

# 19. Резервуары.

19.1. Общие сведения о конструкции.

19.2. Основные сведения о расчете прочности.



## 19.1. Общие сведения. Конструкция.

**Резервуар – емкость для хранения жидкостей.**

**В плане могут быть круглыми ( $3000\text{м}^3$ ,  $6000\text{м}^3$ ) или прямоугольными.**

**Могут выполняться наземными, заглубленными в грунт частично, либо полностью.**

**Изготавливаются либо из сборного железобетона, либо из монолитного.**

**Для стен и днища используют тяжелый бетон, классов по прочности на сжатие В15-30, марок по МРЗ F100-150, марок по водонепроницаемости W4-W10.**

**Отсюда - технологические требования к бетонным смесям:**

**по гранулированному составу бетона;**

**по В/Ц – как можно меньше (используют смеси очень жесткие);**

**бетон должен быть плотным.**

**В резервуарах большее внимание уделяется герметизации:**

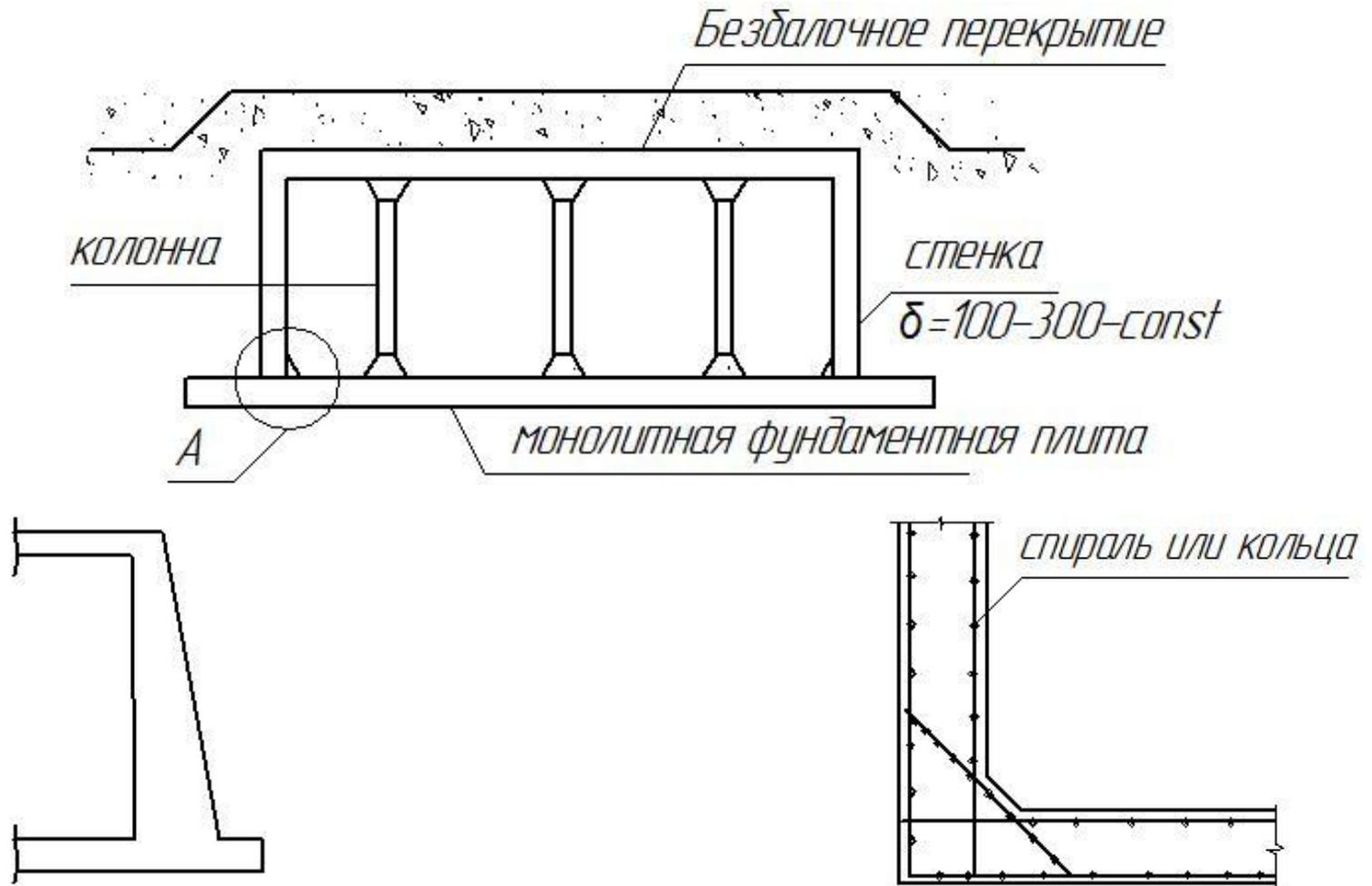
**-с внутренней стороны плотный слой штукатурки;**

