

# ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

## Лекция 19

### Напорные станционные водоводы



# ВИДЫ СТАНЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

**Станционные водоводы** – напорные трубопроводы различной конструкции, расположенные на поверхности земли, в траншеях, галереях, непосредственно в бетонном массиве станционных плотин, на низовой их грани, в шахтах и в туннелях, проложенных в горных породах



Стальные напорные трубопроводы – при напорах от 20-30 до 1800-2000 м

Железобетонные и сталежелезобетонные трубопроводы применяются при напорах до 200-300 м

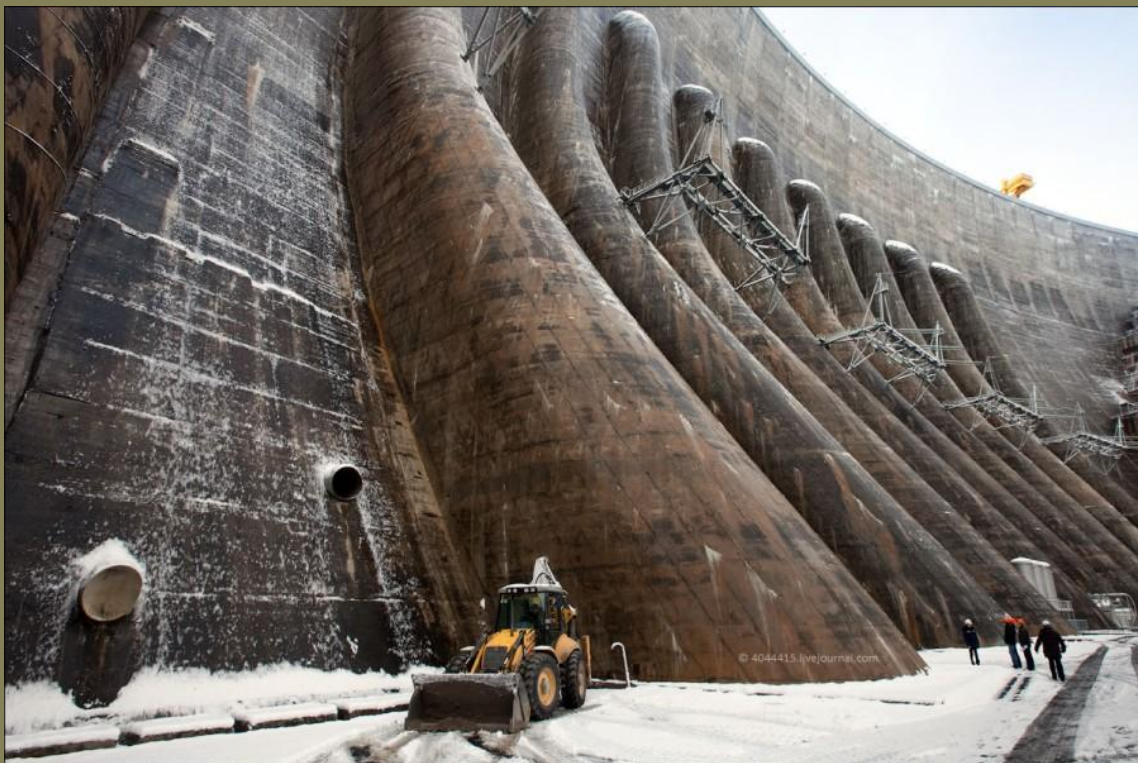
Туннельные станционные водоводы



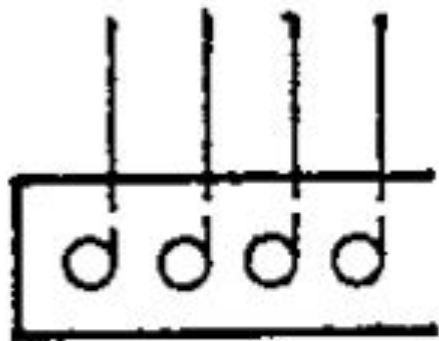
# КЛАССИФИКАЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

По способу прокладки на местности и по расчетной схеме статической работы:

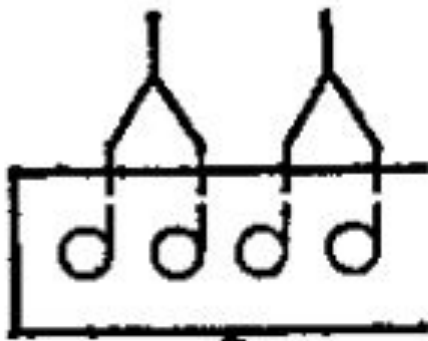
- заделанные;
- незаделанные;
- засыпанные



