

# РЕЗЕРВУАРЫ



Предназначены для хранения воды, технологических растворов, газов, нефти и нефтепродуктов.

# РЕЗЕРВУАРЫ

## Классификация

\* По форме:

\* Цилиндрические

Прямоугольные



# РЕЗЕРВУАРЫ

## Классификация

- \* При выборе формы учитывают следующие факторы:
- \* При **одинаковой емкости и высоте** периметр стенок цилиндрического резервуара **меньше прямоугольного**;
- \* **Растягивающие усилия** от гидростатического давления в стенках **цилиндрических** резервуаров **возрастают пропорционально диаметру**. **Изгибающие моменты** в стенах прямоугольных резервуаров **не зависят** от размеров в плане, следовательно, толщина стен не зависит от ёмкости.
- \* При вместимости до **2-3** тысяч  $\text{м}^3$  экономичнее резервуары **круглой формы**, при **5-6** тысячах  $\text{м}^3$  - **прямоугольные**.



# РЕЗЕРВУАРЫ

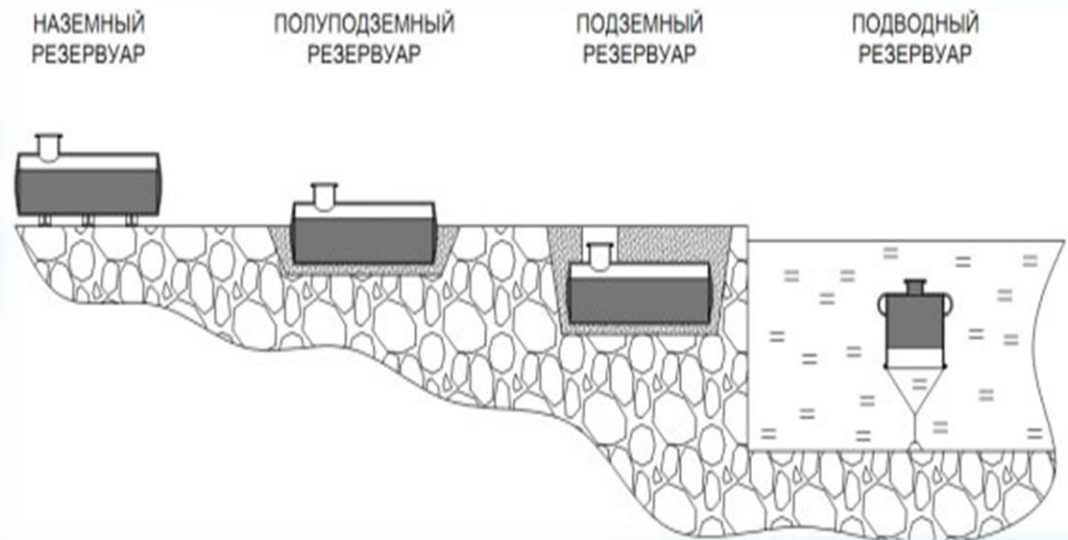
## Классификация

В зависимости от расположения:

- \* **Наземные;**
- \* **Полуподземные** (частично заглублённые);
- \* **Подземные;**
- \* **Подводные**

Не рекомендуется заглубление резервуаров ниже уровня грунтовых вод, т.к. усложняются строительные работы и конструкция

монолитного днаща.



# РЕЗЕРВУАРЫ

## Классификация

### По технологии возведения:

- \* Сборные;
- \* Монолитные;
- \* Сборно-монолитные.



# РЕЗЕРВУАРЫ

## Классификация

### • *По назначению:*

**Для хранения чистой холодной и горячей воды;**

**Пищевых жидкостей;**

**Нефти и нефтепродуктов;**

**Масел и мазута;**

**Светлых нефтепродуктов;**

**Сжиженных газов;**

**Химических продуктов.**

# РЕЗЕРВУАРЫ

## *ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ*

- Нефтегазовая промышленность
- Горнодобывающая промышленность
- Химическая промышленность
- Энергетическая промышленность
- Сельскохозяйственная промышленность
- Целлюлозно-бумажная промышленность
- Метрополитены и ЖД
- Пожарные станции
- Пищевая промышленность



# РЕЗЕРВУАРЫ

## *Конструктивные недостатки железобетонных резервуаров*

- \* Необходимость обваловки, что затрудняет контроль герметичности стенок;
- Сложность герметизации швов и стыков;
- Сложность навивки арматуры и последующей укладки бетона.
- Последующий ремонт и обслуживание железобетонных резервуаров включает работы по восстановлению защитного материала, восстановлению сечения арматуры, устранение трещин и повторной гидроизоляции корпуса емкости.



# РЕЗЕРВУАРЫ

## Основные требования к стенам и днищу резервуаров

- \* **Непроницаемость;**
- \* **Коррозионная стойкость** (особенно при хранении нефтепродуктов).

Непроницаемость обеспечивается применением специальных плотных бетонов, непроницаемых стыков сборных элементов за счет использования герметиков и бетона на расширяющемся цементе, создание предварительных напряжений, покрытием изнутри цементной штукатуркой, торкрет-бетоном и керамическими специальными плитками.