**-с наружной торкрет бетон.**

**Если в сборном железобетоне – герметизация швов с помощью специальных герметиков или расширяющийся цемент.**

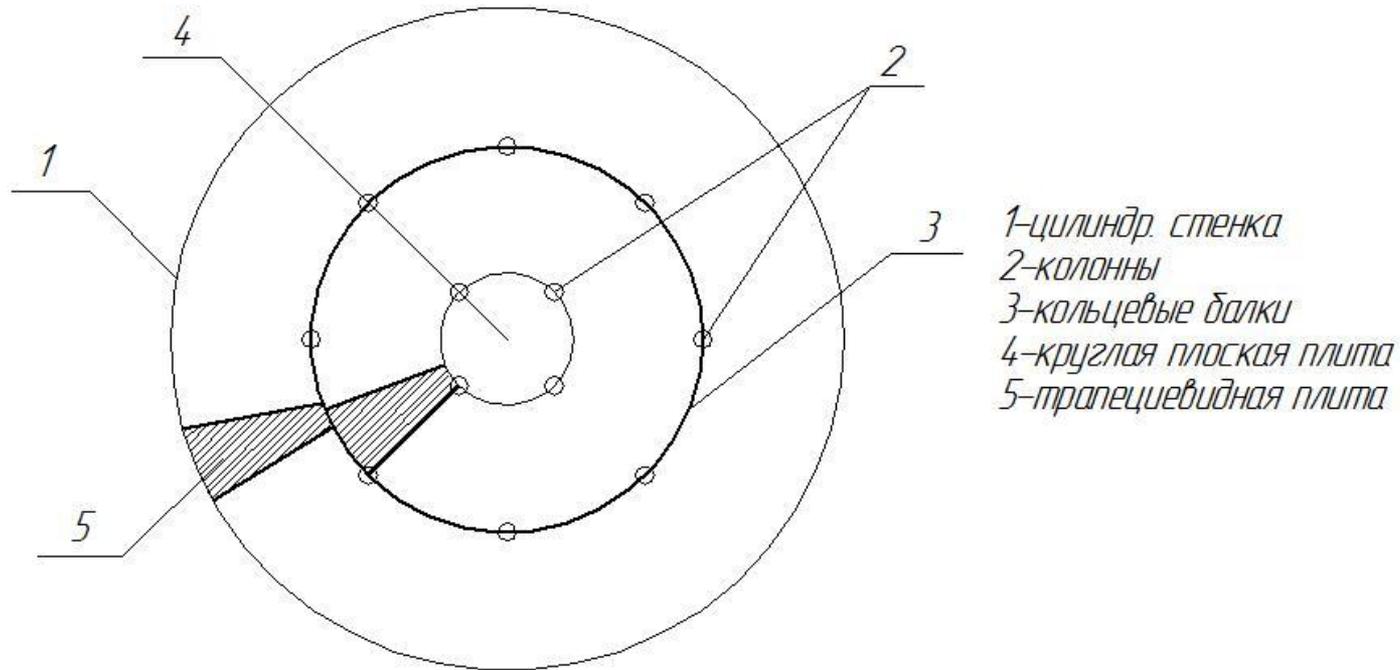
# 19.1. Общие сведения. Конструкция.

Для цилиндрических резервуаров конструктивное решение в монолите – по типу безбалочных перекрытий.



