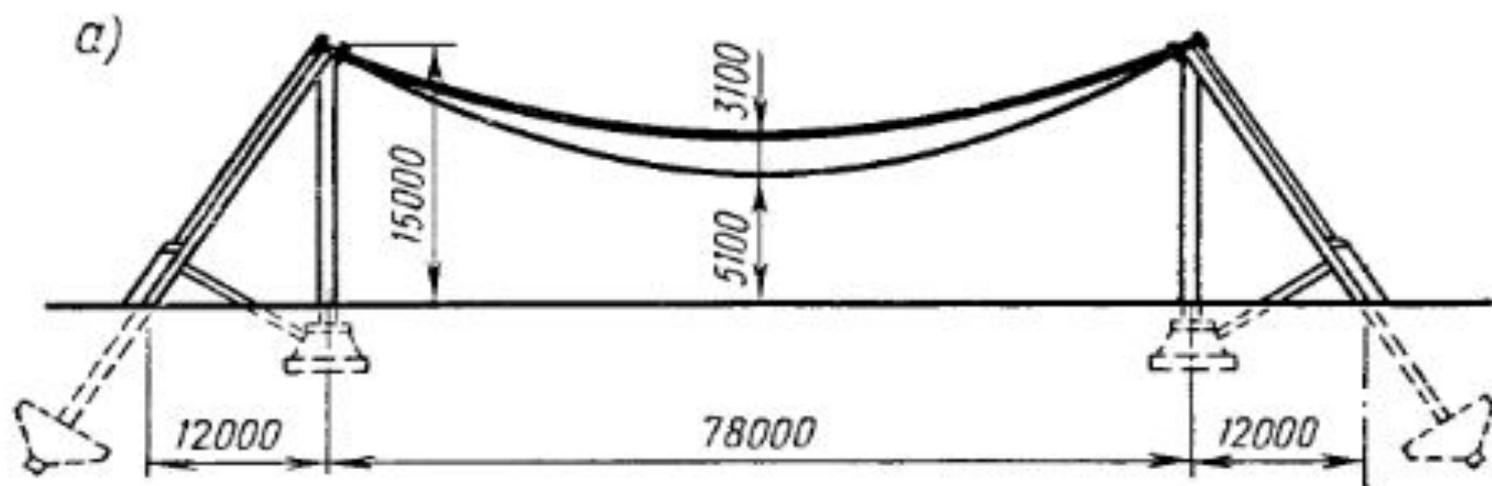


Рис 89 Висячие покрытия:

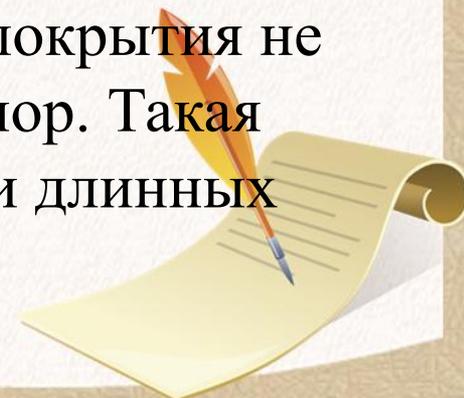
**a** — однопролетное пролетом 12+78+12 м; **б** — двухпролетное пролетом 9+50+9 м

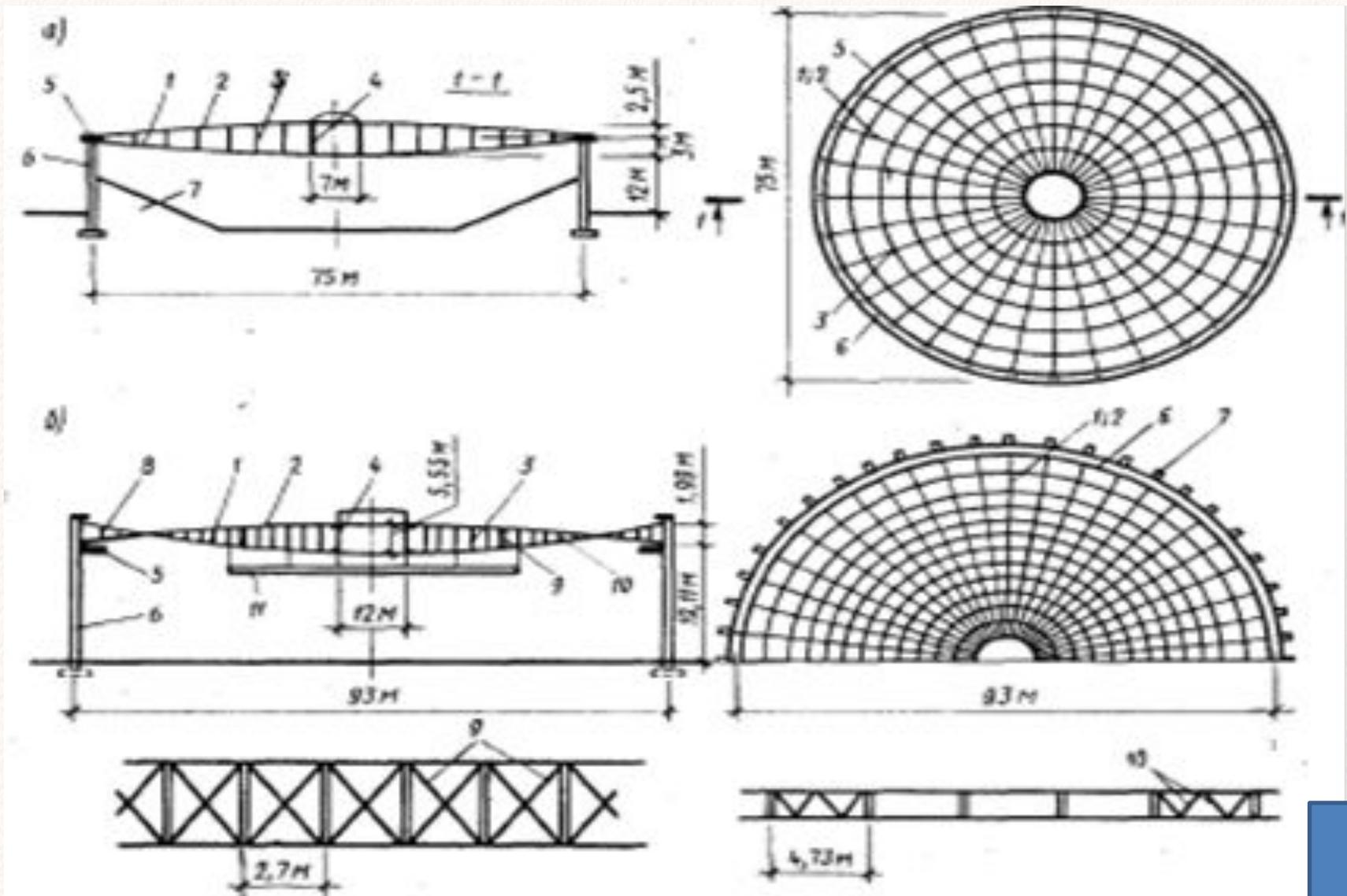
# Вантовые фермы

Вантовые фермы можно возводить как на круглом, так и на прямоугольном плане : они представляют собой двухпоясные системы. При круглом варианте в центре покрытия находится барабан, состоящий из двух растянутых металлических колец, верхнего и нижнего, соединенных между собой стойками или металлической стенкой. К нижнему кольцу крепятся несущие ванты, к верхнему – стабилизирующие, предварительно напряженные между вантами устанавливаются распорки, а сами ванты с наружной стороны покрытия закрепляются в контурное сжатое кольцо, выполняемое обычно из железобетона.