# РЕЗЕРВУАРЫ

## Материалы

\***Бетон** тяжелый классов С12/15 - С25/30, марок по водонепроницаемости W4-W10, марок по морозостойкости F100-F150;

\***Арматура** S400, S500 (конструктивная S240) - ненапрягаемая. Напрягаемая - S800, S1000, S1200, S1400.

# РЕЗЕРВУАРЫ

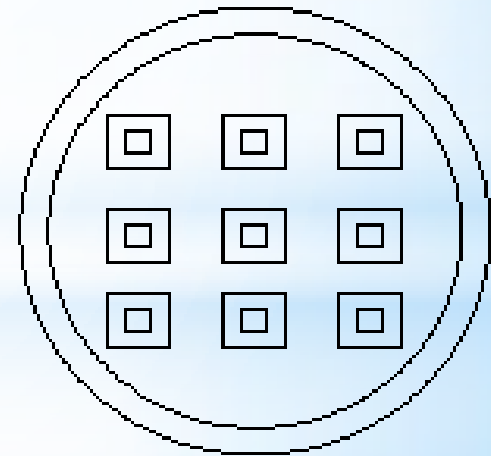
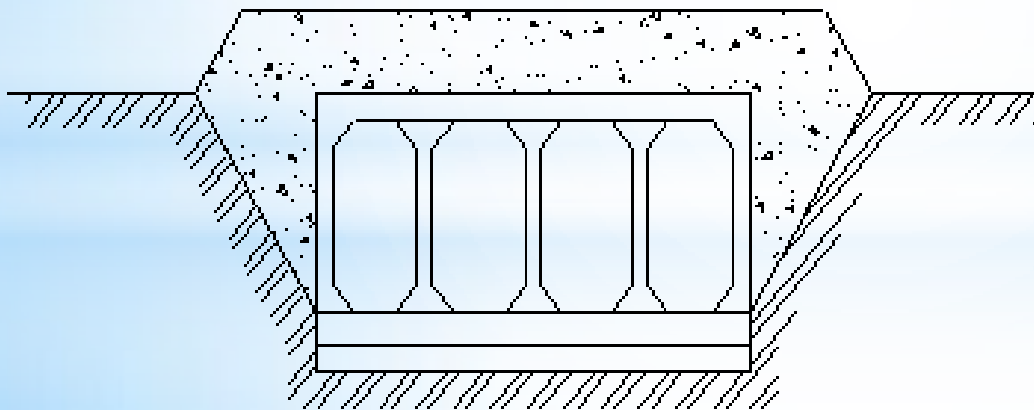
## ОБЩИЕ РАСЧЁТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- \* При определении изгиба в стене резервуаров учитывают только **упругую стадию** напряженного состояния бетона, т.к. в них не допускается образование трещин. При этом рассматривают следующие случаи нагружения:
  - \* 1. **Заполнен жидкостью**, но не обсыпан грунтом (испытание резервуара на непроницаемость);
  - \* 2. **Обсыпан грунтом**, но не пустой;
  - \* 3. Заполнен, обсыпан грунтом и подвергнут **неравномерному нагреву** или охлаждению;
  - \* 4. На резервуар действуют **несимметричные** горизонтальные нагрузки.
- \* Днище резервуаров рассчитывают на напор грунтовых вод.

# ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

Могут быть из **монолитного** железобетона и **сборных** элементов.

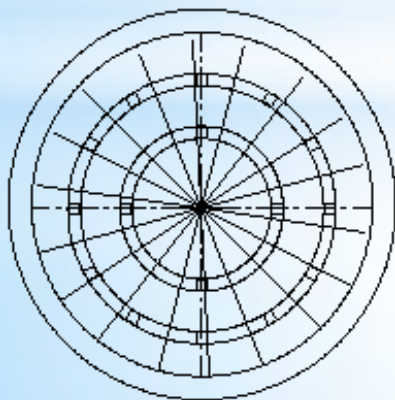
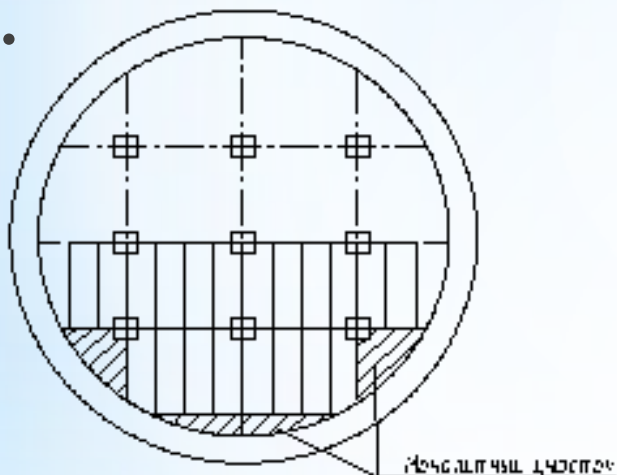
Монолитные резервуары могут иметь **купольные** или **плоские покрытия**. Купольные покрытия по расходу материалов экономичнее, но требуют сложной опалубки. Плоское безбалочное покрытие поддерживается колоннами с капителями.