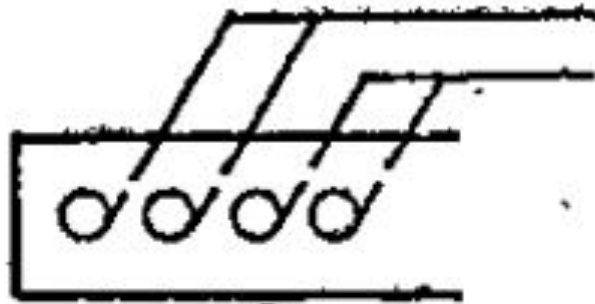
# СХЕМА ПОДВОДА ВОДЫ К ГА



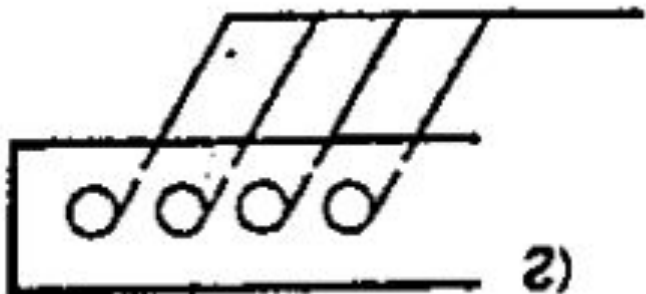
a)



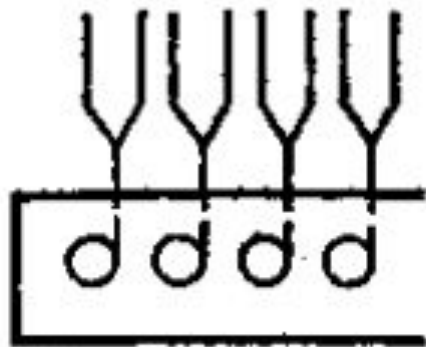
б)



в)

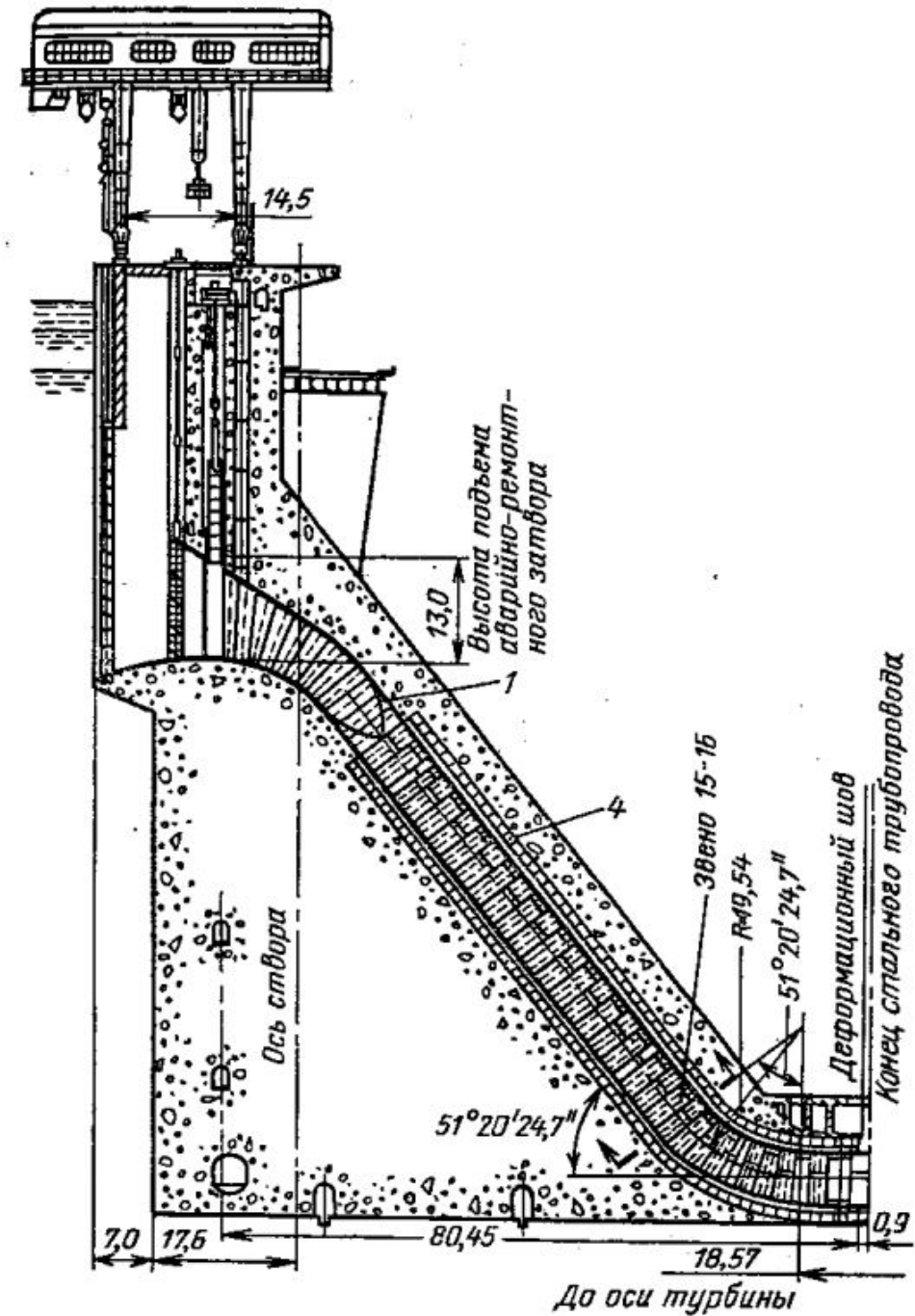


г)