# 19.1. Общие сведения. Конструкция.

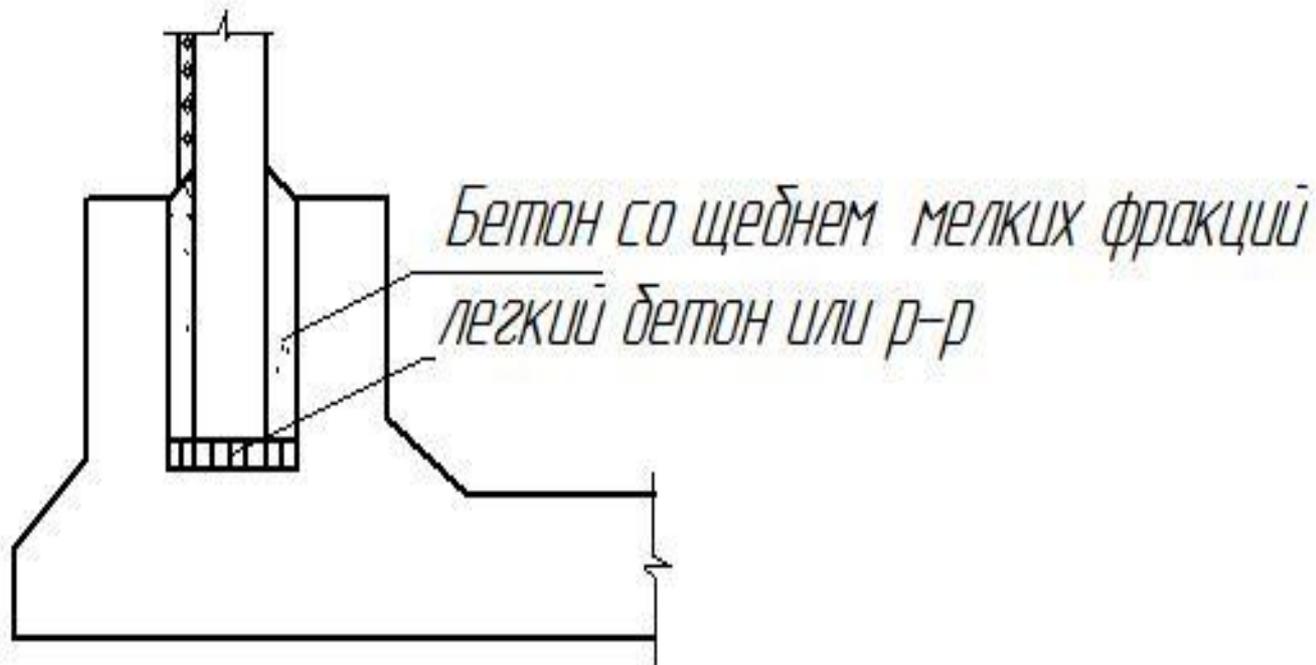
Сборная конструкция цилиндрического резервуара.



