

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 м³ экономичнее резервуары **круглой формы**, при **5-6** тысячах м³ - **прямоугольные**.

РЕЗЕРВУАРЫ

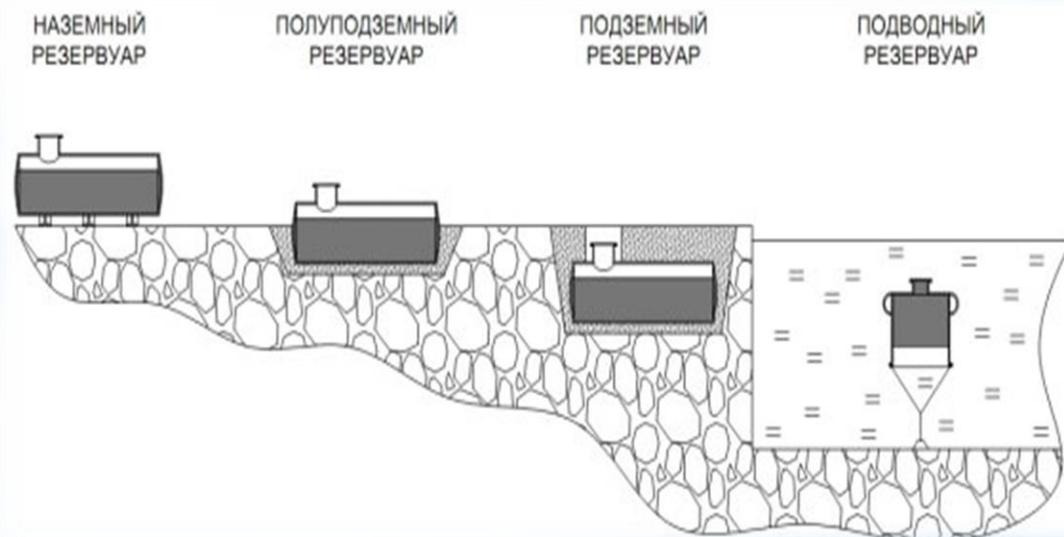
Классификация

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

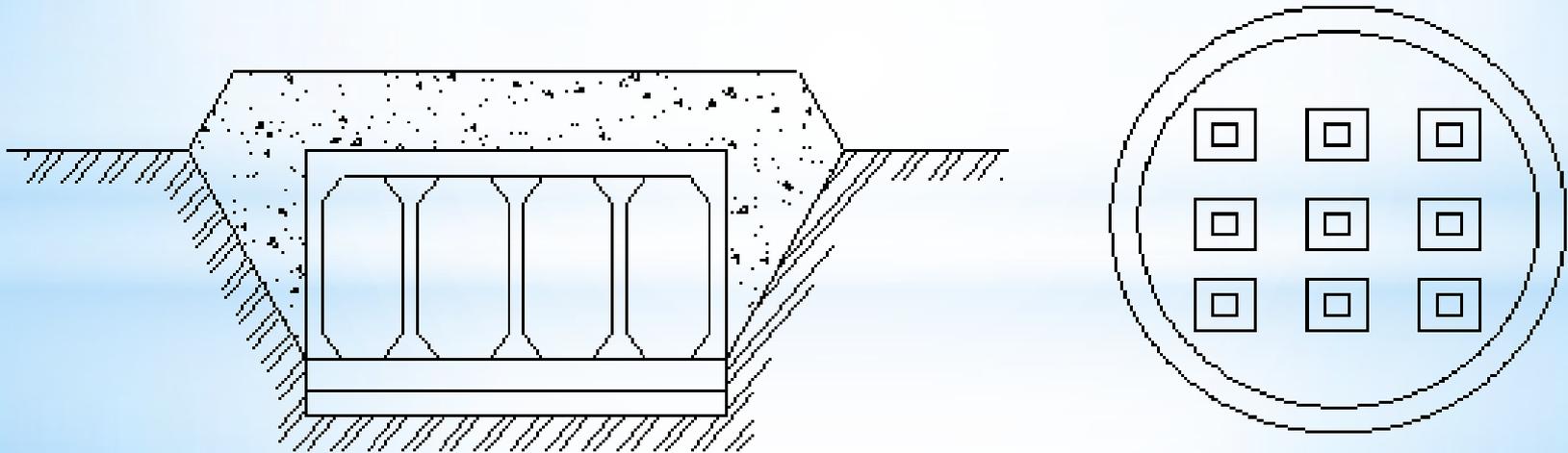
ОБЩИЕ РАСЧЁТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- * 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

