# ГЕНЕРАТОРЫ ГЭС

Лекция 8

# Типы генераторов и их параметры

Генератор - основной элемент ЭС, в котором происходит преобразование механической энергии первичного двигателя в электрическую энергию

На современных электростанциях применяются почти исключительно трехфазные генераторы переменного тока.

В зависимости от типа первичного двигателя они подразделяются на турбо- и гидрогенераторы

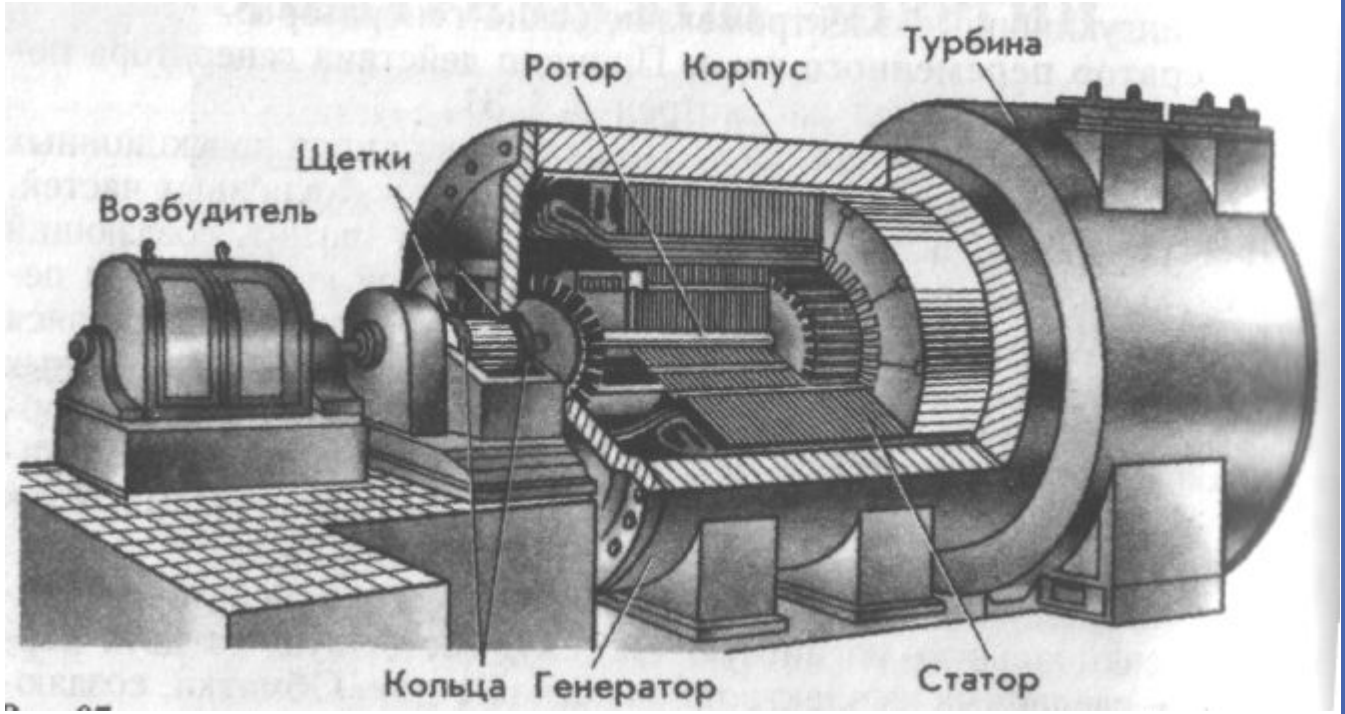
# Виды генераторов

- **Турбогенератор** - синхронный генератор, работающий в паре с турбиной. Основная функция в преобразовании механической энергии вращения паровой или газовой турбины в электрическую.
- **Гидрогенератор** — электрическая машина, предназначенная для выработки электроэнергии на гидроэлектростанции. Обычно гидрогенератор представляет собой синхронную явно полюсную электрическую машину вертикального исполнения, приводимую во вращение от гидротурбины, хотя существуют и гидрогенераторы горизонтального исполнения (в том числе капсульные гидрогенераторы).