## 19.1. Общие сведения. Конструкция.

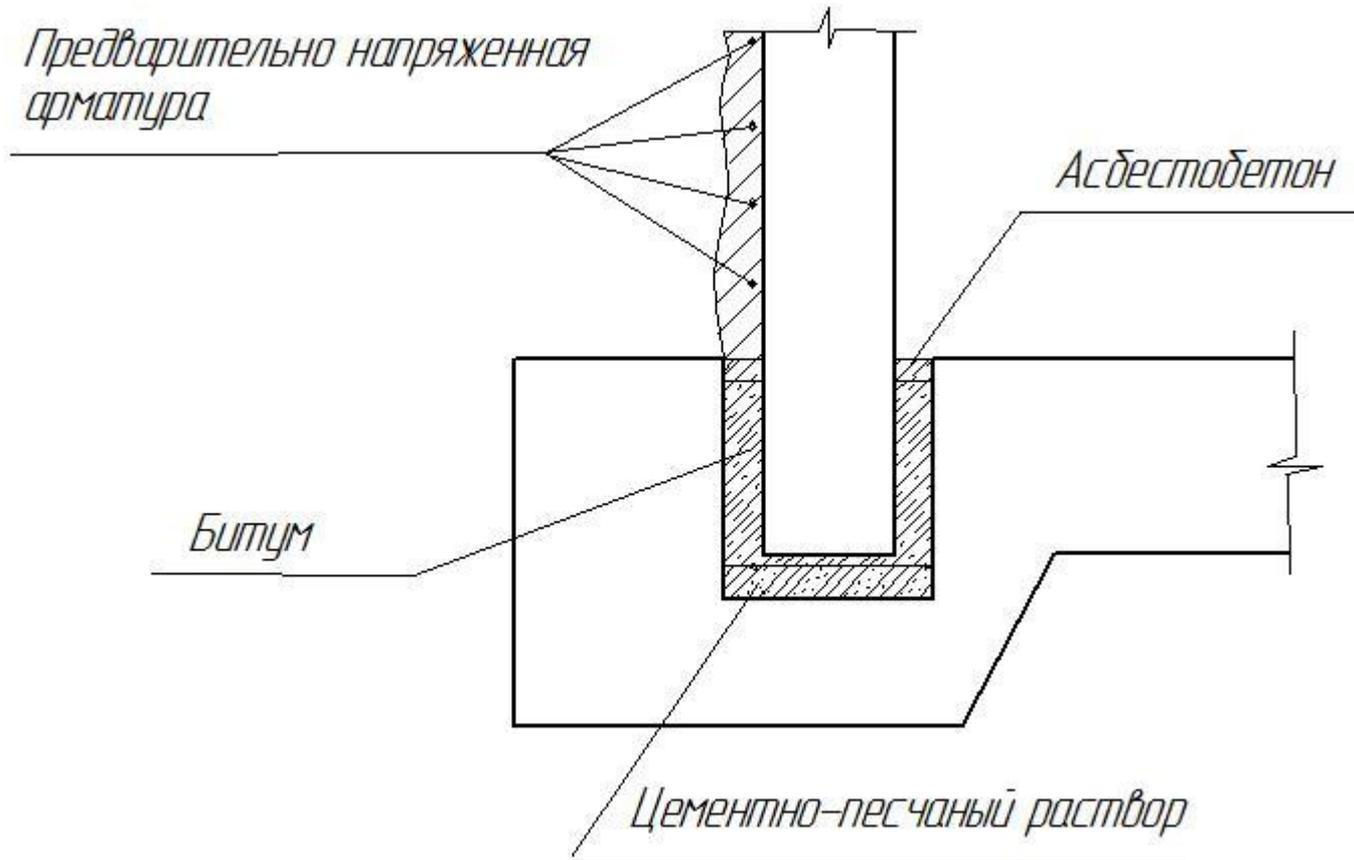
Сопряжение стены с дном.