д)

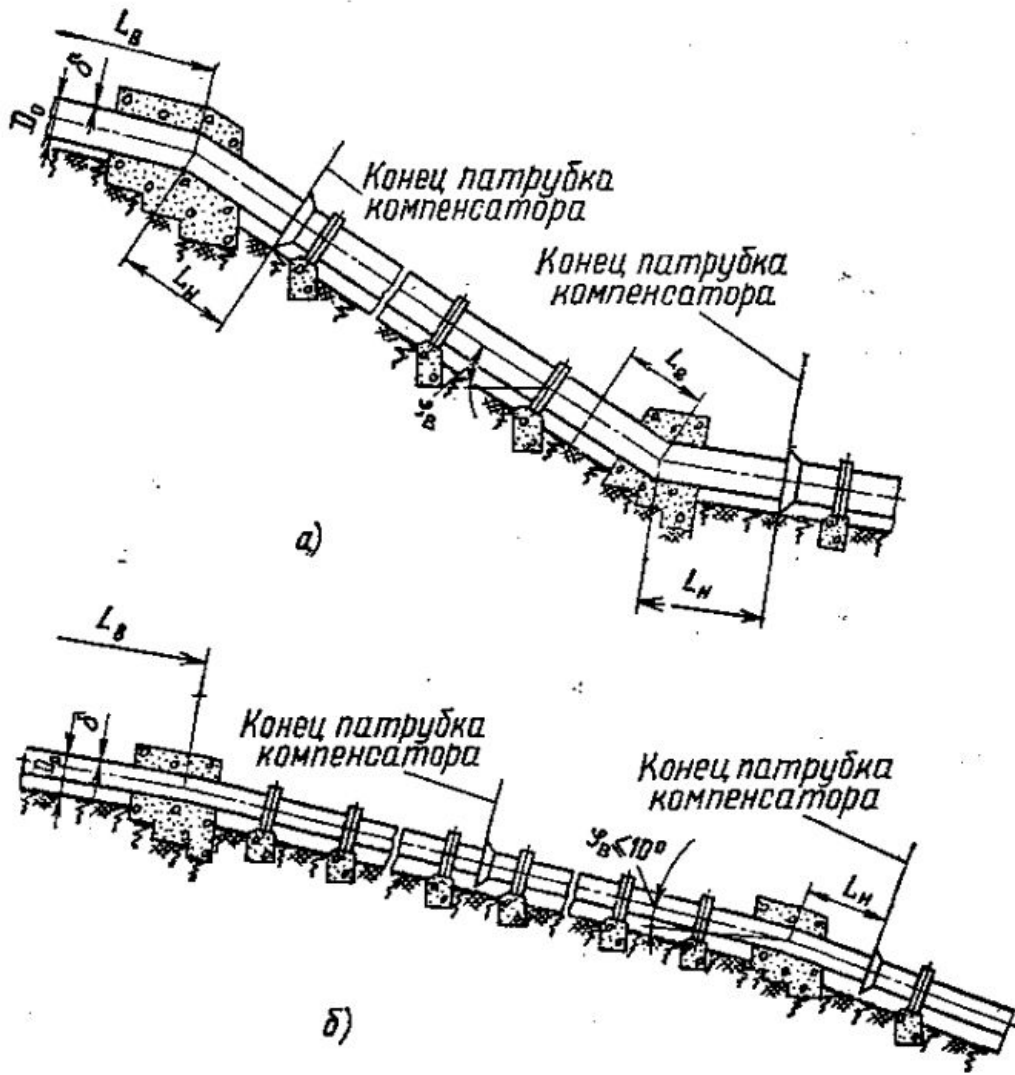
# ЗАДЕЛАННЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ



# СВОБОДНОЛЕЖАЩИЕ (ОТКРЫТЫЕ) ТРУБОПРОВОДЫ

Виды:

- Разрезной
- Неразрезной
  - Жесткие
  - Гибкие



а — разрезной трубопровод с компенсатором, расположенным около анкерной опоры; б — разрезной трубопровод с компенсатором, расположенным посередине пролета