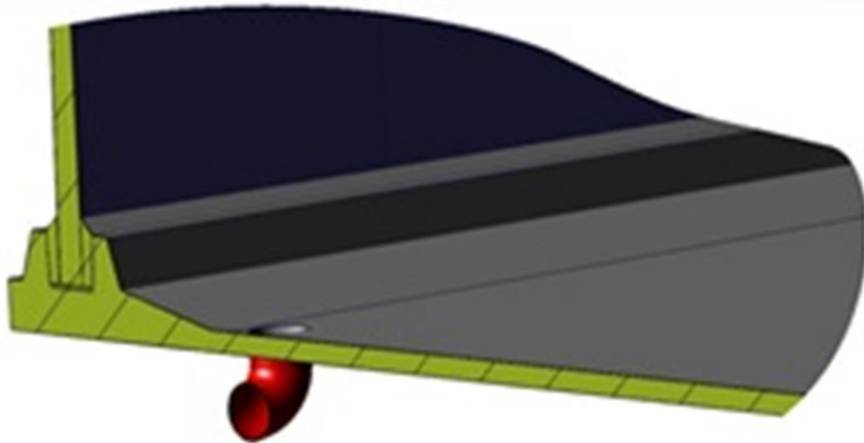
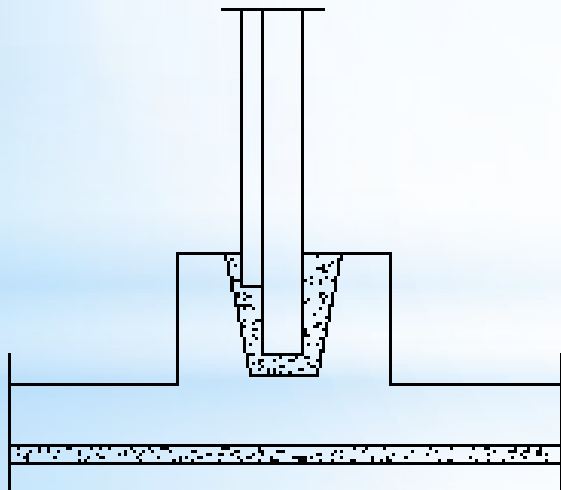
# ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

- \* Покрытие сборных резервуаров выполняют в виде **плоского балочного** с шагом колонн 6 м.
- \* Номинальная ширина **стеновых панелей** 3,14 м и 1,57 м.



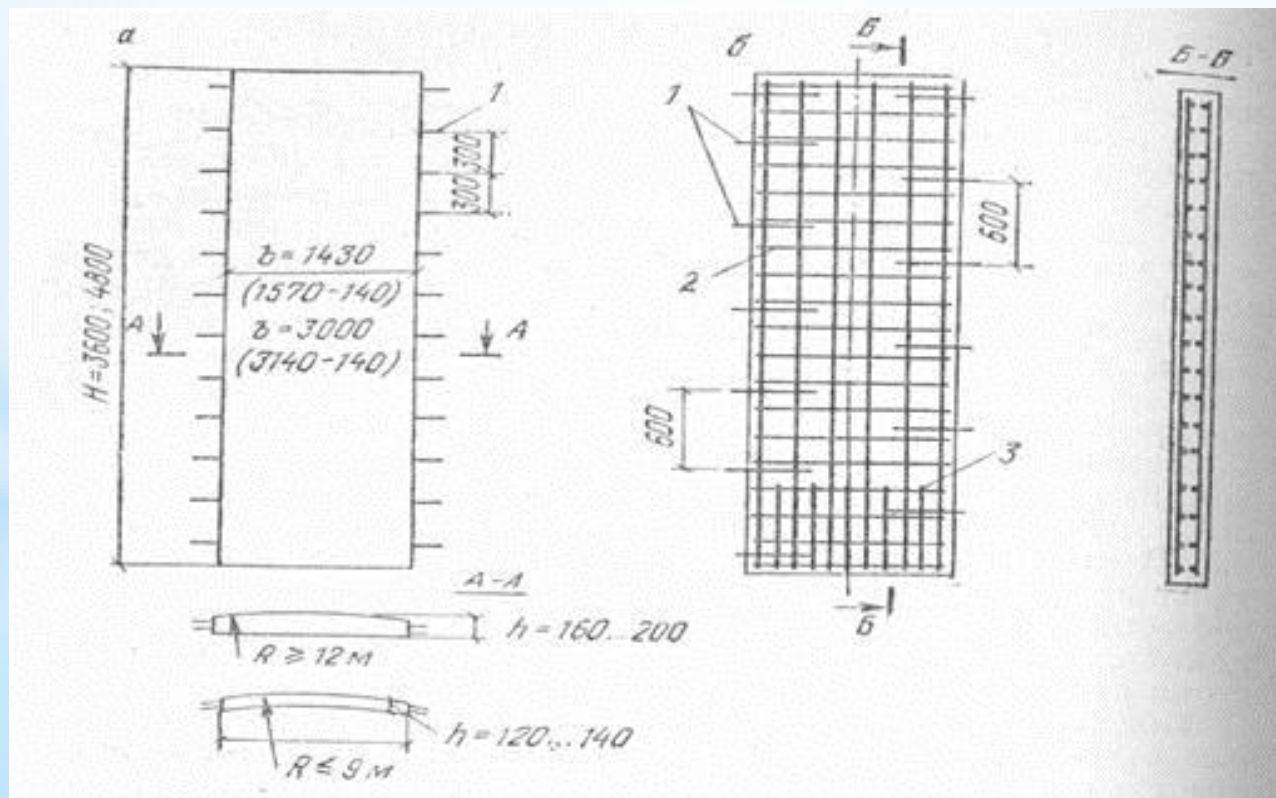
# ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

Панели устанавливают в **паз** между двумя кольцевыми ребрами дна. **Швы** между панелями заполняют водонепроницаемым бетоном. Снаружи резервуар **обжимается** кольцевой напрягаемой арматурой. От коррозии арматуру защищают слоем **торкрет-бетона**.



# ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

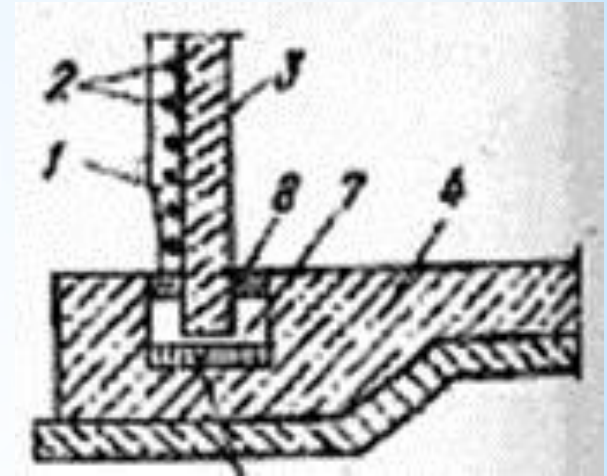
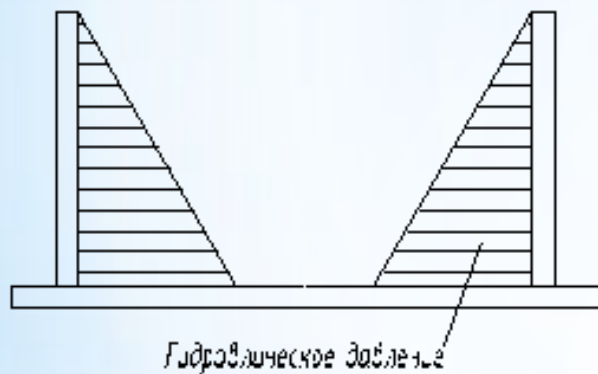
- \* Стеновые панели толщиной **120-200 мм** армируют одиночной или двойной сеткой. **Выпуски арматуры** стеновых панелей **сваривают** между собой.
- \* Для опирания колонн в днище делают утолщения со стаканами.



# ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

## Расчет

- \* От **гидростатического** давления жидкости в стене резервуара возникают **растягивающие** гидростатические усилия  $N$ .



7 - битумная мастика; 8 - асбестоцементный раствор

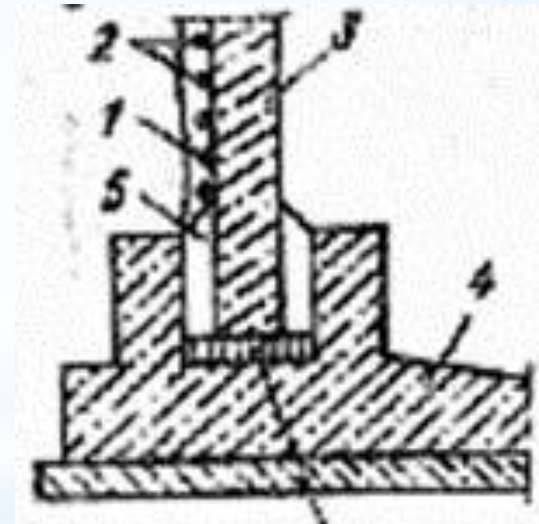
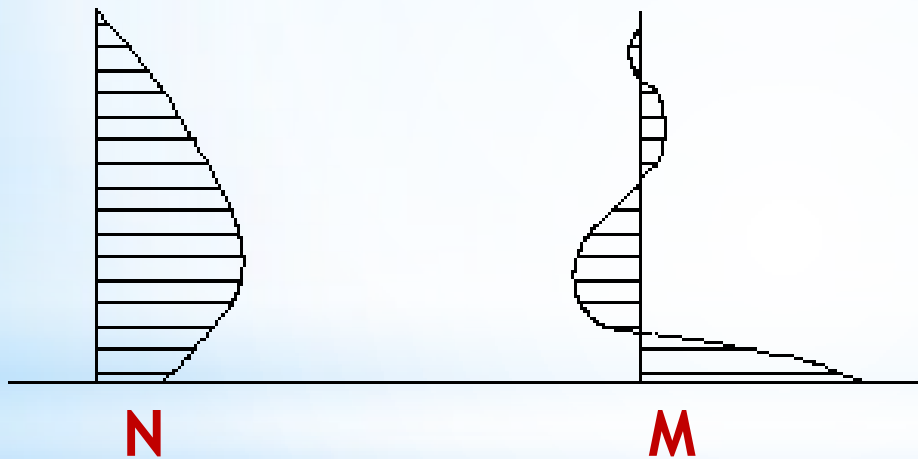
- \* При **подвижном сопряжении** стенки с дном опора растягивающих усилий  $N$  треугольная, а изгибающие моменты вследствие свободного перемещения стенки не возникают.



# ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

## Расчет

\* При **жестком** сопряжении стенки с дном эпюра **растягивающих усилий криволинейная**, а вследствие отсутствия на уровне дна радиальных перемещений, возникают **изгибающие моменты** и поперечные силы.



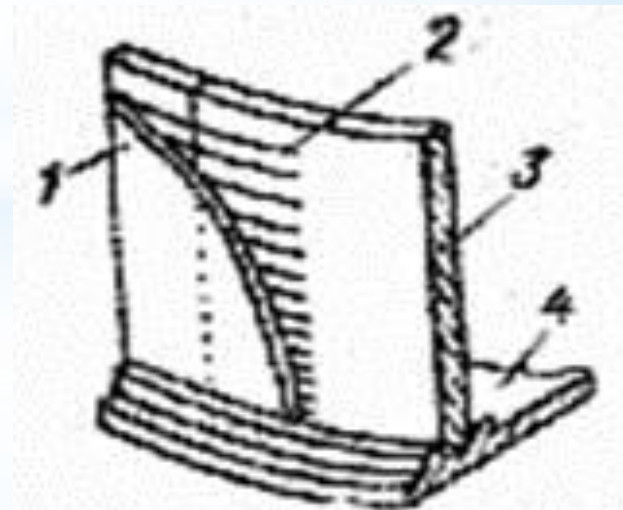
5 – бетон с щебнем мелких фракций

# ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

## Расчет

- \* Расчетные формулы для определения **M** и **N** получают из решения дифференциального уравнения изгиба **балки на упругом основании** при соответствующих граничных условиях.
- \* Площадь сечения **кольцевой арматуры** стены определяют как в **центрально-растянутом элементе**. Отдельно для каждого пояса **высотой 1 м** по наибольшему кольцевому усилию