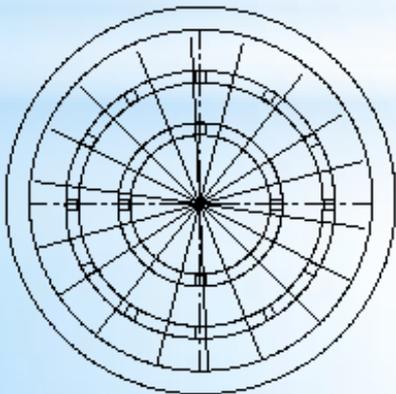
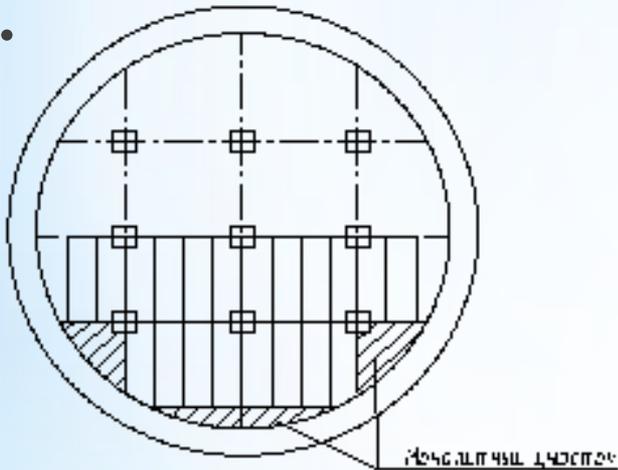
Могут быть из **монолитного** железобетона и **сборных** элементов.

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.



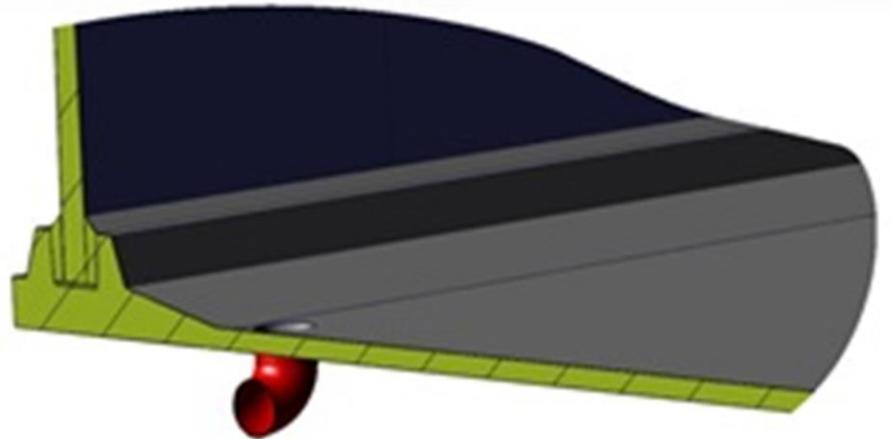
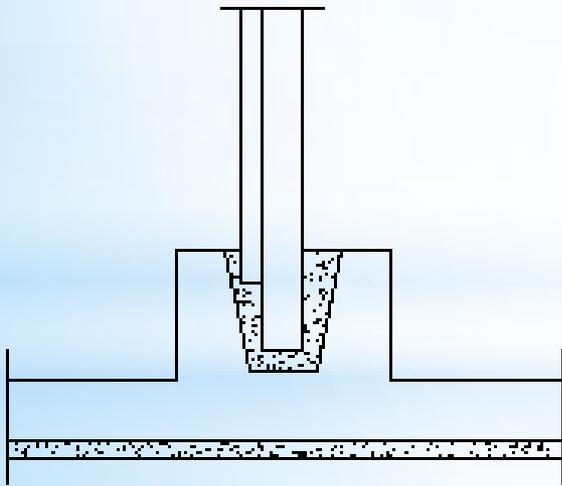
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