Такое вантовое покрытие получило название «**велосипедное колесо**» (рис. 6,а). В дальнейшем этот вид покрытия получил некоторое совершенствование: покрытие над спортзалом «Юбилейный» в Ленинграде имеет несущие и стабилизирующие ванты, которые пересекаются в пролете (рис. 6, б). Это позволило уменьшить высоту покрытия почти в два раза по сравнению с системами с непересекающимися вантами, без уменьшения стрел провисания несущих и стабилизирующих вант. Струнные конструкции СОСТОЯТ ИЗ вант, сильно натянутых на массивные торцевые опоры и покрытых легкими металлическими листами кровли. Для уменьшения прогиба струны на всем протяжении между торцевыми опорами подпертых рамами, установленными с шагом до 12 м. При такой конструкции прогибы покрытия не превышают  $V_{so} \cdot \dots \cdot V_{ioo}$  шага промежуточных опор. Такая конструкция используется для покрытия складов и длинных вокзальных перронов



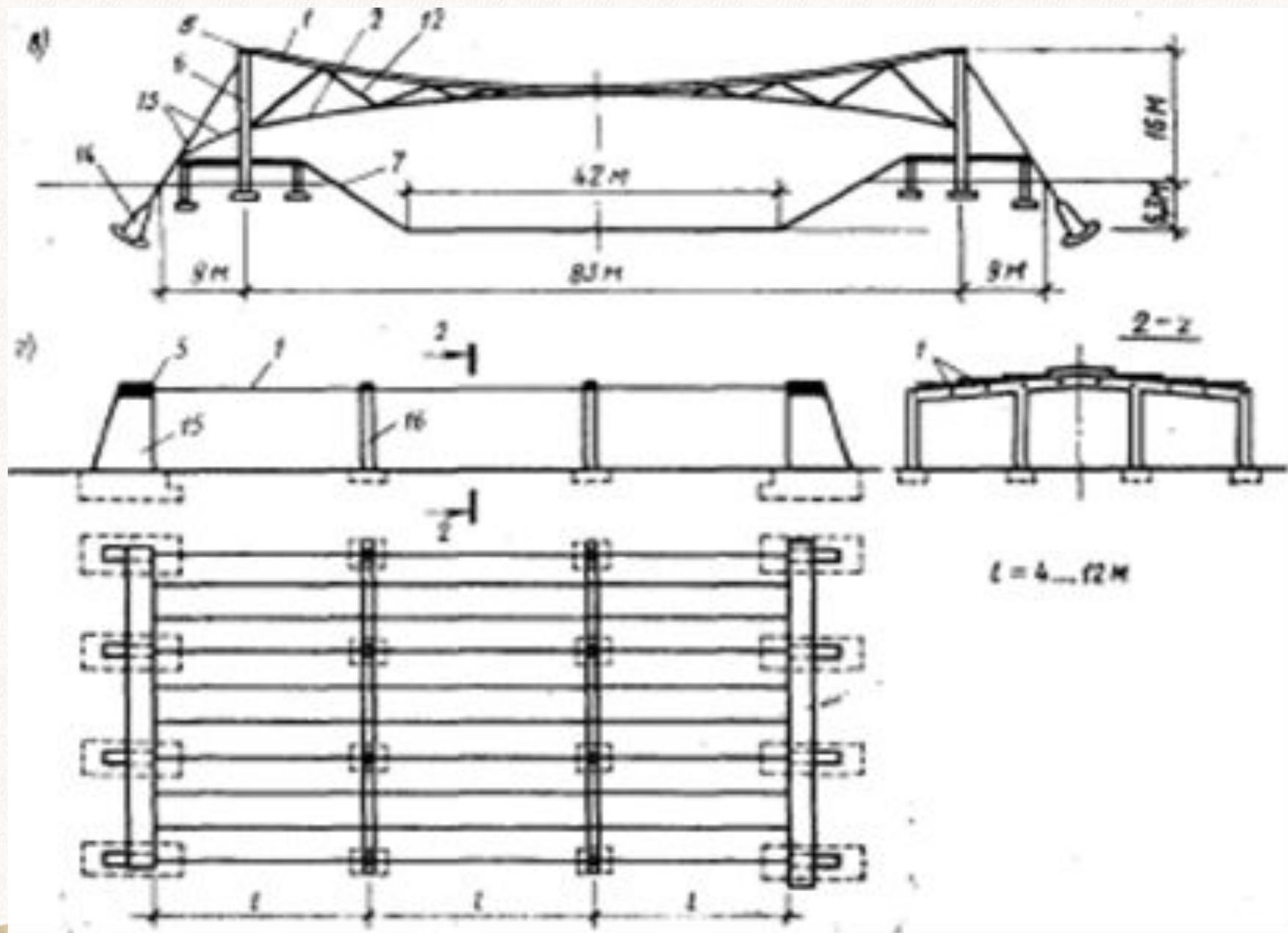




***Двухпоясные, предварительно напряженные и струнные покрытия :***

а — двухпоясное на круглом плане над аудиторией (США); б — то же, над Дворцом спорта «Юбилейный» в Ленинграде; в — двухпоясное на прямоугольном плане над Дворцом спорта в Стокгольме; г — струнное покрытие; 1 — несущие ванты; 2 — стабилизирующие ванты; 3 — распорки; 4 — Центральный барабан с фонарем; 5 — опорный контур; 6 — стойки; 7 — трибуны; 8 — оттяжки; 9, 10 — кольцевые связи жесткости; 11 — подвешенная платформа для оборудования; 12 — Диагональные растяжки; 13 — оттяжки; 14 — анкеры; 15 — массивные крайние опоры для натяжения струн; 16 — промежуточные поддерживающие опоры .