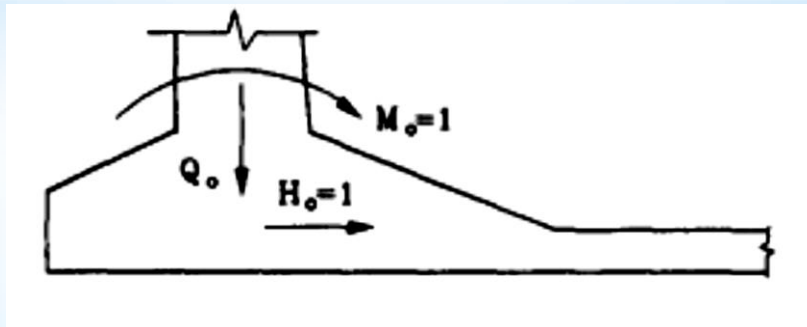
$$A_s = \frac{N}{R_s}.$$



# ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

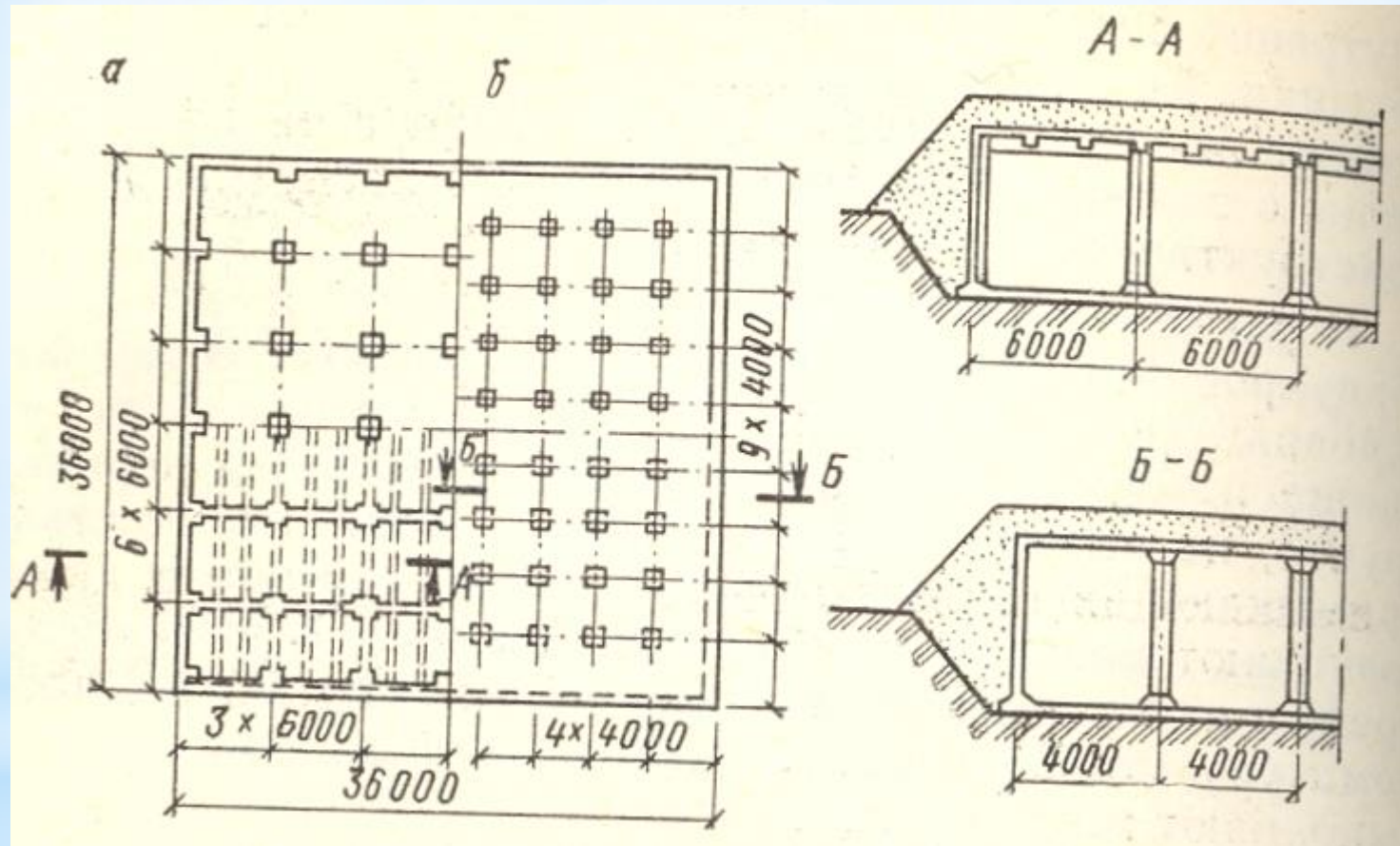
## Расчет

- \* Площадь сечения **вертикальной арматуры** стенок рассчитывают от совместного действия продольной силы и изгибающего момента отдельно от действия внутреннего **гидростатического давления** и от активного **давления засыпки**.
- \* Днища выполняют **монолитными** и при отсутствии подпора воды армируют конструктивно. На участках примыкания к стенкам и фундаментам колонн возникают местные изгибающие моменты, по этому их усиливают местными **утолщениями** и дополнительной арматурой.



# ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

## Прямоугольный монолитный резервуар

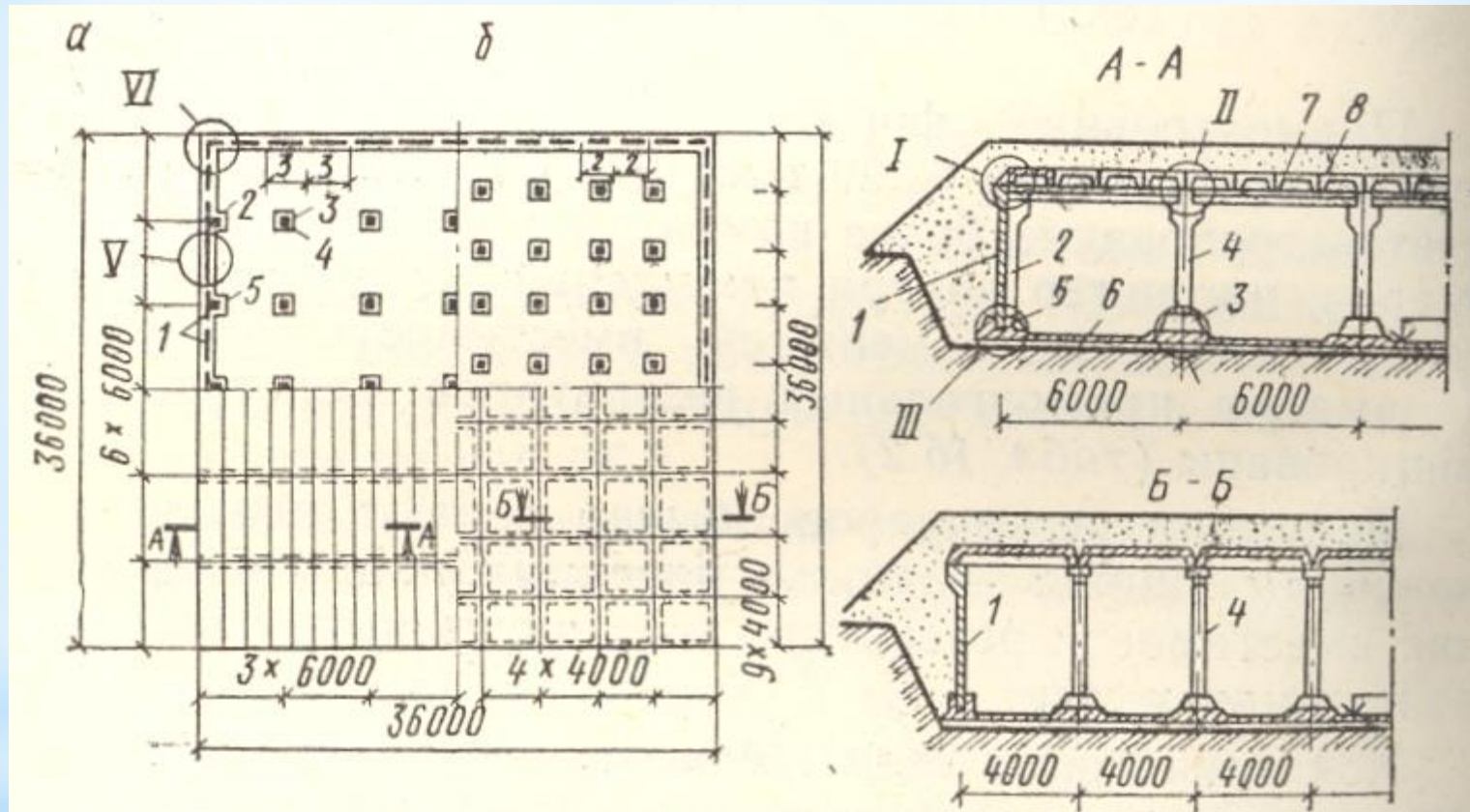


а - при варианте с ребристым покрытием; б - то же с безбалочным покрытием



# ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

## Прямоугольный сборный резервуар

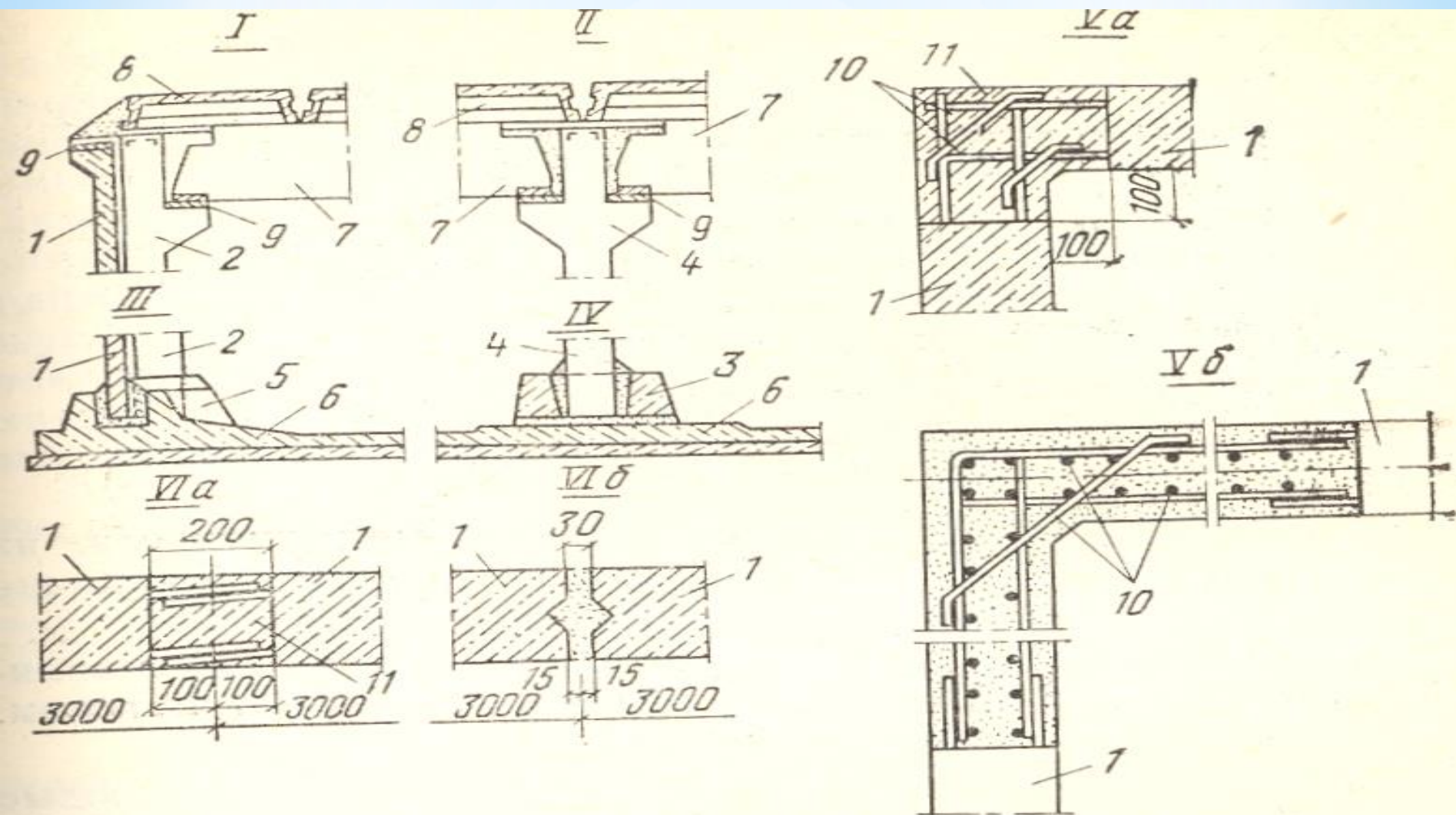


а - план при варианте с плитно-балочным покрытием; б -  
то же с безбалочным покрытием

Днища сборных и монолитных резервуаров делают монолитными.

# ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

## Узлы прямоугольного сборного резервуара

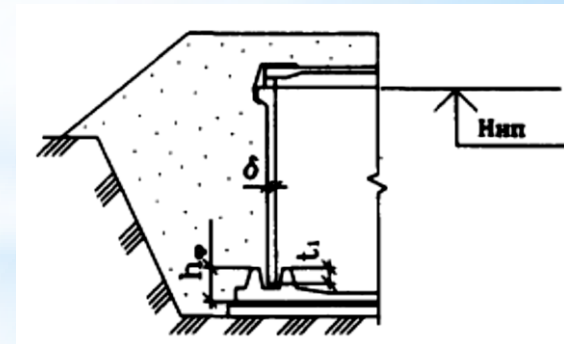


# ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

## Расчёт

Монолитные железобетонные стены без ребер и сборные стены с вертикальными стыками шпоночной формы, в которых горизонтальная арматура не сваривается, рассчитывают по **балочной схеме**, принимая пролет равным расстоянию **от покрытия до верхней грани паза дна**.

В днище стена **жестко закреплена**, а на уровне покрытия **шарнирно опёрта**. При расчете рассматривается участок стены шириной **100 см**.



# ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

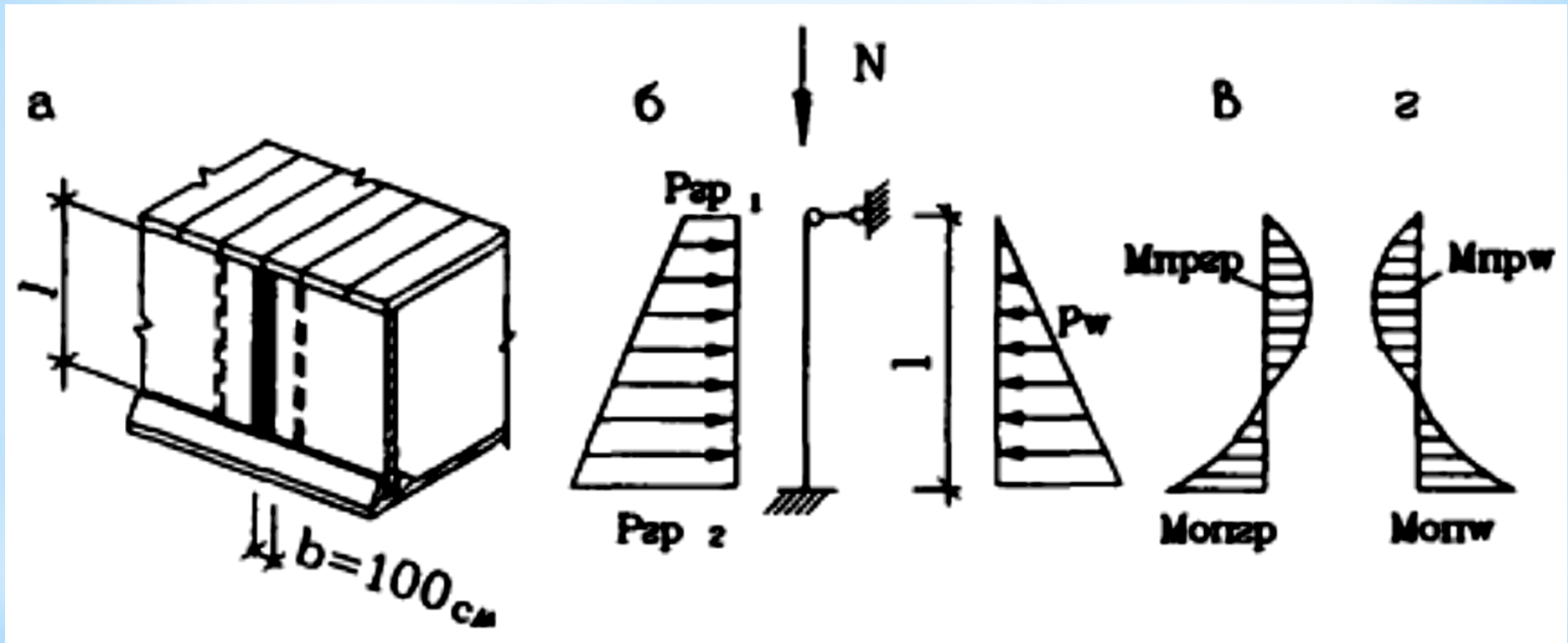
## Расчёт

Расчет ведут с учетом гидростатического давления жидкости и давления грунта, т.к. давление жидкости и грунта вызывают моменты противоположных знаков, то стены армируют двойными сетками. Площадь сечения рабочей арматуры определяют расчетом на прочность и по условию ширины раскрытия трещин.



# ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

## Расчёт



а - конструктивная схема; б - расчетная схема; в - эпюра моментов от давления грунта; г - эпюра моментов от гидростатического давления

# ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

## Расчёт днища резервуара.

Наиболее распространенный тип фундамента, применяемый в резервуарах, - **монолитное железобетонное днище** с устройством утолщений (капителей) и подколонников в местах установки сборных колонн. Допускается применение сборных подколонников. Такой тип фундамента рекомендуется рассматривать как **фундаментную плиту на упругом основании, загруженную сосредоточенными силами: от веса покрытия, от обсыпки грунтом, от веса воды в резервуаре.**

Расчет днища резервуара производят в следующей последовательности: оценка **инженерно-геологических** условий, расчеты по **прочности на продавливание**, по **раскрытию трещин**, по предельным **деформациям** основания.