# НОМЕНКЛАТУРА ТРУБОПРОВОДА

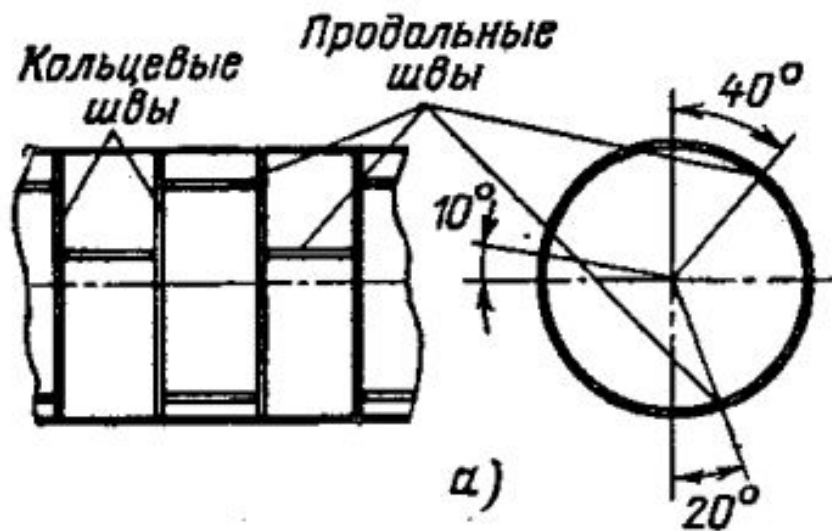
| Марка стали         | ГОСТ или ТУ              | Толщина проката, мм | Предел текучести $\sigma_T$ , МПа | Временное сопротивление $\sigma_B$ , МПа | Относительное удлинение $\sigma_s$ , % | Ударная вязкость $a_K$ , кДж/м |       |       |       |                              |
|---------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------------|--|--|--------------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|
|                     |                          |                     |                                   |  |  | при температуре                |       |       |       | после механического старения |
|                     |                          |                     |                                   |  |  | +20°C                          | -20°C | -40°C | -60°C |                              |
| ВСт3сп5<br>ВСт3Гпс  | 380-71                   | 4-20                | 235                               | 370                                      | 26                                     | 700                            | 300   |       |       | 300                          |
|                     |                          | 21-25               | 225                               | 370                                      | 25                                     | 700*                           | 300*  |       |       | 300*                         |
|                     |                          | 26-40               | 225                               | 370                                      | 25                                     | 500                            | —     |       |       | —                            |
| 16Д                 | 6313-75                  | До 20               | 240                               | 380                                      | 26                                     |                                | 350   |       |       | 350                          |
|                     |                          | 21-40               | 230                               | 380                                      | 26                                     |                                | 350   |       |       | 350                          |
|                     |                          | 41-60               | 220                               | 380                                      | 26                                     |                                | 350   |       |       | 350                          |
| 22К                 | ТУ-108-11-296-78         | 40-170              | 190                               | 440                                      | 18                                     | 600                            |       |       |       | 250                          |
| 09Г2С               | 19282-73                 | 11-20               | 325                               | 470                                      | 21                                     | 600                            |       | 350   | 300   | 300                          |
|                     |                          | 21-32               | 310                               | 460                                      | 21                                     | 600                            |       | 350   | 300   | 300                          |
|                     |                          | 33-60               | 285                               | 450                                      | 21                                     | 600                            |       | 350   | 300   | 300                          |
| 09Г2                | 19282-73                 | 4-20                | 305                               | 440                                      | 21                                     |                                |       | 300   |       |                              |
|                     |                          | 21-32               | 295                               | 440                                      | 21                                     |                                |       | 400   |       |                              |
| 14Г2АФ              | 19282-73                 | 4-50                | 390                               | 540                                      | 20                                     |                                |       | 400   | 300   | 300                          |
| 13ХГН2МД<br>138ИЗ-2 | ТУ-108-11-35-76<br>То же | 20-36               | 540                               | 650                                      | 16                                     | 800                            |       |       |       | 450                          |
|                     |                          | 37-50               | 520                               | 620                                      | 18                                     | 800                            |       |       |       | 450                          |
|                     |                          | 60-90               | 520                               | 620                                      | 18                                     | 800                            |       |       |       | 450                          |
| 14Х2ГМРБ            | ТУ-14-1-1156-74          | До 50               | 600                               | 700                                      | 14                                     |                                |       | 400   |       |                              |

\* Значения ударной вязкости гарантируются при толщине проката до 30 мм.