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



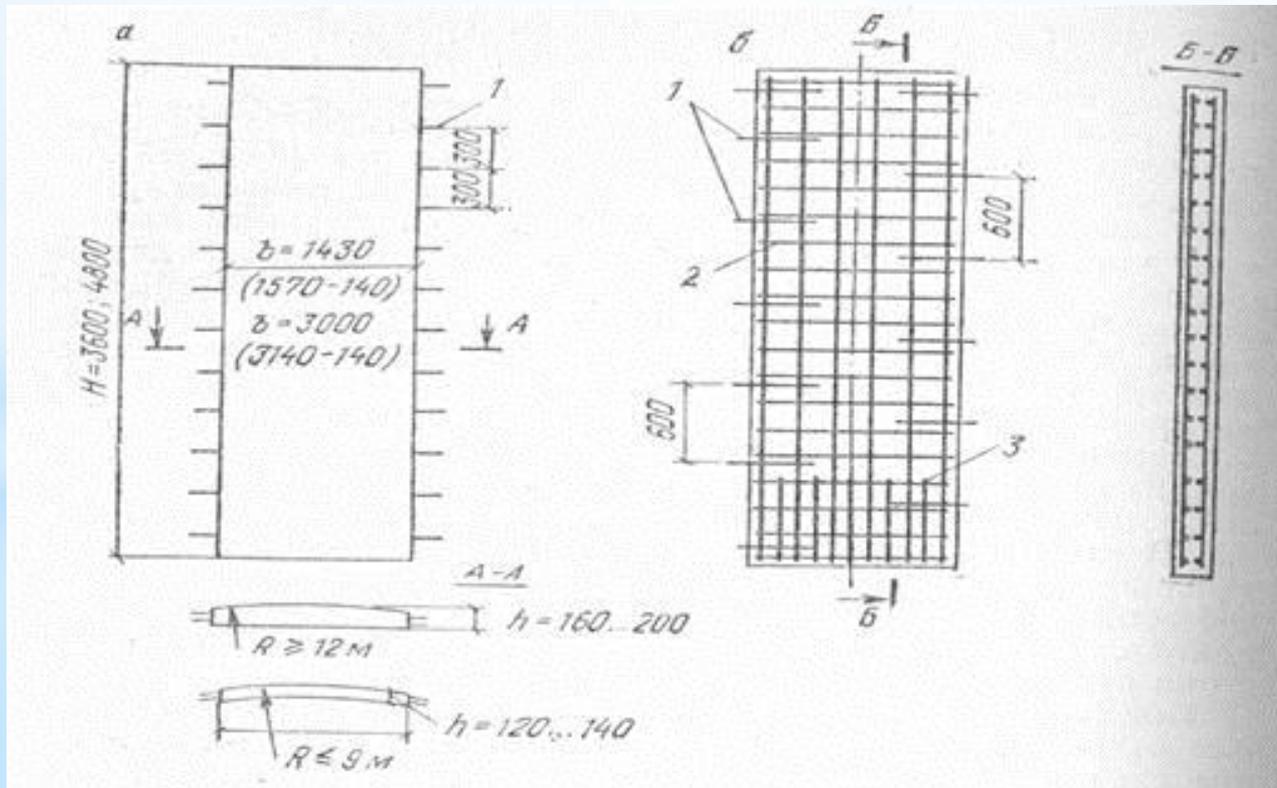
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

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

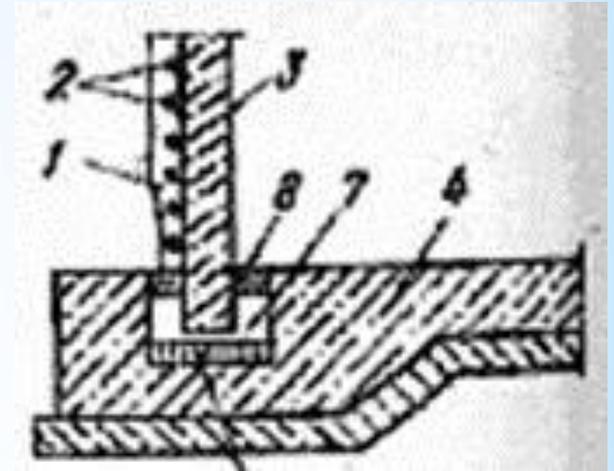
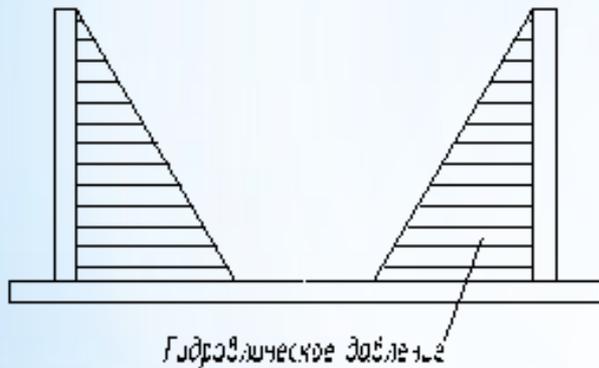
- * Стеновые панели толщиной **120-200 мм** армируют одиночной или двойной сеткой. Выпуски арматуры стеновых панелей **сваривают** между собой.
- * Для опирания колонн в днище делают утолщения со стаканами.



ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

Расчет

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



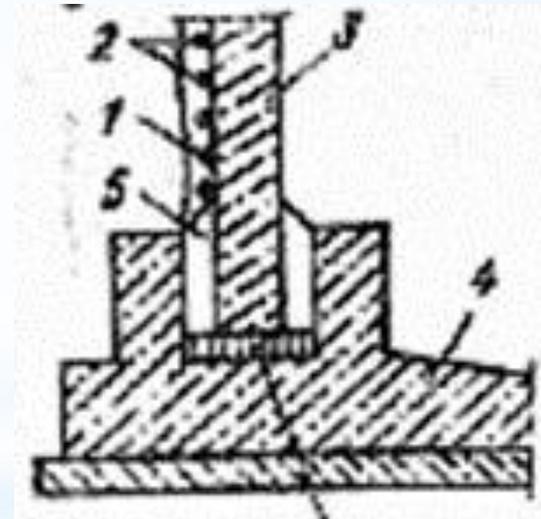
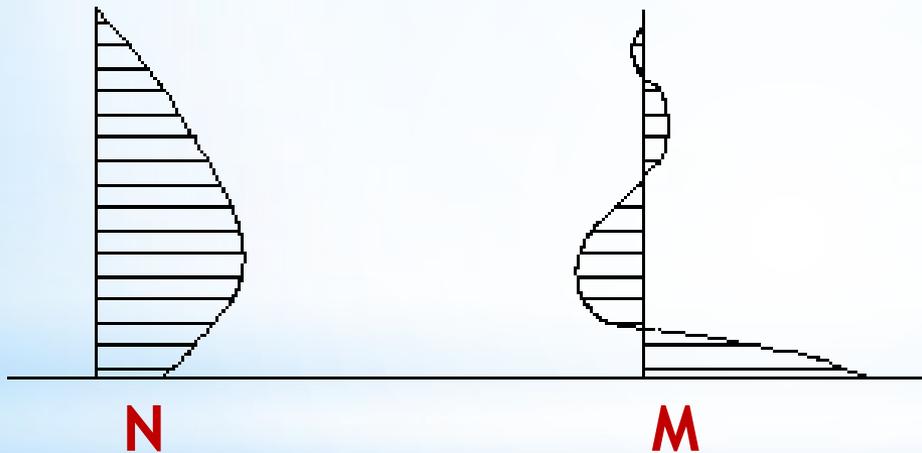
7 - битумная мастика; 8 - асбестоцементный раствор

- * 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

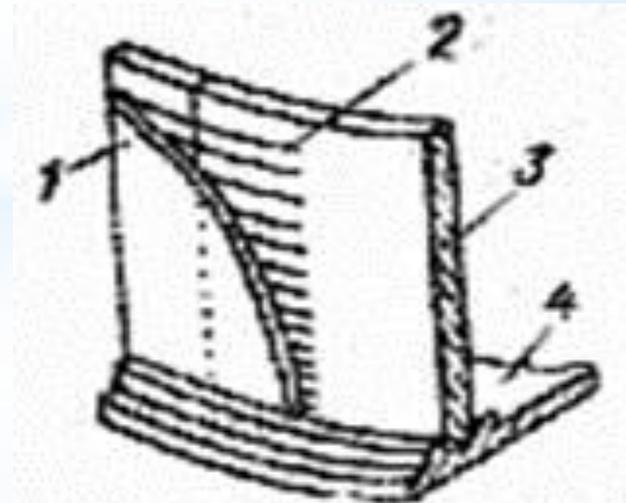
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