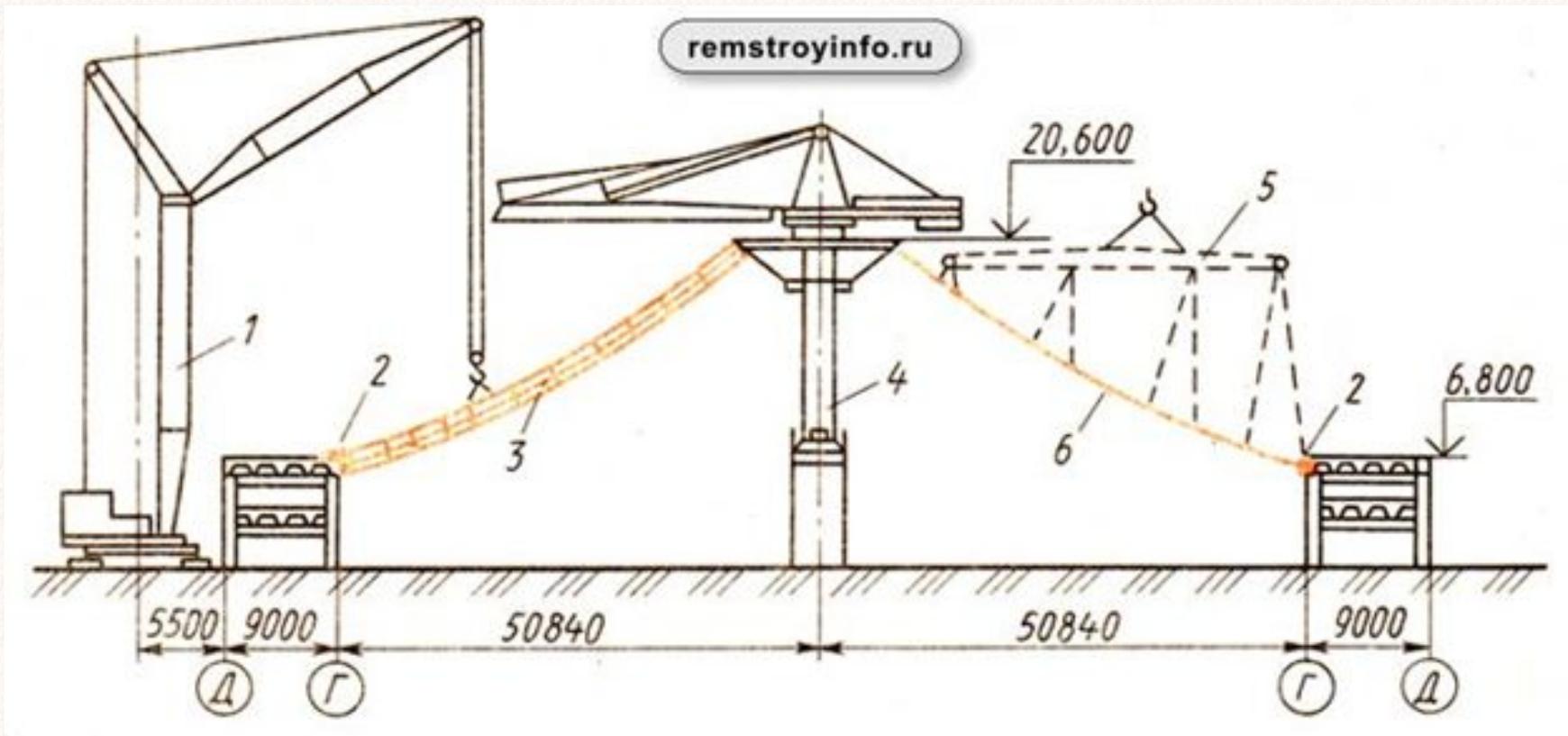
# Пример монтажа вантовых покрытий

Как пример монтажа вантовых покрытий (см. схему ниже) рассмотрим следующий вариант. Покрытие гаража шатрового типа диаметром 101,7 м состоит из 106 радиальных вант диаметром 40 мм из арматурной стали и железобетонных плит трапецеидального сечения. Покрытие прикреплено к наружному железобетонному кольцу и центральному стальному кольцу диаметром 9 м, опирающемуся на стальную колонну.

Ванты и железобетонные плиты покрытия можно монтировать башенным краном, который перемещается по кольцевым путям, и полноповоротным стреловым краном, установленным на центральной опоре 4. Для изготовления и вытягивания вант домкратами устраивают стенд, на котором ванты вытягивают домкратом.

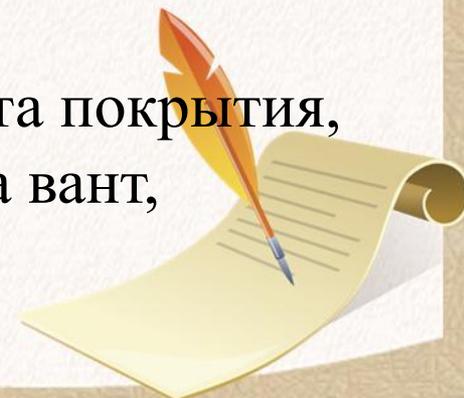
После закрепления в проектном положении вант и выверки геометрии прогибов монтируют плиты покрытия концентрическими кругами в направлении от низа к верху покрытия. При установке плит приваривают их соединительные детали, замоноличивают швы между ними.





### *Схема монтажа висячего покрытия шатрового типа*

1-башенный кран, 2 - наружное кольцо, 3 - плита покрытия, 4 - центральная опора, 5 - траверса для подъема вант, 6 - монтируемая ванта.



# Мембранные покрытия

Мембранные покрытия, состоящие из свободно провисающих или предварительно натянутых металлических листов имеют то преимущество перед вантовыми конструкциями, что мембраны являются одновременно и несущей, и ограждающей конструкцией. В то же время к недостаткам мембранных покрытий следует отнести больший расход металла, чем в вантовых конструкциях.