# Устройство генератора трехфазного тока

- Принцип действия генератора основан на явлении электромагнитной индукции - возникновении электрического напряжения в обмотке статора, находящейся в переменном магнитном поле. Оно создается с помощью вращающегося электромагнита - ротора при прохождении по его обмотке постоянного тока.

- Индуктором в генераторе трехфазного тока служит электромагнит, обмотка которого питается постоянным током. Индуктором является ротор, якорь генератора – статором



# Основные параметры трехфазных генераторов

Полная (кажущаяся) мощность, кВ*А

$$S = \frac{N_{ген}}{\cos\varphi} = \sqrt{3}UI$$

, где $N_{ген}$ - активная (номинальная) мощность, кВт

*U* – напряжение трехфазного генератора, кВ

*I* – сила тока статора, А

$\cos\varphi$ - коэффициент мощности

Реактивная мощность

$$P = S\sin\varphi = \sqrt{3}UI\sin\varphi$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| S, МВ·А | До 125 | 126—360 | Более 360 |
| cos φ | 0,8 | 0,85 | 0,9 |

Нормальная (синхронная) частота вращения, об/мин.

$$n_c \frac{p}{2} = 60f$$

p – число полюсов ротора генератора должно быть четным, при значении больше 24 - кратным четырем

f – частота тока в сети, Гц f=50Гц

# Конструкция

1 - вал

2 - щеточный аппарат

3 - крестовина

4 - статор вспомогательного генератора

5 - ротор вспомогательного генератора

6 - статор главного генератора

7 - Ротор главного генератора

8 - подшипник генераторный в масляной ванне

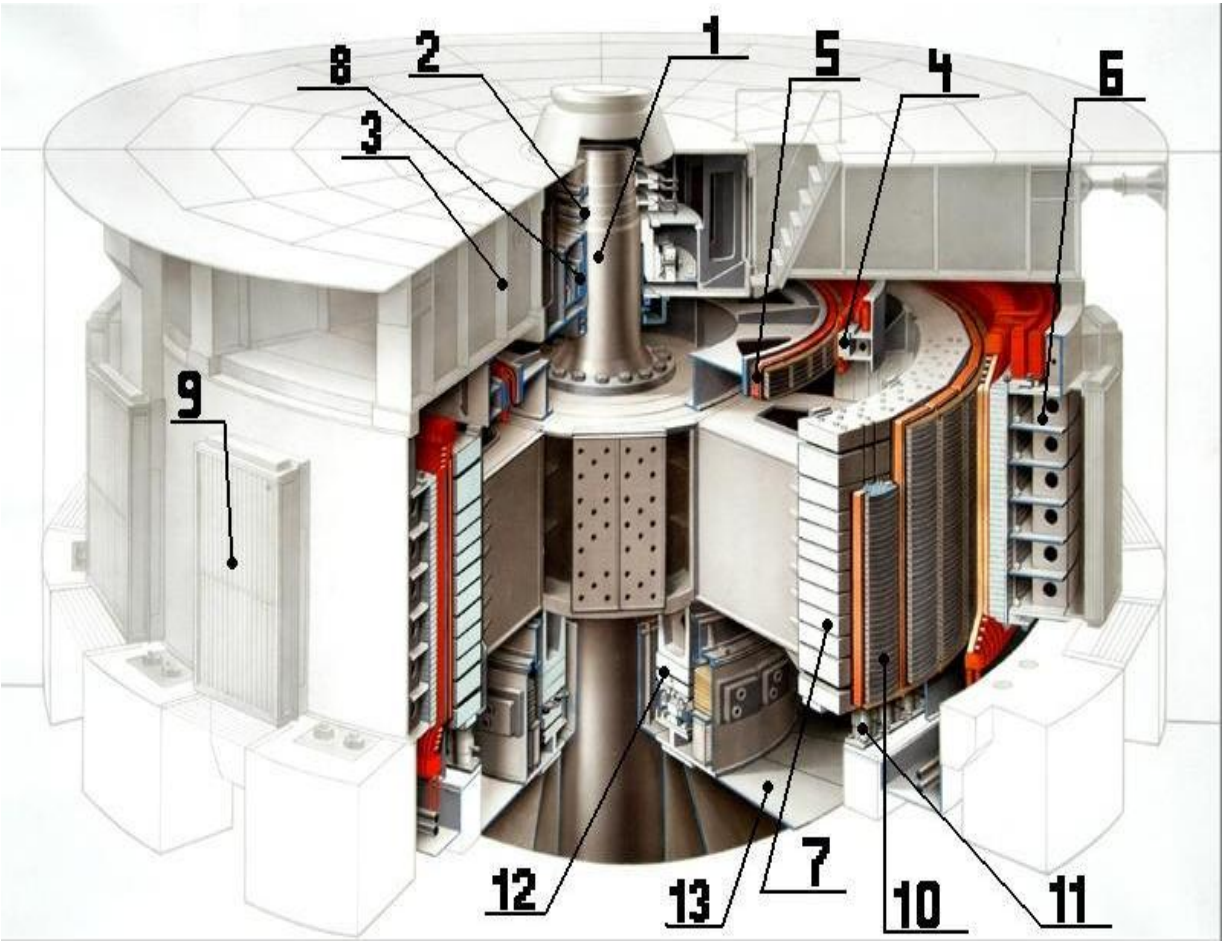
9 - воздухоохладители

10 - обмотка статора главного генератора

11 - тормозные колодки

12 - подпятник в масляной ванне

13 - крышка турбины



# Вертикальные гидрогенераторы

- Вертикальные гидрогенераторы обычно состоят из следующих основных частей: статор, ротор, верхняя крестовина, нижняя крестовина, подпятник (упорный подшипник, который воспринимает вертикальную нагрузку от вращающихся частей гидрогенератора и гидротурбины), направляющие подшипники.