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

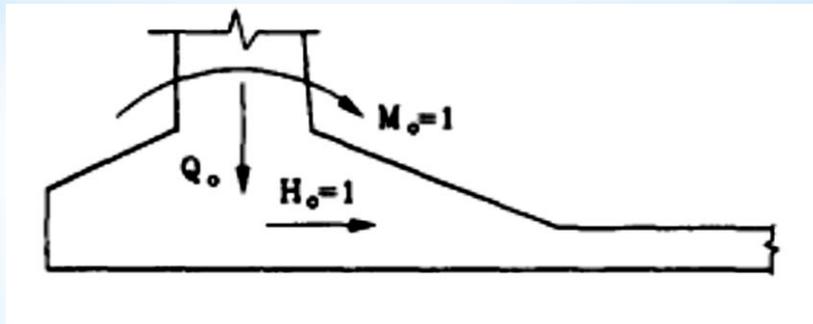
$$A_s = \frac{N}{R_s}$$



ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ

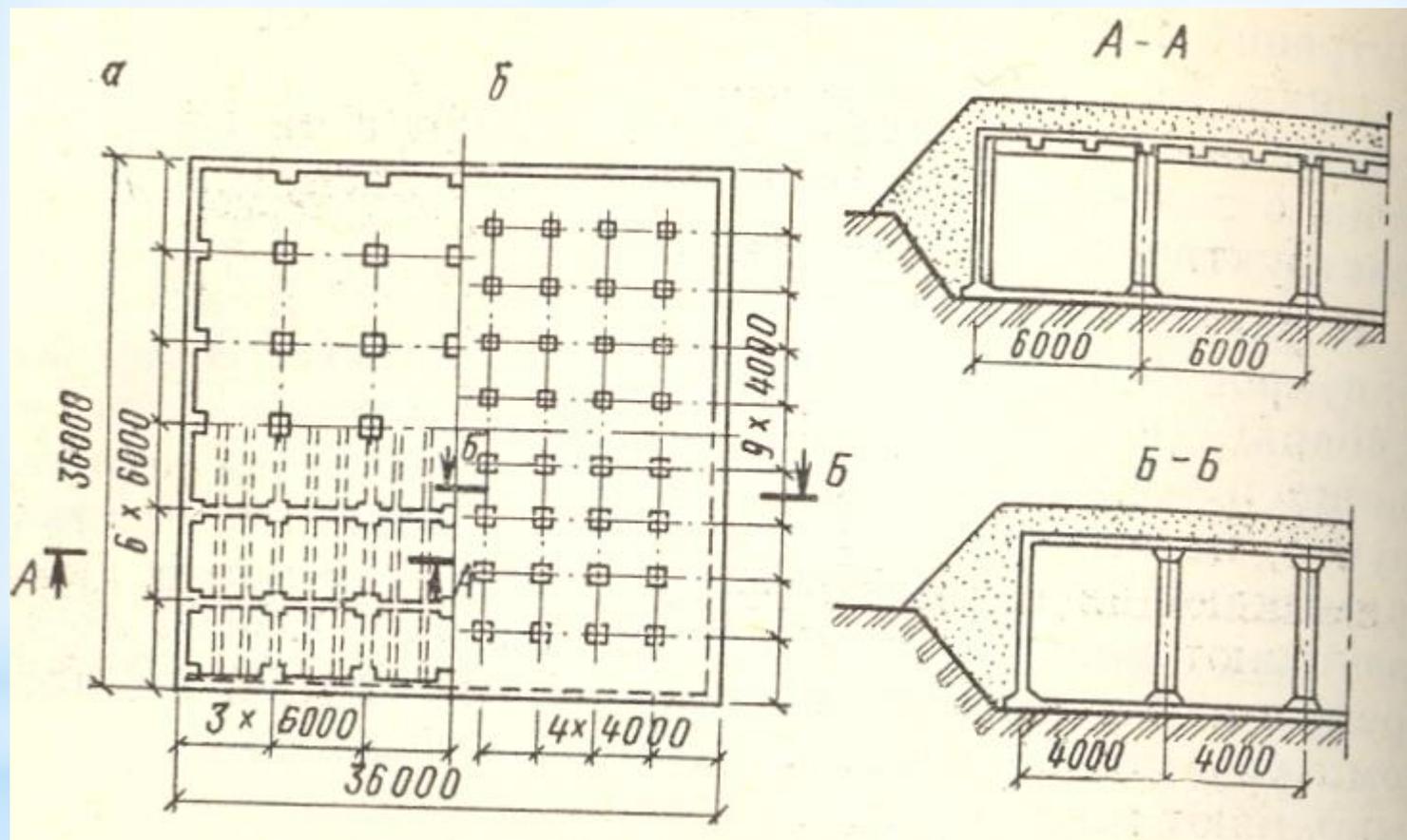
Расчет