*ЖЕСТКОЕ СОПРЯЖЕНИЕ*



# 19.1. Общие сведения. Конструкция.

## Шарнирное сопряжение

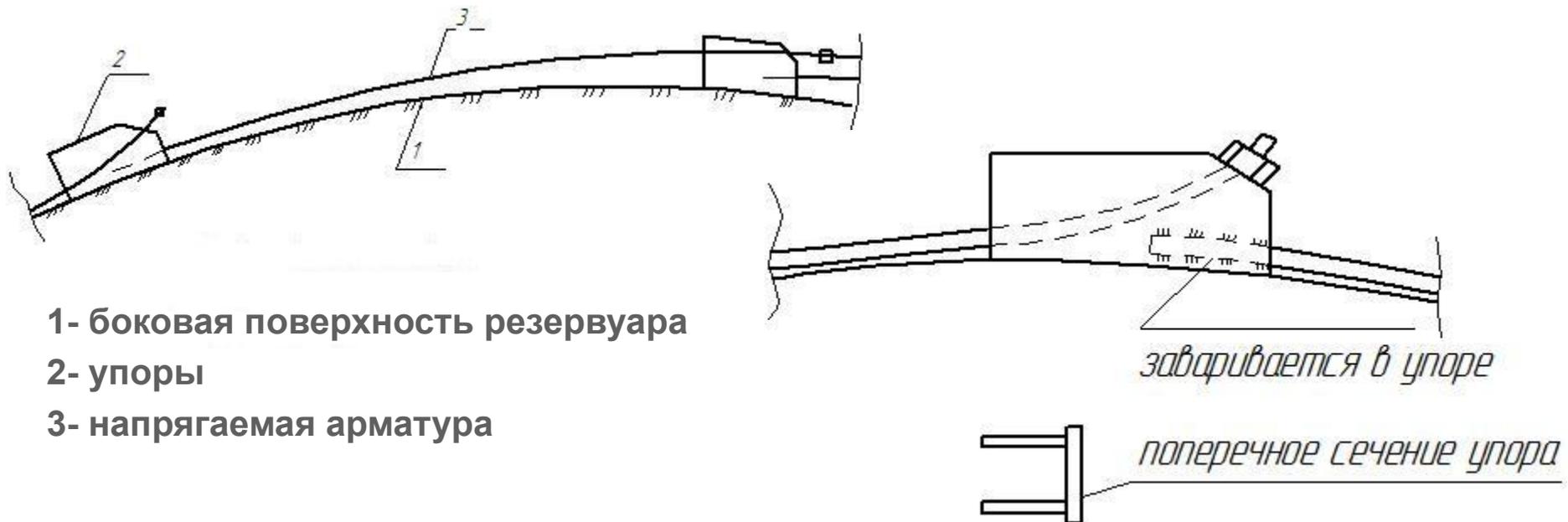


## 19.1. Общие сведения. Конструкция.

**Арматура:** проволоки или стержни.

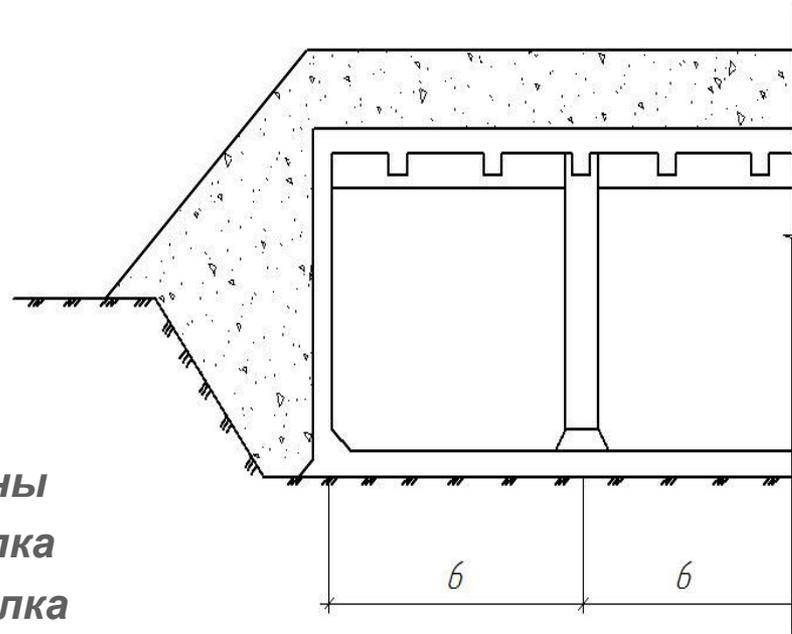
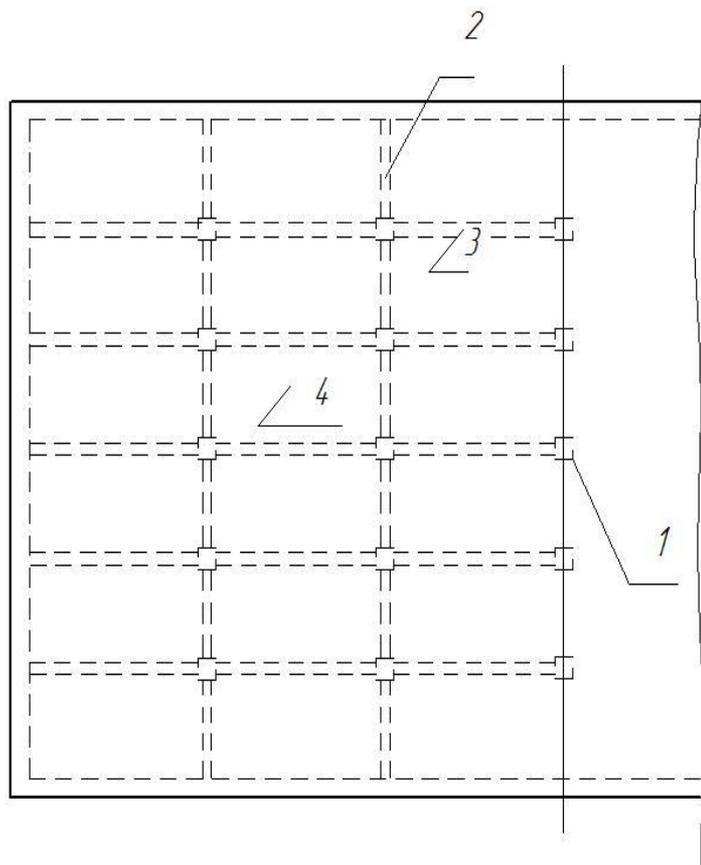
Натяжение на стены кольцевой, предварительно напрягаемой высокопрочной проволочной арматуры производят с помощью машин.