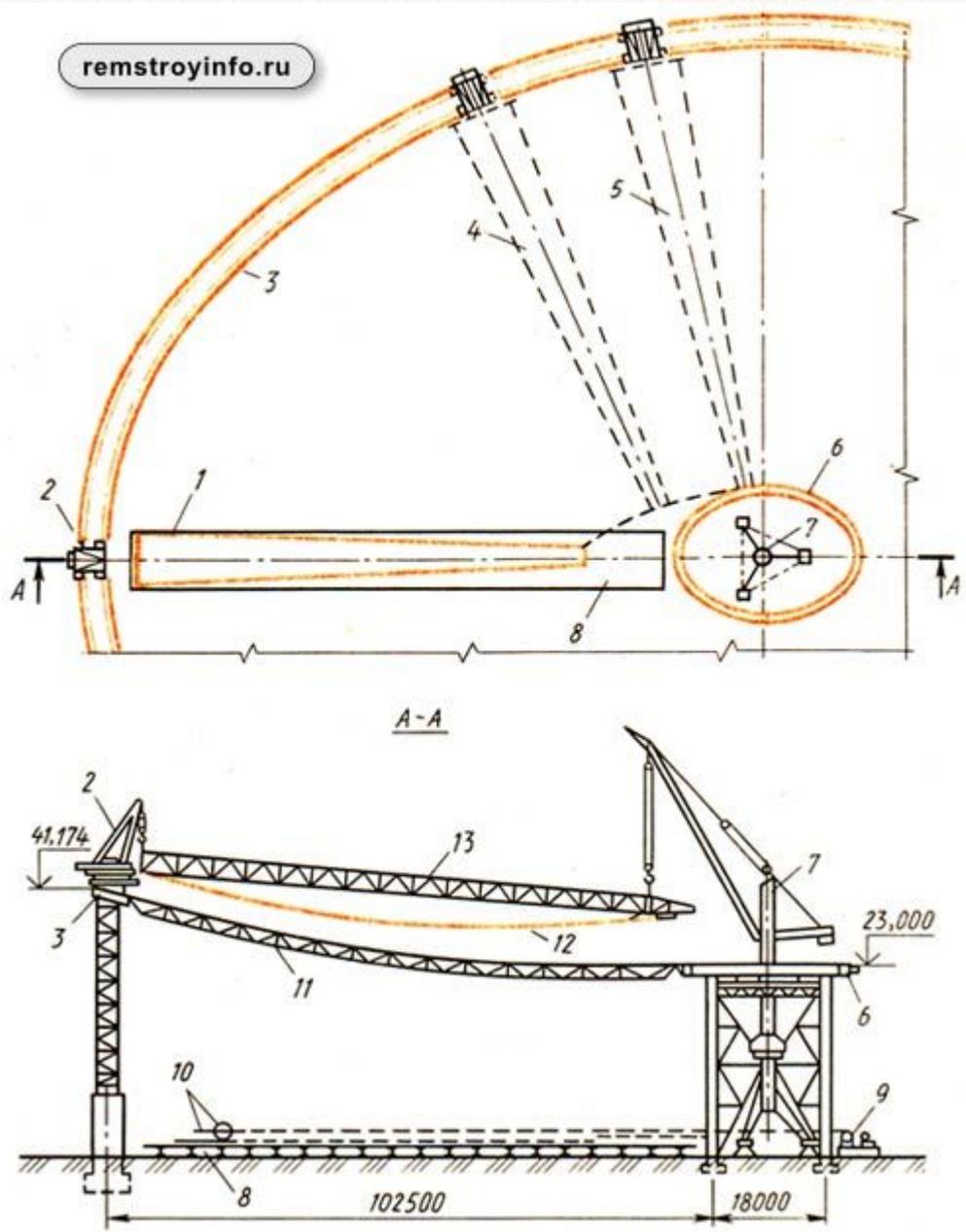


**Достоинства мембранных покрытий** - высокая технологичность их изготовления и монтажа. Как правило, мембрану укрупняют на заводе в крупноразмерные полотнища шириной 6 ... 12 м, их сворачивают в компактные рулоны для транспортирования на стройплощадку, а при устройстве покрытия раскатывают рулоны. Особенность мембраны состоит в том, что в покрытии они работают только на двухосное растяжение, что позволяет перекрывать 200-метровые пролеты стальной мембраной толщиной всего 4 мм.



- Мембранное покрытие обычно монтируют либо путем сборки отдельных лепестков мембраны на нулевой отметке, подъема и прикрепления их к опорному контуру, либо раскатыванием полотнищ и соединением их в цельное покрытие на проектной отметке с использованием монтажных подмостей. При небольших размерах покрытия, например до 60 х 65 м, собирают целиком внизу, а затем с помощью подъемников поднимают на проектную отметку.
- В качестве примера рассмотрим схему монтажа (см. ниже) мембранного покрытия спортивно-концертного комплекса.



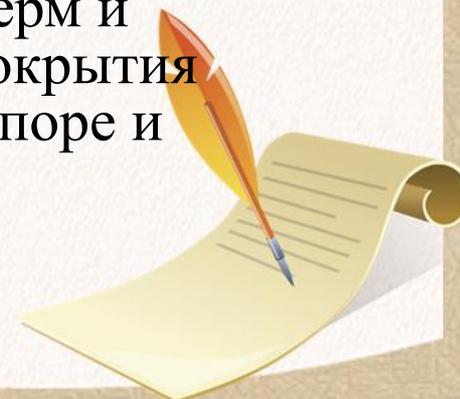


## Схема монтажа элементов мембраны

1 - положение элемента мембраны перед подъемом, 2 - подъемник, 3 - наружный опорный контур, 4 - промежуточное и 5 - проектное положения мембраны, 6 - внутреннее стальное опорное кольцо, 7 - башенный кран, 8 - стенд для разворачивания рулонов, 9 - лебедка, 10 - схема разворачивания, 11 - смонтированный блок, 12 - монтируемый элемент мембраны, 13 - траверса-распорка.



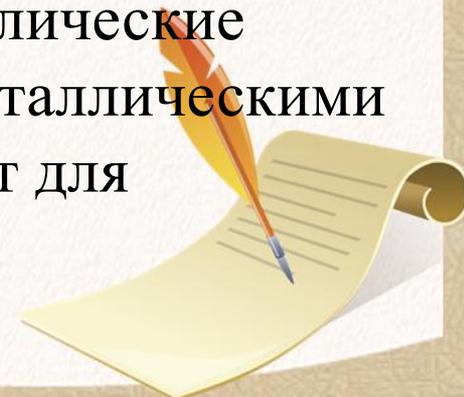
- Сначала на стендах собирают укрупненные блоки стабилизирующих ферм, состоящие из двух ферм с промежуточными элементами кольцевых ребер. После установки блоков ферм в проектное положение 11 на стенде разворачивают рулоны мембраны 10. Элементы мембраны с помощью траверсы-распорки 13 транспортируют и устанавливают в проектное положение на смонтированные блоки 11.
- Каждый элемент мембраны 12 прикрепляют сначала к наружному опорному контуру 3, затем натягивают и крепят к внутреннему 6 кольцу покрытия. Смежные элементы мембраны стыкуют на верхних поясах стабилизирующих ферм и соединяют сваркой. После окончания монтажа покрытия опускают домкраты на центральной временной опоре и снимают кружала.



Олимпийский стадион на проспекте Мира. Здесь мембранное покрытие использовано совместно с провисающими фермами, расположенными радиально над овальным контуром стадиона. Они предназначены для монтажа мембран и придания жесткости покрытию. Наружным концом фермы крепятся к внешнему железобетонному контуру, а внутренним — к центральной металлической платформе с "растянутым овальным контуром". Над верхними поясами ферм натянута металлическая мембрана — несущий элемент кровли