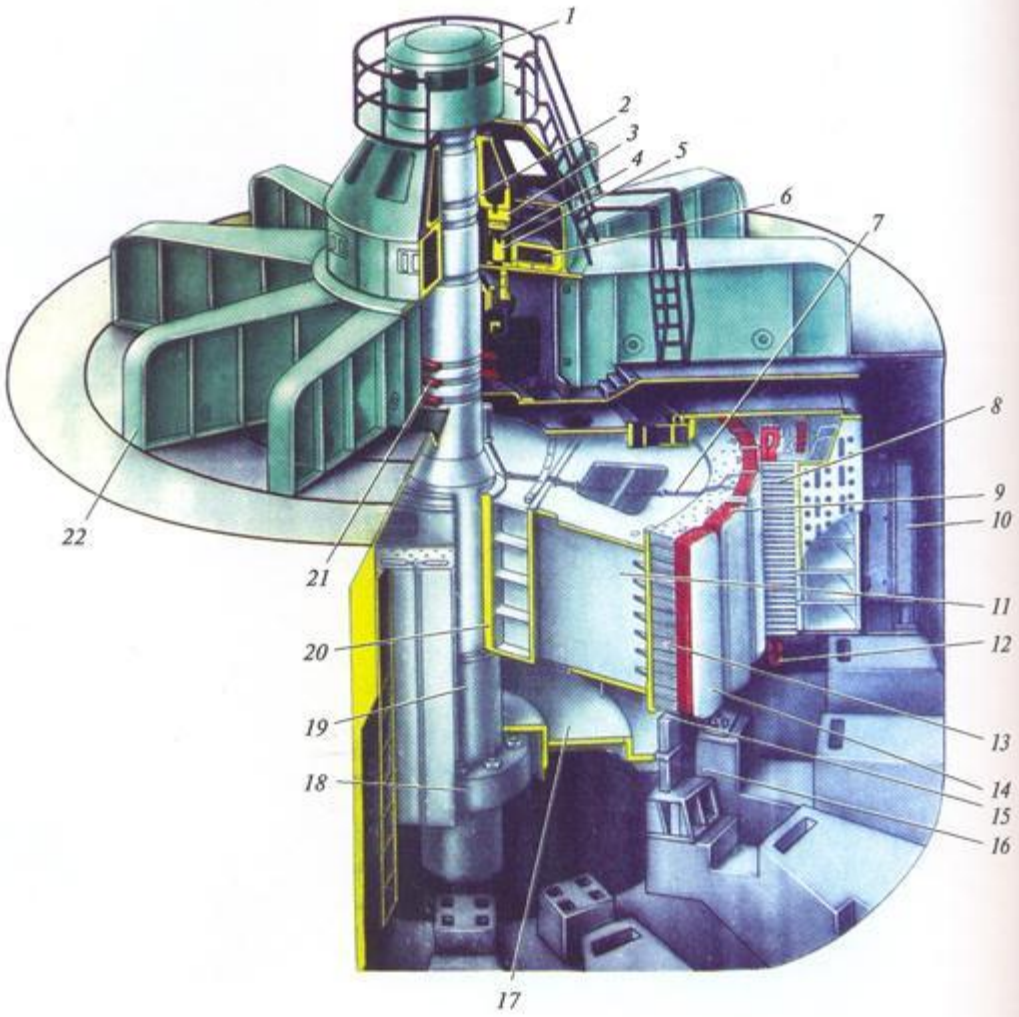



**Рис. 7.8. Гидрогенератор:**

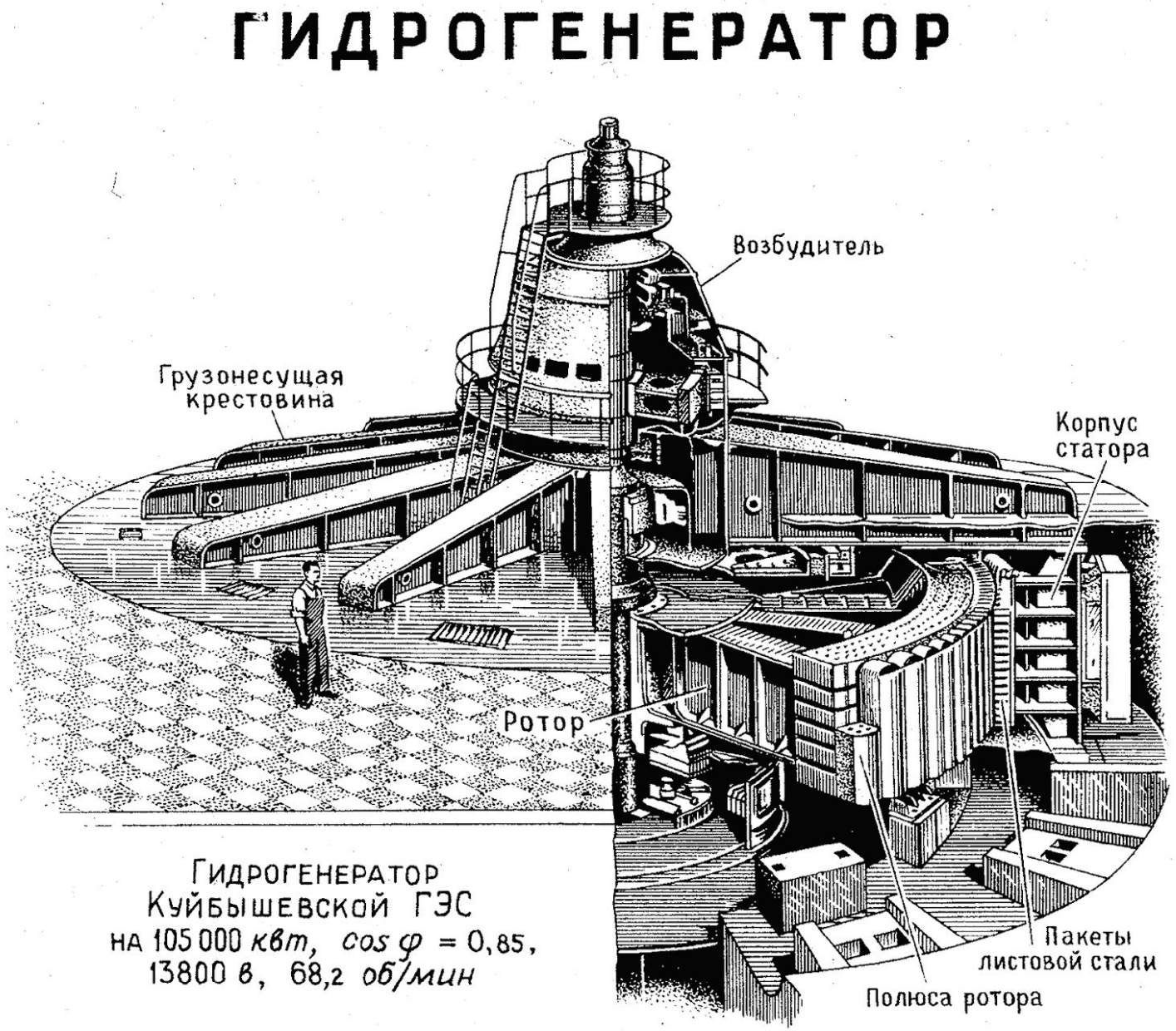
*1* — регуляторный генератор; *2* — втулка подпятника; *3* — диск подпятника; *4* — болт регулировки; *5* — опора сегмента; *6* — охладитель масла; *7* — токопровод к обмотке ротора; *8* — статор; *9* — обмотка ротора; *10* — охладитель; *11* — спицы ротора; *12* — обмотка статора; *13* — обод ротора; *14* — полюсы ротора; *15* — тормоз; *16* — основание; *17* — нижняя крестовина; *18* — соединительный фланец; *19* — вал ротора; *20* — втулка ротора; *21* — контактные кольца; *22* — верхняя крестовина