Нормальный ряд диаметров трубопроводов, мм

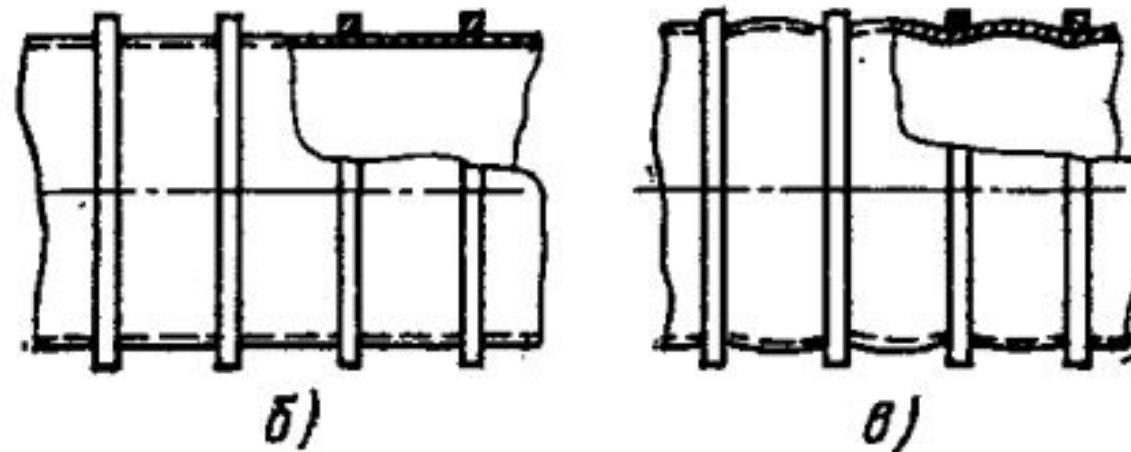
| Наружный диаметр $D_H$ | Условный внутренний диаметр $D_0$ | Наименьшая толщина оболочки $\delta$ | Наружный диаметр $D_H$ | Условный внутренний диаметр $D_0$ | Наименьшая толщина оболочки $\delta$ | Наружный диаметр $D_H$ | Условный внутренний диаметр $D_0$ | Наименьшая толщина оболочки $\delta$ |
|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 720                    | 700                               | 8                                    | 2640                   | 2600                              | 10                                   | 6040                   | 6000                              | 12                                   |
| 820                    | 800                               | 8                                    | 2740                   | 2700                              | 10                                   | 6240                   | 6200                              | 14                                   |
| 920                    | 900                               | 8                                    | 2840                   | 2800                              | 10                                   | 6440                   | 6400                              | 14                                   |
| 1020                   | 1000                              | 8                                    | 2940                   | 2900                              | 10                                   | 6650                   | 6600                              | 14                                   |
| 1120                   | 1100                              | 8                                    | 3040                   | 3000                              | 10                                   | 6850                   | 6800                              | 14                                   |
| 1220                   | 1200                              | 8                                    | 3240                   | 3200                              | 10                                   | 7050                   | 7000                              | 14                                   |
| 1320                   | 1300                              | 8                                    | 3440                   | 3400                              | 10                                   | 7550                   | 7500                              | 14                                   |
| 1430                   | 1400                              | 8                                    | 3640                   | 3600                              | 10                                   | 8050                   | 8000                              | 14                                   |
| 1530                   | 1500                              | 8                                    | 3840                   | 3800                              | 10                                   | 8550                   | 8500                              | 14                                   |
| 1630                   | 1600                              | 10                                   | 4040                   | 4000                              | 10                                   | 9050                   | 9000                              | 14                                   |
| 1730                   | 1700                              | 10                                   | 4240                   | 4200                              | 12                                   | 9550                   | 9500                              | 14                                   |
| 1840                   | 1800                              | 10                                   | 4440                   | 4400                              | 12                                   | 10 050                 | 10 000                            | 14                                   |
| 1940                   | 1900                              | 10                                   | 4640                   | 4600                              | 12                                   | 10 550                 | 10 500                            | 16                                   |
| 2040                   | 2000                              | 10                                   | 4840                   | 4800                              | 12                                   | 11 050                 | 11 000                            | 16                                   |
| 2140                   | 2100                              | 10                                   | 5040                   | 5000                              | 12                                   | 11 550                 | 11 500                            | 16                                   |
| 2240                   | 2200                              | 10                                   | 5240                   | 5200                              | 12                                   | 12 050                 | 12 000                            | 16                                   |
| 2340                   | 2300                              | 10                                   | 5440                   | 5400                              | 12                                   | 12 550                 | 12 500                            | 16                                   |
| 2440                   | 2400                              | 10                                   | 5640                   | 5600                              | 12                                   | 13 050                 | 13 000                            | 16                                   |
| 2540                   | 2500                              | 10                                   | 5840                   | 5800                              | 12                                   | 13 550                 | 13 500                            | 16                                   |
|                        |                                   |                                      |                        |                                   |                                      | 14 050                 | 14 000                            | 16                                   |