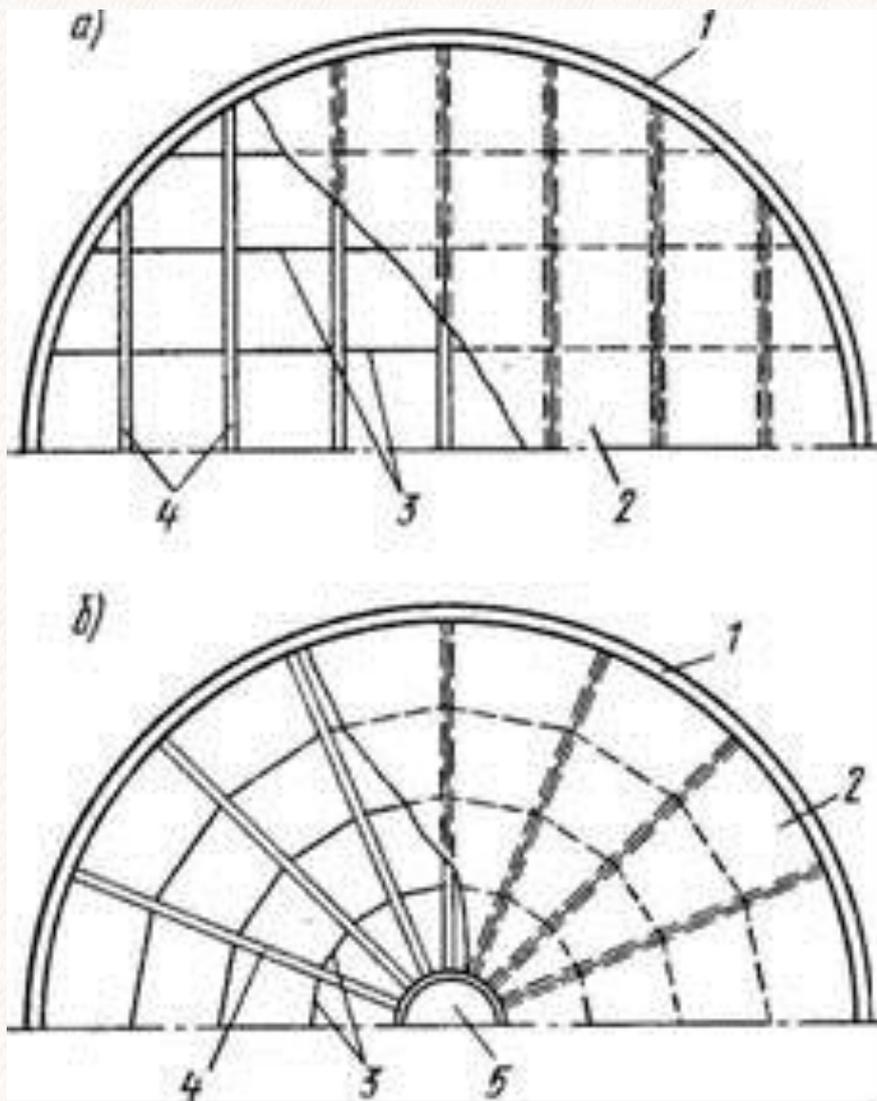
Другой принцип стабилизации мембраны применен в универсальном спортзале в Измайлове. Металлический лист закреплен в прямоугольном (в плане) опорном контуре (рис. 7, а) Отвод воды с этой провисающей мембраны осуществляется за счет высоких отметок диагональных металлических лент, т. е. меньшей стрелы провисания этих лент, на которые опирается мембрана. Такая свободно провисающая мембрана пригружена утеплителем и гидроизоляционным ковром, вес которых обеспечивают ее устойчивость при воздействии ветра. Третий тип мембранного покрытия смонтирован над велотреком в Крылатском. Оно состоит из двух мембран двойкой кривизны, натянутых на пересекающиеся металлические арки. Внутренние арки связаны между собой металлическими фермами, пространство между которыми служит для освещения велотрека дневным светом (рис. 7,б).



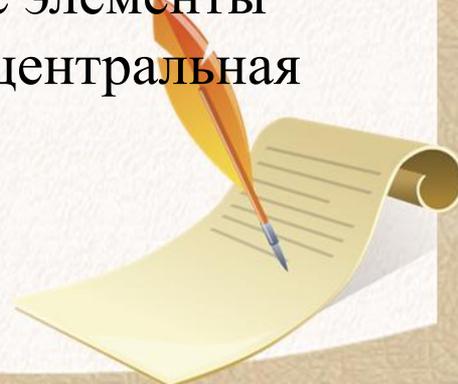
# ПРОВИСАЮЩИЕ ОБОЛОЧКИ

- Провисающие оболочки на круглом плане один из наиболее эффективных типов мембранных покрытий, что определяется наиболее выгодными условиями работы опорного контура и пролетной конструкции минимальным числом типоразмеров элементов оболочки. Покрытие может собираться на уровне земли первоначально плоским с последующим подъемом на проектную отметку или навесным способом на проектной отметке, с начальной стрелой провиса по взаимно ортогональной или радиально-кольцевой системе элементов постели. Форма срединной поверхности оболочки определяется геометрией постели, на которой монтируется мембрана и которую можно задавать произвольно за счет изгибной жесткости элементов постели.
- При ортогональном расположении в плане элементов постели и соответственно прямоугольных полотнищах мембраны меридиан оболочки очерчен по квадратной параболе.
- При радиально-кольцевом расположении в плане элементов постели и трапецеидальной форме полотнищ, когда монтажная нагрузка распределена вдоль нити по трапеции, меридиан оболочки очерчен по кривой, занимающей промежуточное положение между квадратной и кубической параболой





- Схемы расположения подкрепляющих элементов в висячих покрытиях на круглом плане:
- а — ортогональная система;
- б — радиально-кольцевая система; 1 — опорный контур; 2 мембрана; 3 — второстепенные (поперечные. кольцевые) элементы постели; 4 — направляющие элементы постели; 5 — центральная плита