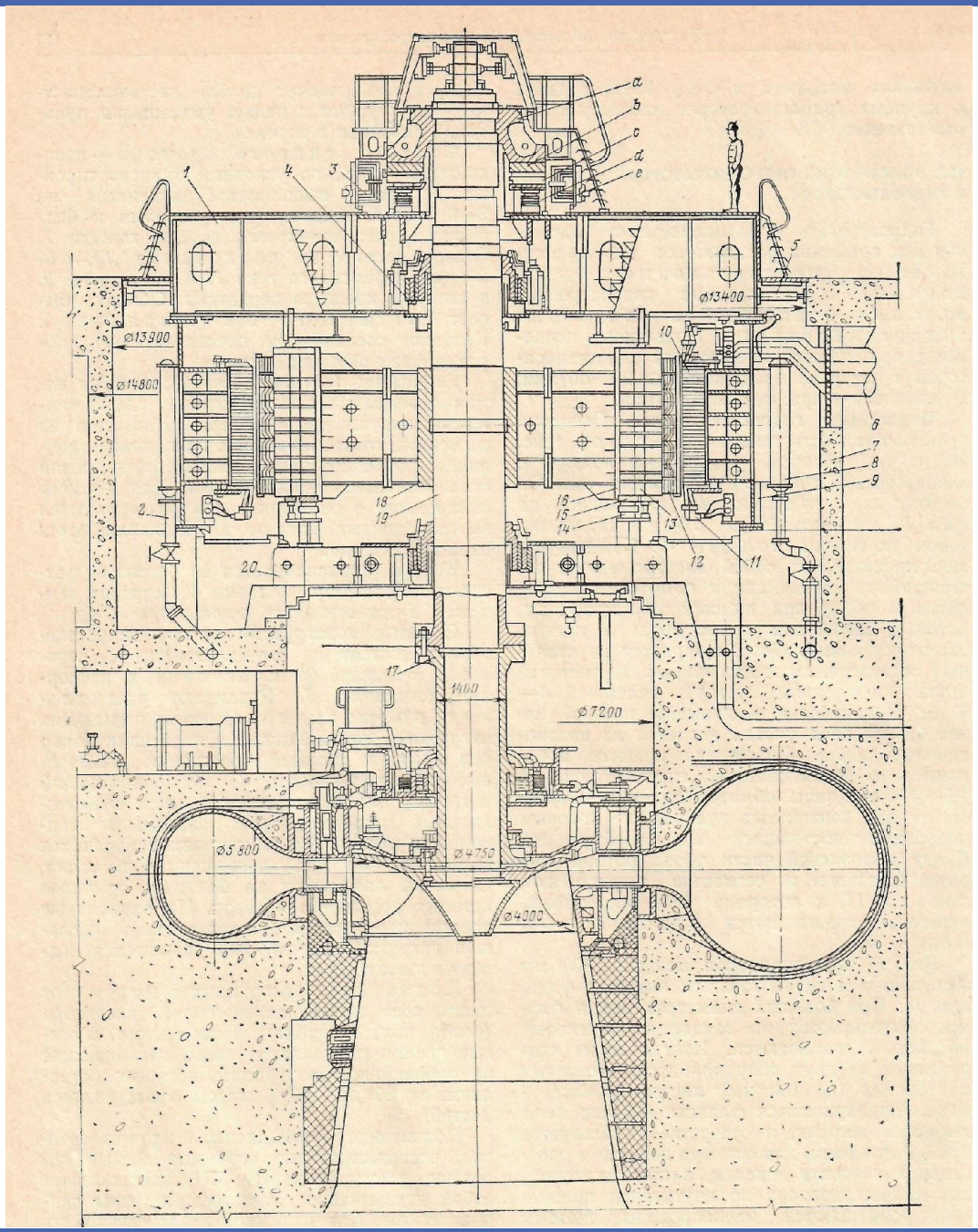
# Пример

Ш. М. АЛУКЕР, И. А. ВАСИЛЬЕВА,
Э. И. РАСОВСКИИ, П. Ф. СКВОРЦОВ

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**