Стержневую арматуру натягают электротермическим способом. Кольцевой стержень членят по длине на несколько частей.



# 19.1. Общие сведения. Конструкция.

Прямоугольный резервуар из монолитного железобетона (вариант с монолитной балкой перекрытия).



- 1- колонны
- 2- гл. балка
- 3- вт. балка
- 4- панель перекрытия

# 19.2.

## Расчет.

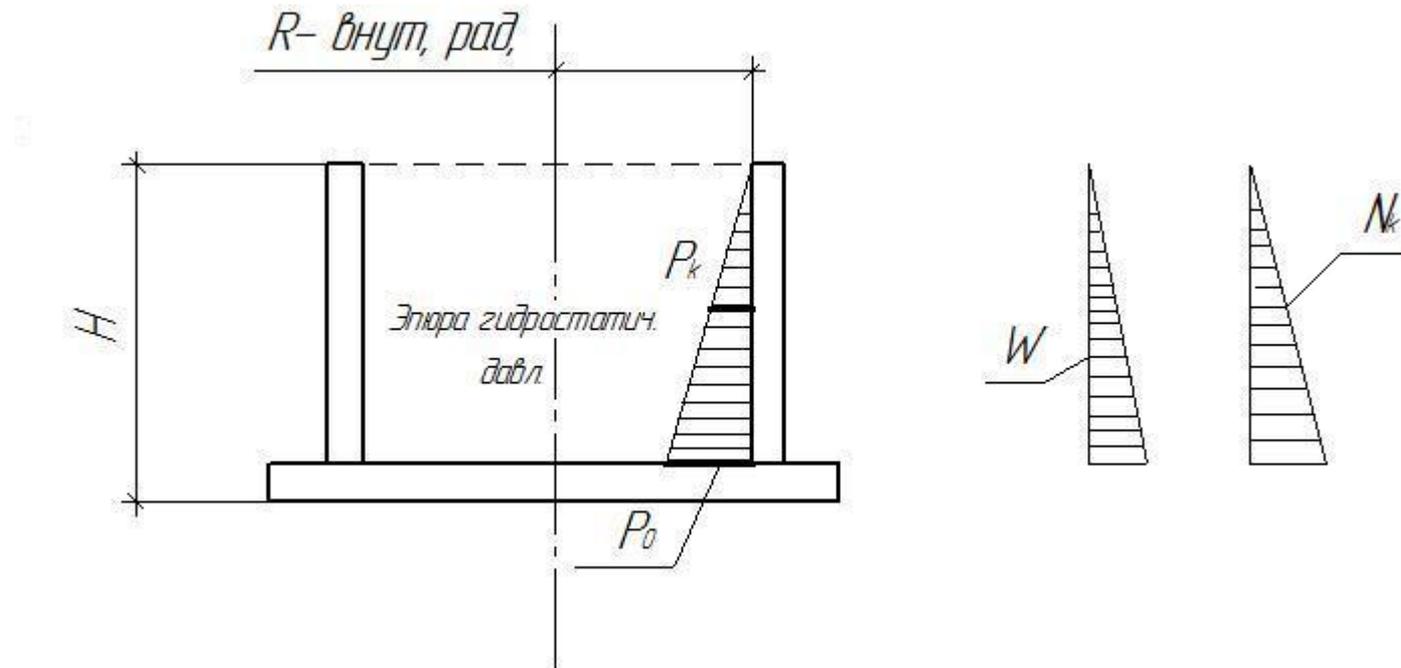
Объем статического расчета зависит от того: наземный резервуар или подземный.

Наземный резервуар рассчитывается от гидростатического давления жидкости;

Подземный резервуар – дополнительно определяется усилие от давления грунта на вертикальные стенки резервуара.