# КОНСТРУКЦИИ СТАЛЬНЫХ СВАРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ



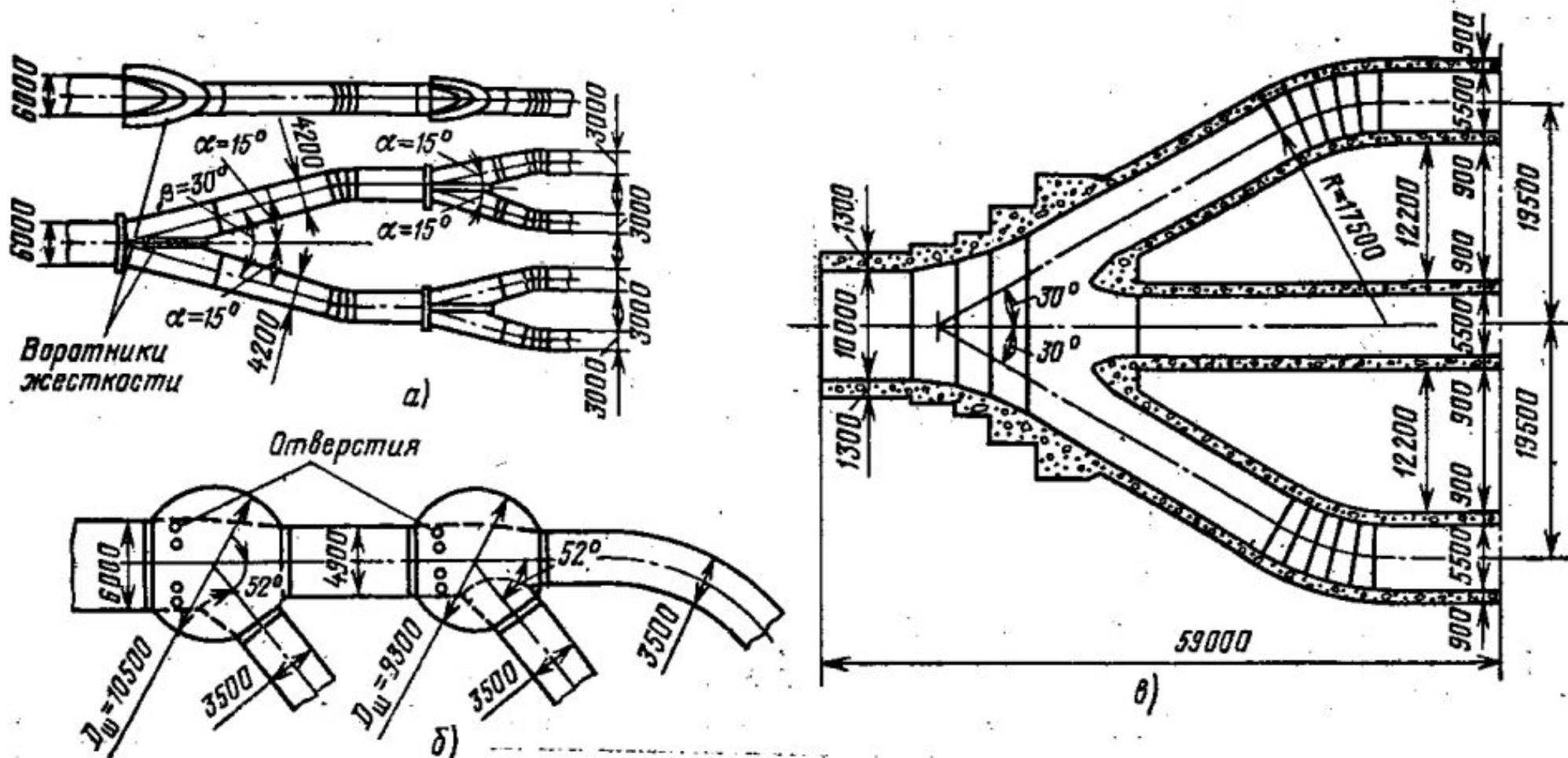
Гладкостенные

бандажированные



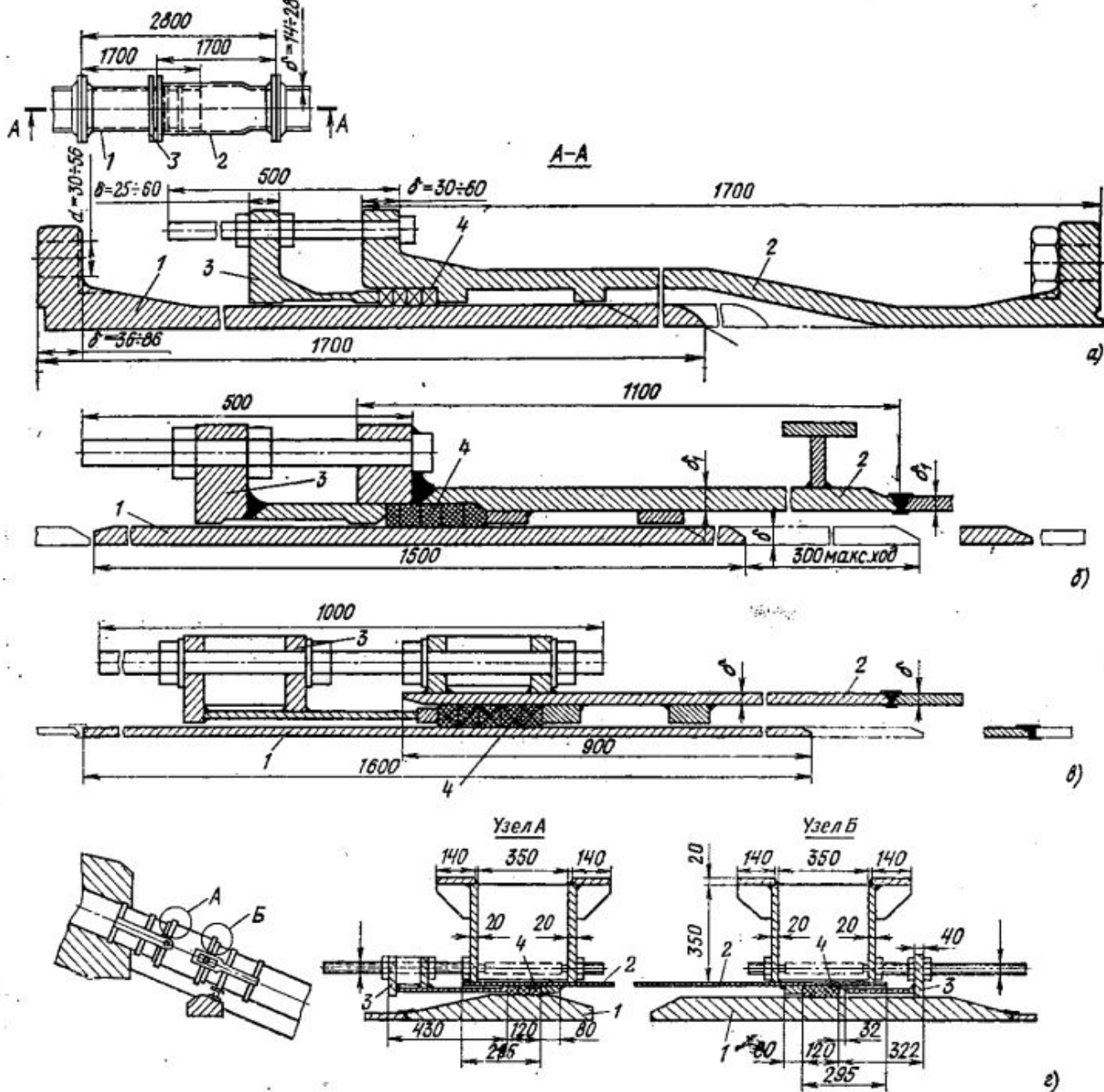


# СХЕМЫ РАЗВЕТВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ



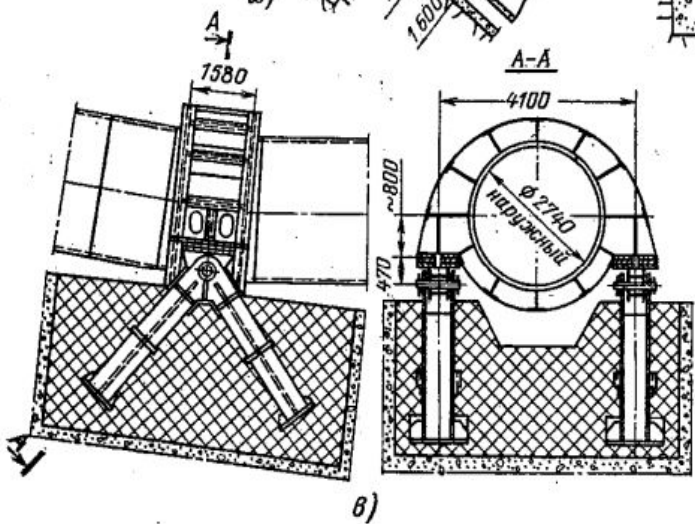
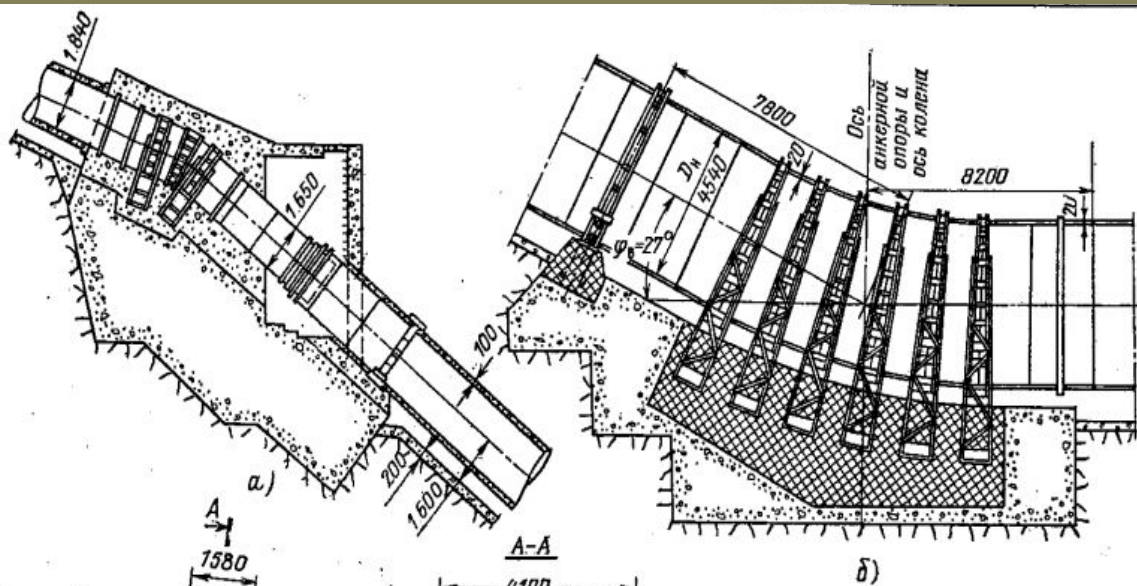
а — коллектор с плоской развилкой; б — коллектор с развилкой сферической формы; в — тройная развилка со стальной облицовкой внутри бетонного массива