**В РИСУНКАХ И ЧЕРТЕЖАХ**
под общей редакцией Э. И. РАСОВСКОГО

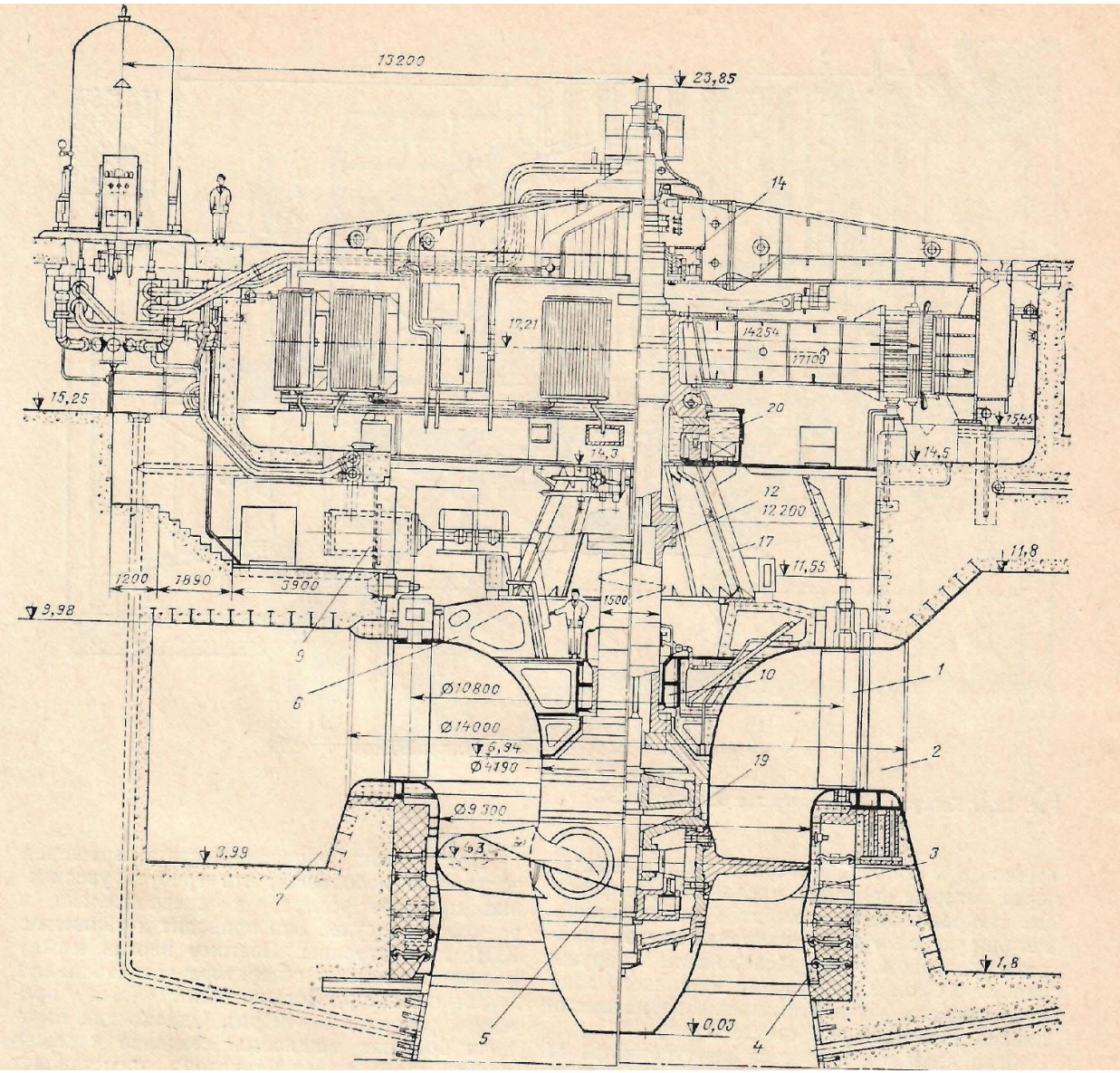
**Часть II**
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ, АППАРАТЫ И УСТАНОВКИ**
Издание четвёртое
1966 г.