Причем расчет ведут отдельно:

- 1) на период испытаний, когда обсыпки нет
- 2) и на давление боковой обсыпки при опорожненном резервуаре

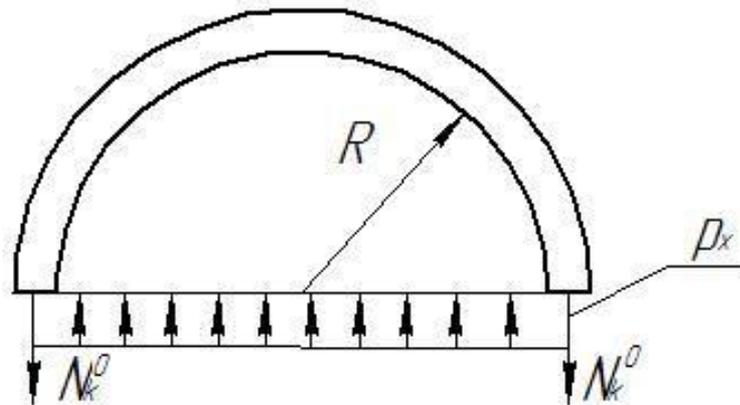


## 19.2. Расчет.

$$p_x = 1,1 \cdot \gamma \cdot z; \quad 1,1 \text{ – коэффициент надежности.}$$

Если узел сопряжения стенки с дном податливый, т.е. имеется свобода радиальных перемещений, в стенах возникают только горизонт растягивающие усилия.

$$N_K^0 = p_x \cdot R.$$



## 19.2. Расчет.

Если узел сопряжения вертикальной стенки с дном жесткий, то кроме кольцевых усилий еще возникает  $M_{изг}$  в вертикальной плоскости.

Тогда формулы для определения  $N_K$  находятся из рассмотрения равновесия замкнутой цилиндрической оболочки, заземленной в основании и подверженной действию гидростатического давления.

$$N_K = N_K^0 - p_0 R \left[ e^{-\varphi} \cos \varphi + e^{-\varphi} \sin \varphi \left( 1 - \frac{S}{H} \right) \right];$$

$\varphi$  – безразмерный коэффициент, который характеризует положение сечения, в которое упираются кольцевые усилия.

$$\varphi = \frac{H - Z}{S}; \quad S = 0,76 \sqrt{R \cdot S} \quad \text{– упругая характеристика оболочки.}$$

Изгибающий момент в любом сечении.

$$M_{H-Z} = \frac{p_0 S^2}{2} \left[ \left( 1 - \frac{S}{H} \right) \cdot e^{-\varphi} \cos \varphi - e^{-\varphi} \sin \varphi \right];$$

Максимальный момент

$$z = H \Rightarrow \varphi = 0;$$
$$e^{-\varphi} = 1; \quad \cos \varphi = \sin \varphi = 0;$$

$$M_{\max} = \frac{p_0 S^2}{2} \left( 1 - \frac{S}{H} \right).$$

## 19.2. Расчет.

### Расчет прочности.

Отдельно подбирается горизонтальная и вертикальная арматура.

Горизонтальная арматура – по кольцевым растягивающим усилиям.

Для этого всю стену по высоте делят по зонам высотой 4-5м, в пределах которых арматуру ставят по максимальному кольцевому усилию. Из этой зоны вырезается полоса  $\Delta = 1\text{м}$  шириной