- * 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

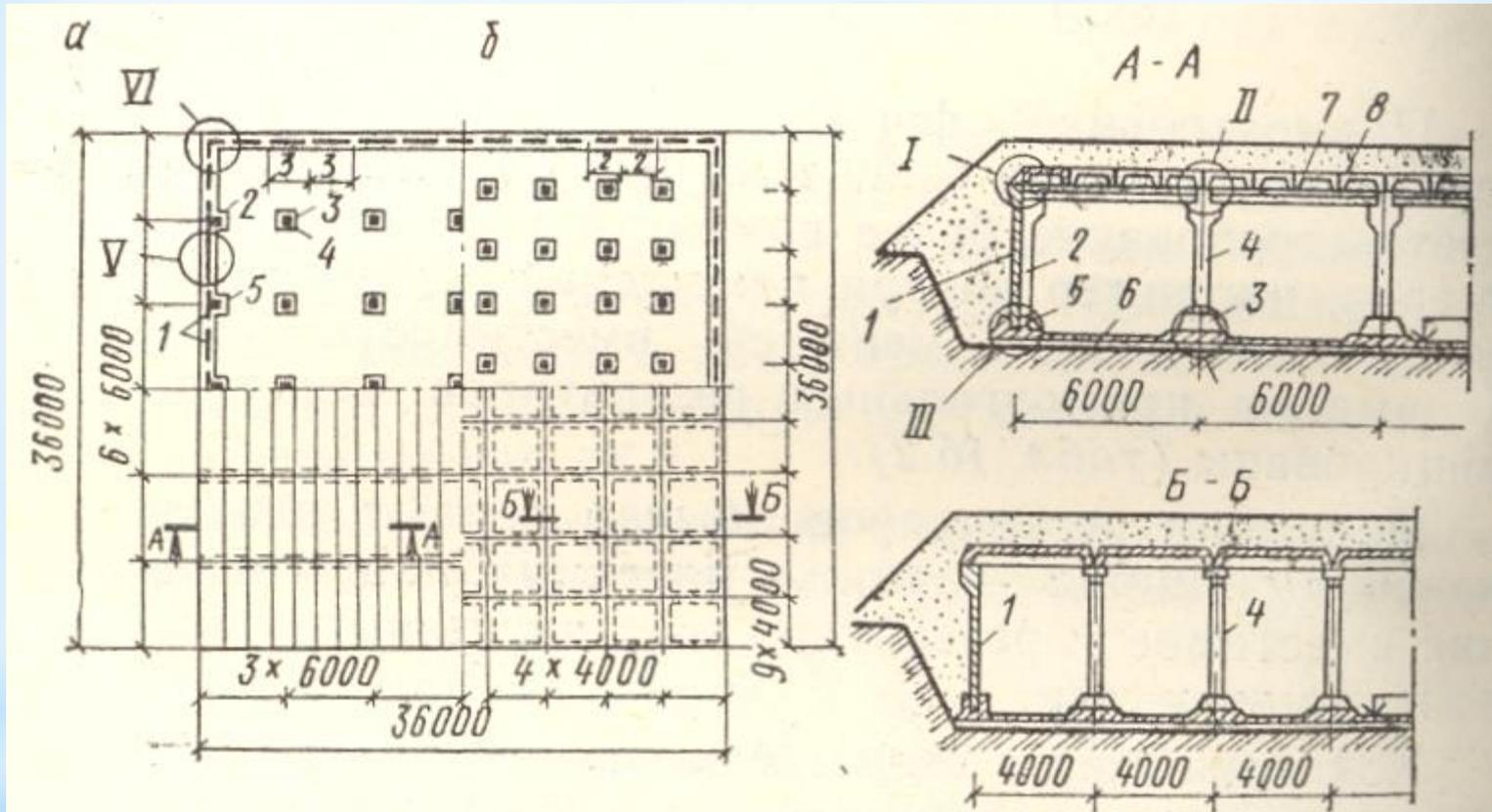
Прямоугольный монолитный резервуар



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

ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