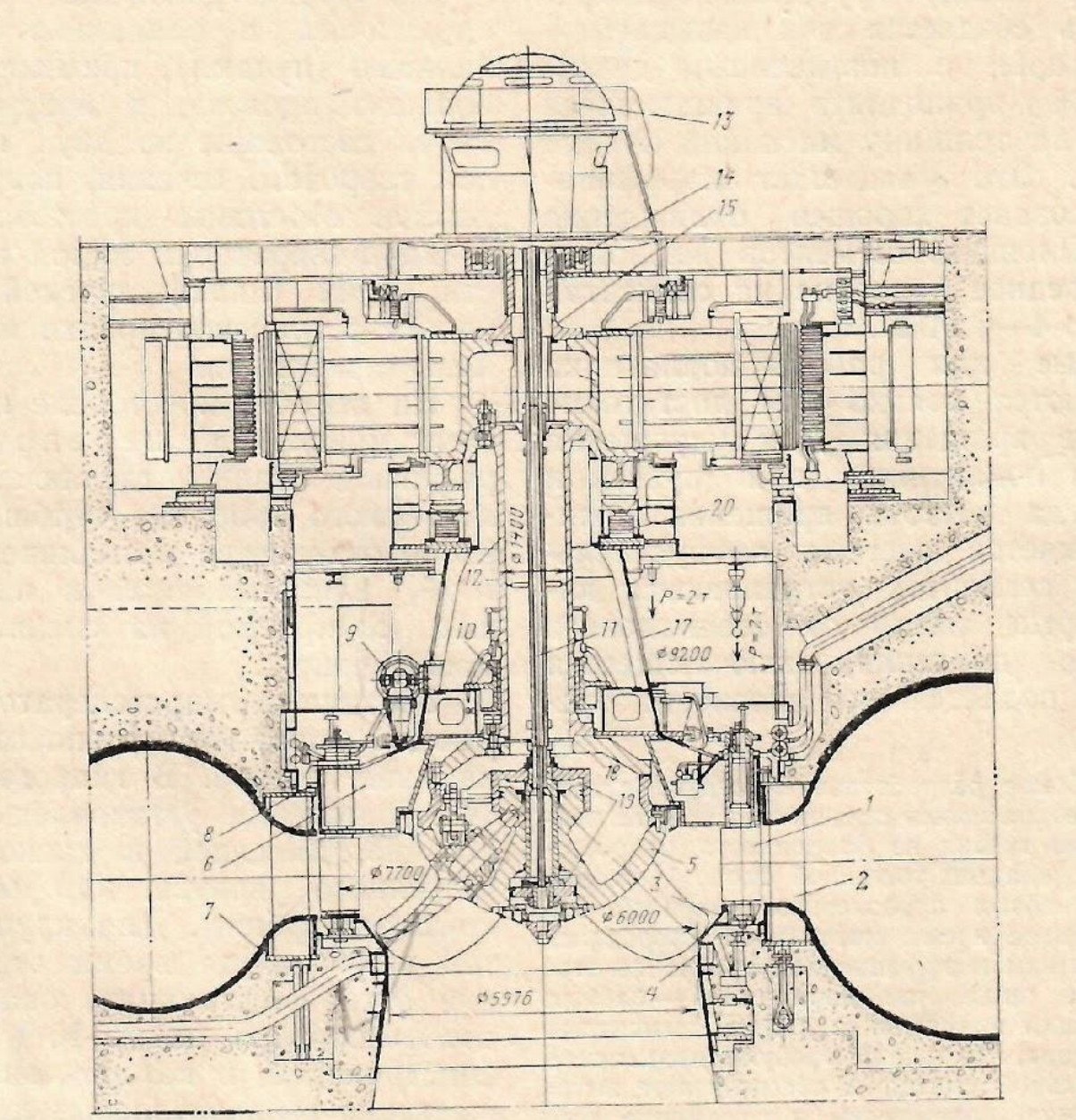





# Гидроагрегат радиально-осевой турбины