# КОМПЕНСАТОРЫ

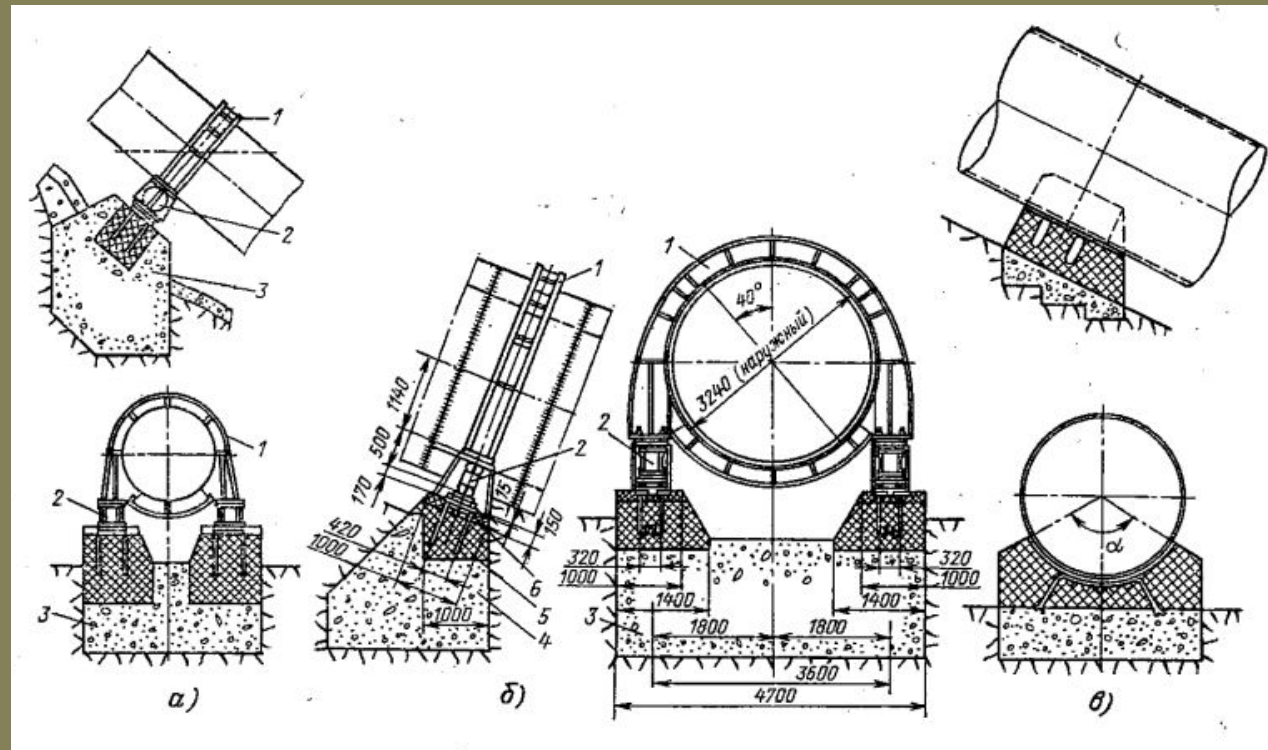


а — литые сальниковые компенсаторы для диаметров от 426 до 870 мм на давления 1,6; 2,5; 4,0 и 5,0 МПа; б — сварные сальниковые компенсаторы для диаметров от 970 до 3040 мм на давления 1,0; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0 и 5,0 МПа; в — то же для диаметров от 3240 до 7050 мм на давления 0,25; 0,6; 1,0; 1,6 МПа; г — температурно-осадочный компенсатор; 1 — патрубок; 2 — раструб; 3 — нажимное кольцо; 4 — резиновые кольца

# АНКЕРНЫЕ ОПОРЫ



*a* — закрытая опора; *б* — открытая опора;  
*в* — открытая опора шарнирного типа



# ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ОПОРЫ

# НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБОЛОЧКУ И ОПОРЫ ТРУБОПРОВОДОВ

Сочетания нагрузок: основные и особые

1. Нагрузка от внутреннего давления
2. Нагрузка от веса воды
3. Нагрузка от собственного веса трубопровода
4. Действие температурных сил и сил трения
5. Центробежная сила на повороте

Расчет стальных трубопроводов на прочность и устойчивость