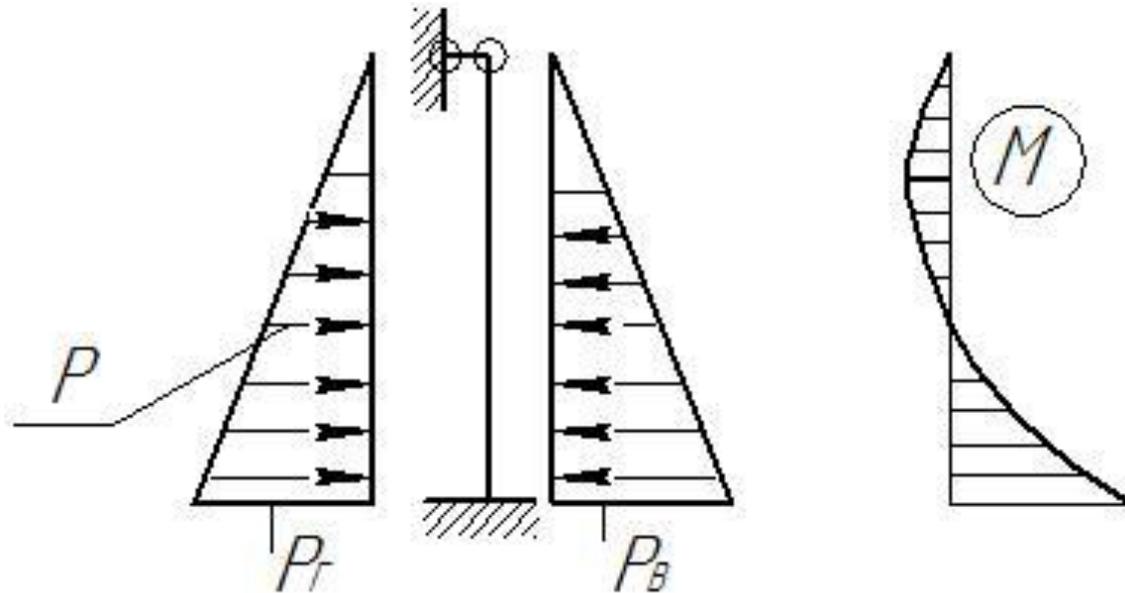
Арматура определяется как для растянутого элемента  $A_s = \frac{N_K}{R_s}$ .

Собственный вес стен и покрытия не учитывается. При податливом сопряжении вертикальная арматура – конструктивно, а при жестком арматура подбирается по

$M_{\text{изг}}$  для полосы  $\Delta = 1\text{м}$  и  $\delta = \delta_{\text{ст}}$ .

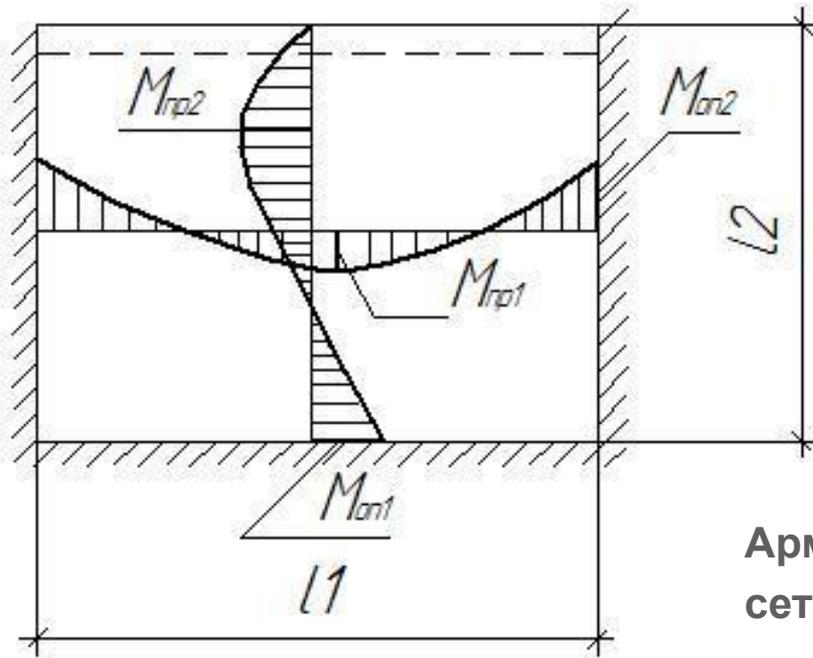
## 19.2. Расчет.

В прямоугольных резервуарах учитываются только изгибающие моменты, т.к. растягивающие усилия – небольшие. Расчетная схема зависит от конструкции резервуара. Если резервуар монолитный или сборный, но из него горизонтальная арматура в стыках не сваривается, то при определении  $M_{изг}$  выделяется полоса шириной 1м с приходящейся на нее нагрузкой. Тогда принимается следующая расчетная схема основная арматура вертикальная.



## 19.2. Расчет.

Если из сборного железобетона, но горизонтальные стыки арматуры свариваются, то расчетная схема – опертая по контуру плита.



Защемленная в стыках и шарнирно опертая в уровне перекрытия.

Усилия  $M_{изг}$  - по табл.

Армируются стенки и днище резервуаров сетками в соответствии с эюрами  $M_{пр}$