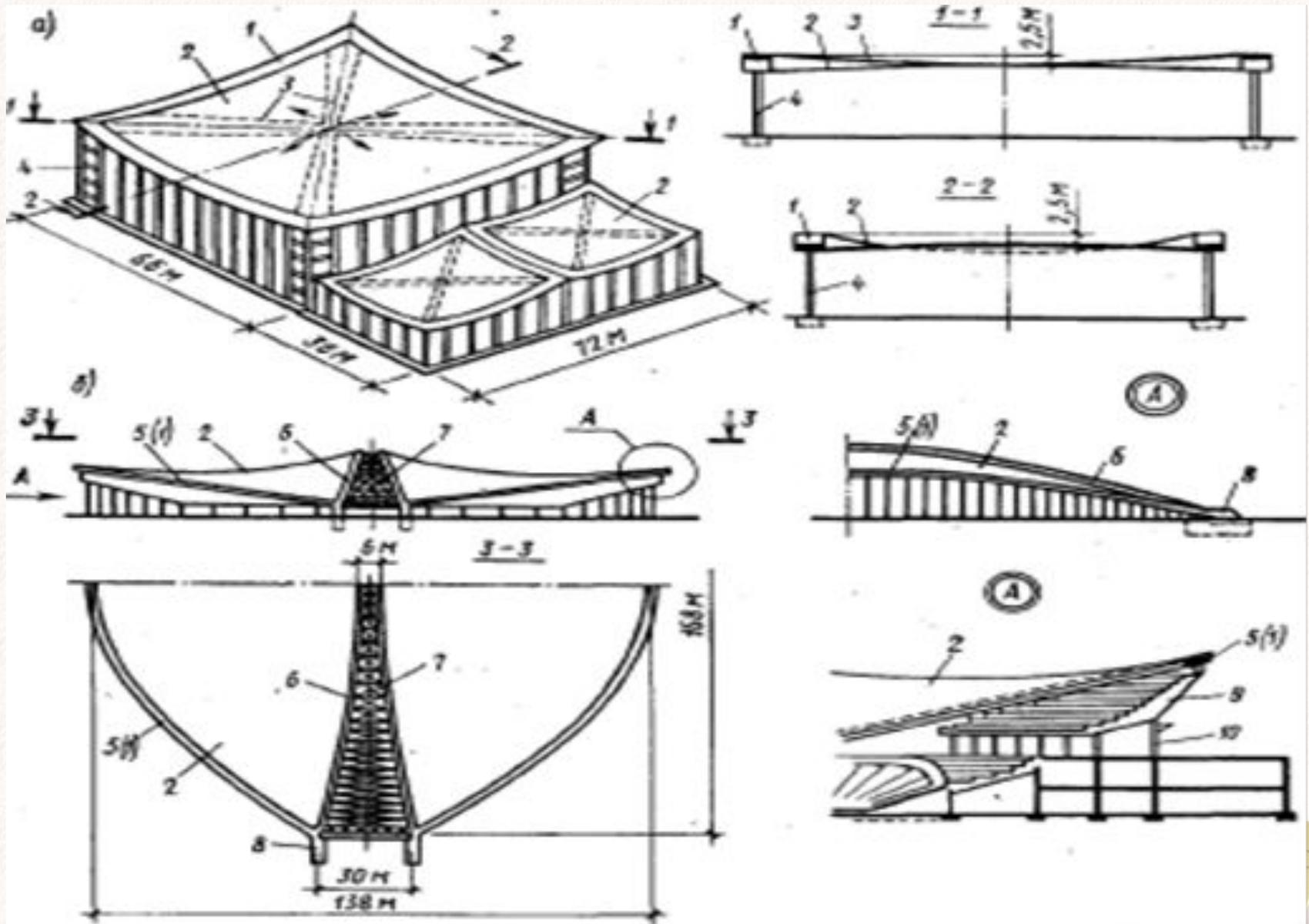


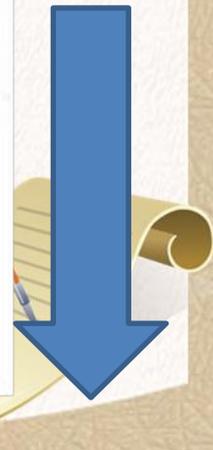
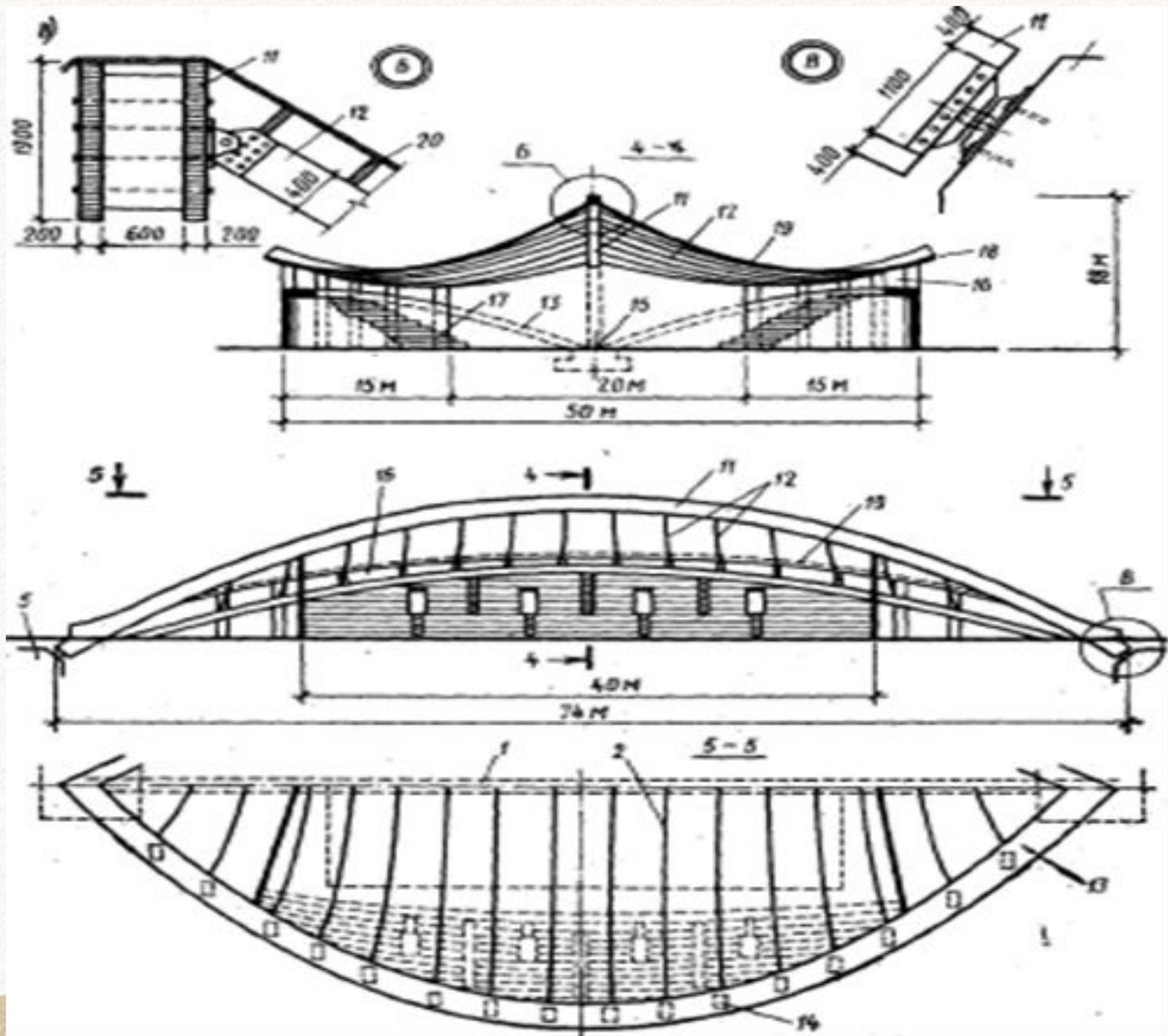
В этом случае в середине покрытия устанавливается центральное кольцо, к которому крепится мембрана и радиальные элементы постели. Оно выполняется плоским. Центральное кольцо рекомендуется проектировать металлическим из прокатных или сварных профилей ломаного очертания в плане. Мембрана может примыкать к кольцу по его центру или к верхней полке. Внутри кольца располагают металлический лист, подкрепленный балочной клеткой. Наружный опорный контур может быть выполнен с очертанием в плане в виде- многоугольника, для упрощения изготовления его элементов, или кольца (круглого, эллиптического или овального).



Помимо **металла** висячие конструкции могут быть выполнены из **дерева**, что особенно важно для районов, богатых лесом. Пример такого решения приведен на рис. XII.32, в. Покрытие состоит из провисающих деревянных ребер, один конец которых шарнирно прикреплен к деревянной арке, расположенной над серединой зала, а другой конец опирается на криволинейный опорный контур, тоже из дерева. На ребра уложены доски, которые вместе с утеплителем и гидроизоляционным ковром образуют кровлю над спортзалом.