Прямоугольный сборный резервуар

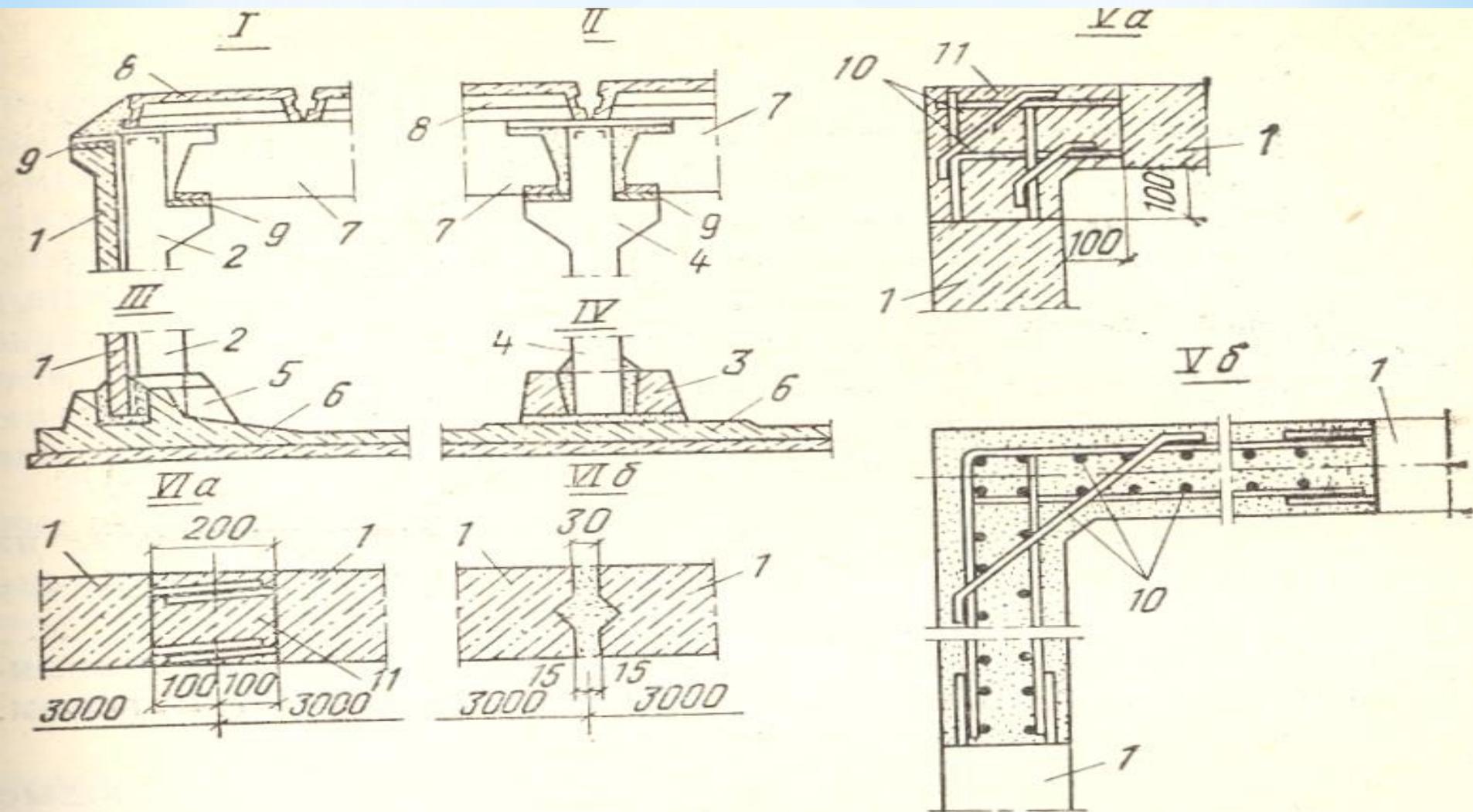


а - план при варианте с плитно-балочным покрытием; б - то же с безбалочным покрытием

Днища сборных и монолитных резервуаров делают монолитными.

ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

Узлы прямоугольного сборного резервуара

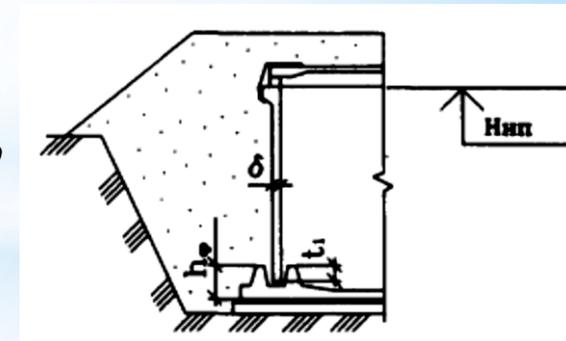


ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

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 оперта**. При расчете рассматривается участок стены **шириной 100 см**.



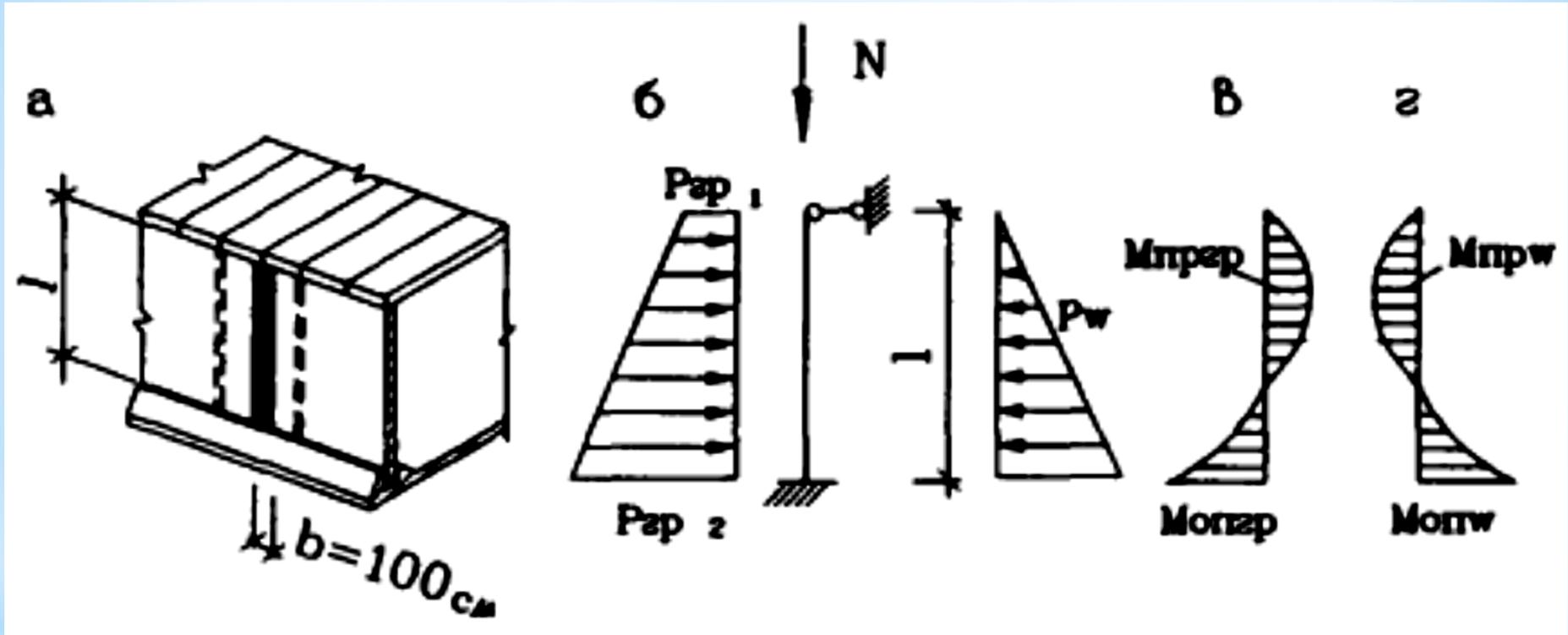
ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

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**.