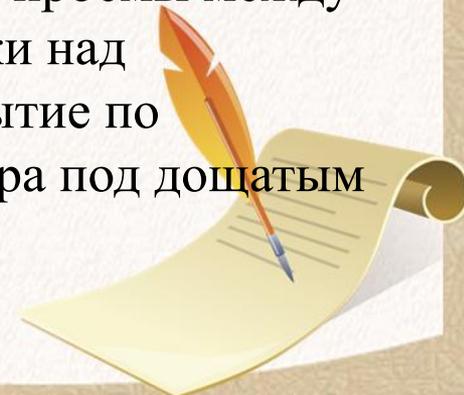




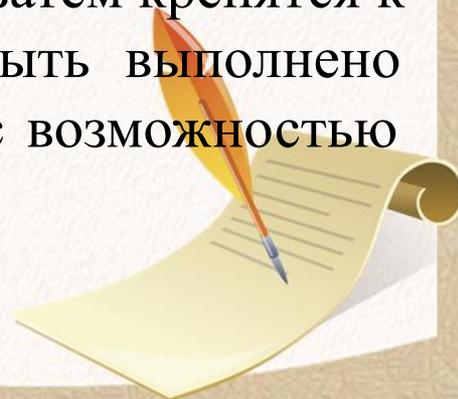


## **Мембранные покрытия, деревянное висячее покрытие:**

а — мембранное покрытие универсального спортзала в Москве; б — велотрек в Крылатском; в — деревянное висячее покрытие над спортзалом (Франция); 1 — опорный контур; 2 — мембрана; 3 — усиление мембраны в целях получения уклона кровли к периферии; 4 — стойки под опорным контуром; 5 — наклонная арка, опертая на колонны; 6 — центральные металлические арки; 7 — связи между центральными арками; 8 — опора арок; 9 — трибуны; 10 — стойки под трибунами; 11 — центральная арка из клееной древесины; 12 — поперечные провисающие ребра; 13 — опорный железобетонный контур; 14 — колонны, поддерживающие опорный контур; 15 — фундаменты под центральной аркой; 16 — световые проемы между колоннами; 17 — трибуны; 18 — деревянные опорные арки над железобетонным опорным контуром; 19 — дощатое покрытие по поперечным провисающим ребрам; 20 — продольные ребра под дощатым покрытием



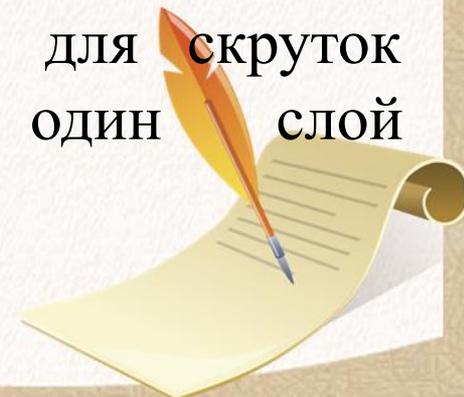
Важным элементом висячих покрытий является **опорный контур**. Обычно опорный контур имеет прямоугольное сечение и изготавливается из железобетона, как монолитного, так и сборного. При круглом и овальном планах контура его ширину принимают от  $1/40$  до  $1/60$  пролета, а высоту — от  $1/2$  до  $1/4$  ширины. Ширина прямолинейного опорного контура принимается от  $1/8$  до  $1/15$  расстояния между опорами, а высота — от  $1/1,5$  до  $1/3$  ширины. Указанные величины могут быть приняты как предварительные и уточнены расчетами. Опорный контур служит для крепления висячего покрытия, передающего на него растягивающие усилия. Провисающие фермы обычно крепятся к нему на шарнирах. Мембраны могут привариваться к стержням, которые затем крепятся к контуру подобно вантам. Крепление вант может быть выполнено «намертво», т. е. без регулирования натяжения, или с возможностью такого регулирования.



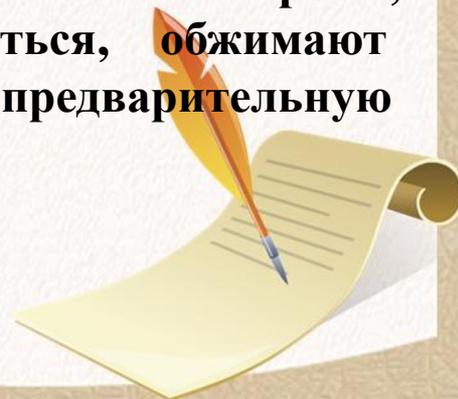
*При устройстве натяжных устройств, позволяющих подтягивать ванты, придавая им требуемое напряжение, применяют несколько способов:*

- закрепление вант в шарнирах и натяжение с помощью муфт;
- пропуск вант через опорный контур и упор в него снаружи с помощью натяжных гаек и т. п.

Крепление покрытия к вантам выполняется несколькими способами в зависимости от вида покрытия. Если покрытие светопрозрачное и состоит из синтетических листов, армированных проволокой, то крепление их выполняется обычными, проволочными, скрутками. При этом, чтобы предотвратить протекание через сделанные для скруток отверстия, сверху наклеивается еще один слой неармированного синтетического листа

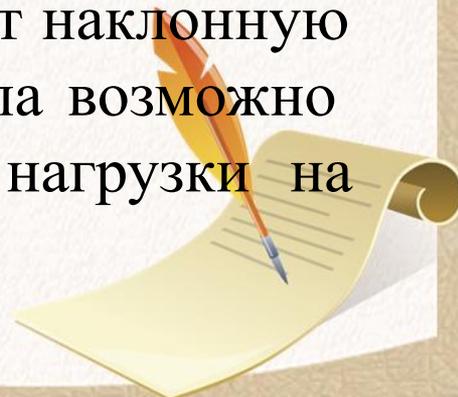


**Если в покрытии применен стальной или алюминиевый лист гофрированный, с утеплителем или без него, крепление выполняется с помощью стержней, приваренных к листу. При закругленных гофрах крепление может быть осуществлено крюками, пропущенными через верхнюю волну гофры, над которой устанавливается гайка с резиновой шайбой, закрывающей отверстие. Покрытие из трехслойных утепленных панелей крепится на прокладке из гетинакса, закрепляемой на пластинках, одновременно скрепляющих и пересечение вант. При этом верхние пластины панелей могут свариваться. Покрытие типа висячей оболочки монтируют на крюках, на которых сборные железобетонные плиты подвешивают к несущим тросам. В швах между панелями, в которых несущих тросов нет, панели соединяют с помощью, выпущенной из бетона арматуры, которую сваривают. Панели временно пригружаются, и швы между ними замоноличиваются. После затвердения бетона в швах временная нагрузка снимается и тросы, растянутые под временной нагрузкой, стремясь сжаться, обжимают железобетонное висячее покрытие, превращая его в предварительную напряженную висячую оболочку.**



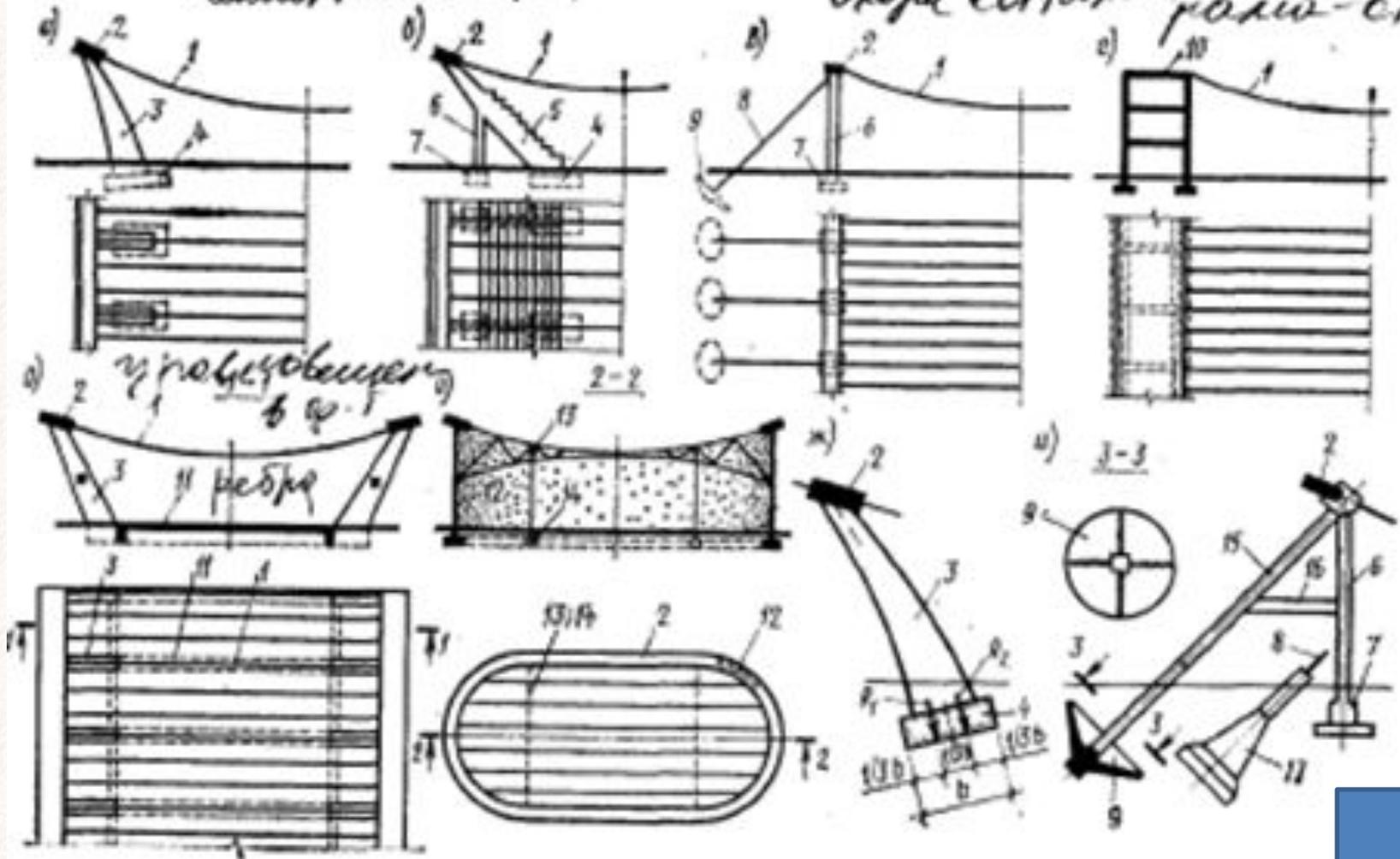
*Важным конструктивным моментом у всех висячих покрытий является восприятие распора.* В конструкциях с круглым или овальным в плане контуром распор полностью в нем погашается; контур в основном работает на сжатие и лишь при отдельных неравномерных положениях нагрузки воспринимает также и некоторые изгибающие моменты. Такая конструкция висячего покрытия внешне без распорная, т. е. вертикальные опоры воспринимают вертикальные усилия.

Иначе обстоит дело с прямолинейным контуром. Опоры здесь воспринимают от покрытия, как вертикальные нагрузки, так и распор, передавая равнодействующую от этих усилий на фундамент. В этих случаях часто опорам придают наклонную форму, с тем чтобы равнодействующая проходила возможно ближе к оси опоры при разных положениях нагрузки на покрытие



Камонная опора

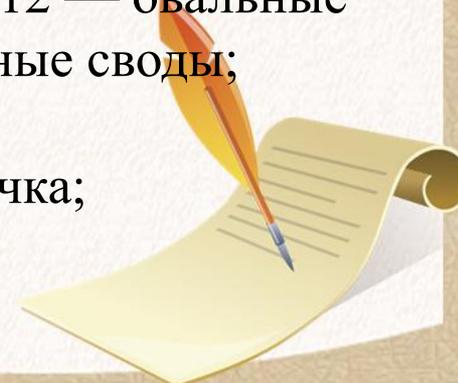
Опора со стержнем радиально-спир.





## Опираие вант и учет распора:

а — наклонная опора; б — то же, с использованием опоры под трибуну;  
в — опора с оттяжкой; г — примыкающая рама в качестве опоры;  
д-с^\_распор, уравновешенный в смыкающихся фундаментах; е — распор,  
воспринимаемый вертикально поставленными сводами с  
затяжками;"\*1'крайние положения равнодействующих в фундаменте при  
условии отсутствия в его подошве растягивающих усилия; и — два  
варианта анкеров под оттяжку; / — несущая ванта; 2 — опорный контур;  
3— наклонная опора с изогнутой осью, соответствующей положениям  
равнодействующих;4—фундамент; 5—наклонная опора, используемая в  
качестве несущей конструкции трибун; 6 —стойка-подпорка;  
7 — фундамент под ней; S — оттяжка; .9 - тарельчатый анкер, 10 рама;  
11— ребра, соединяющие противоположащие фундаменты; 12 — овалыные  
торцовые стены, работающие как вертикально поставленные своды;  
13 — верхняя затяжка этого свода; 14 -нижняя затяжка;  
15 — обетоненная оттяжка; 16 — соединительная перемцчка;  
17 - пирамидальный анкер



На

русском/казахском/  
английском

Пояснение

Висячие конструкции  
Аспалы конструкция  
Hanging structure

один из наиболее экономичных видов покрытий

Канат  
Арқан  
rope

синоним «троса», ранее в морском деле — пеньковый трос более 13 дюймов в окружности, или трос равной ему крепости из иных материалов, вне зависимости от размера

Наклонная стойка  
Көлбеу тіреу  
Slant leg

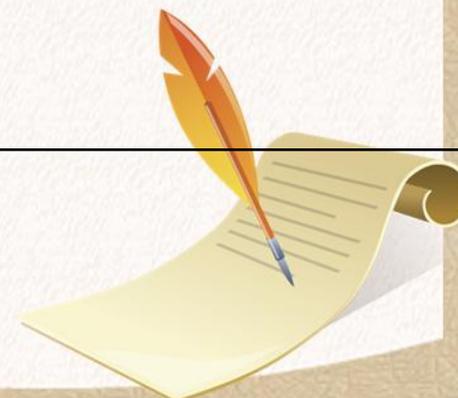
предназначена для поддержки и фиксации

Стабилизация  
Тұрақтандыру  
Stabilization

упрочение, приведение в постоянное устойчивое состояние или поддержание этого состояния.

Покрытия  
Жабу  
Cover

верхняя конструкция здания



# Литература

- Ю. М. Соловей Основы строительного дела. - М.: Стройиздат, 1989г. - 429с.
- Качурин В. К., Теория висячих систем, Л.—М., 1962;
- Фрей О., Висячие покрытия, их формы и конструкции., М., 1960;
- Цаплин С. А., Висячие мосты, М., 1949;
- Рабинович И. М., К теории вантовых ферм, в кн.: Вантовые фермы в мостостроении, М., 1930 (Сб. Ин-та инженерных исследований № 30).