# Гидроагрегат поворотно-лопастной турбины

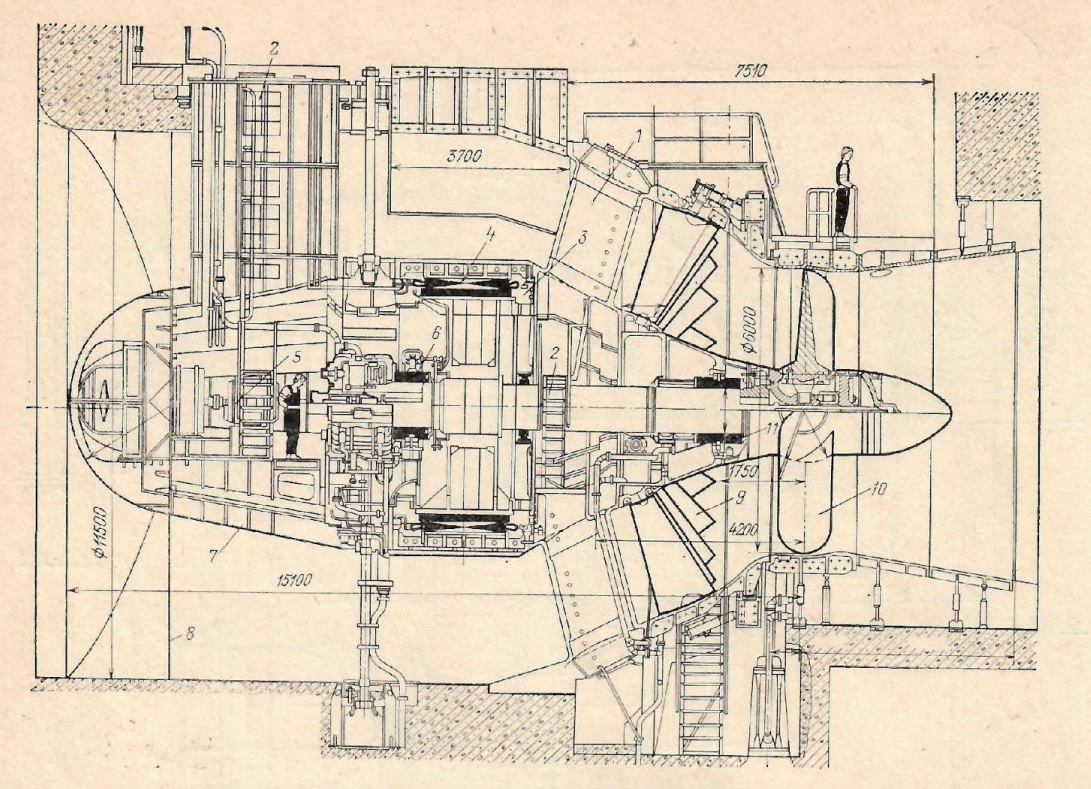


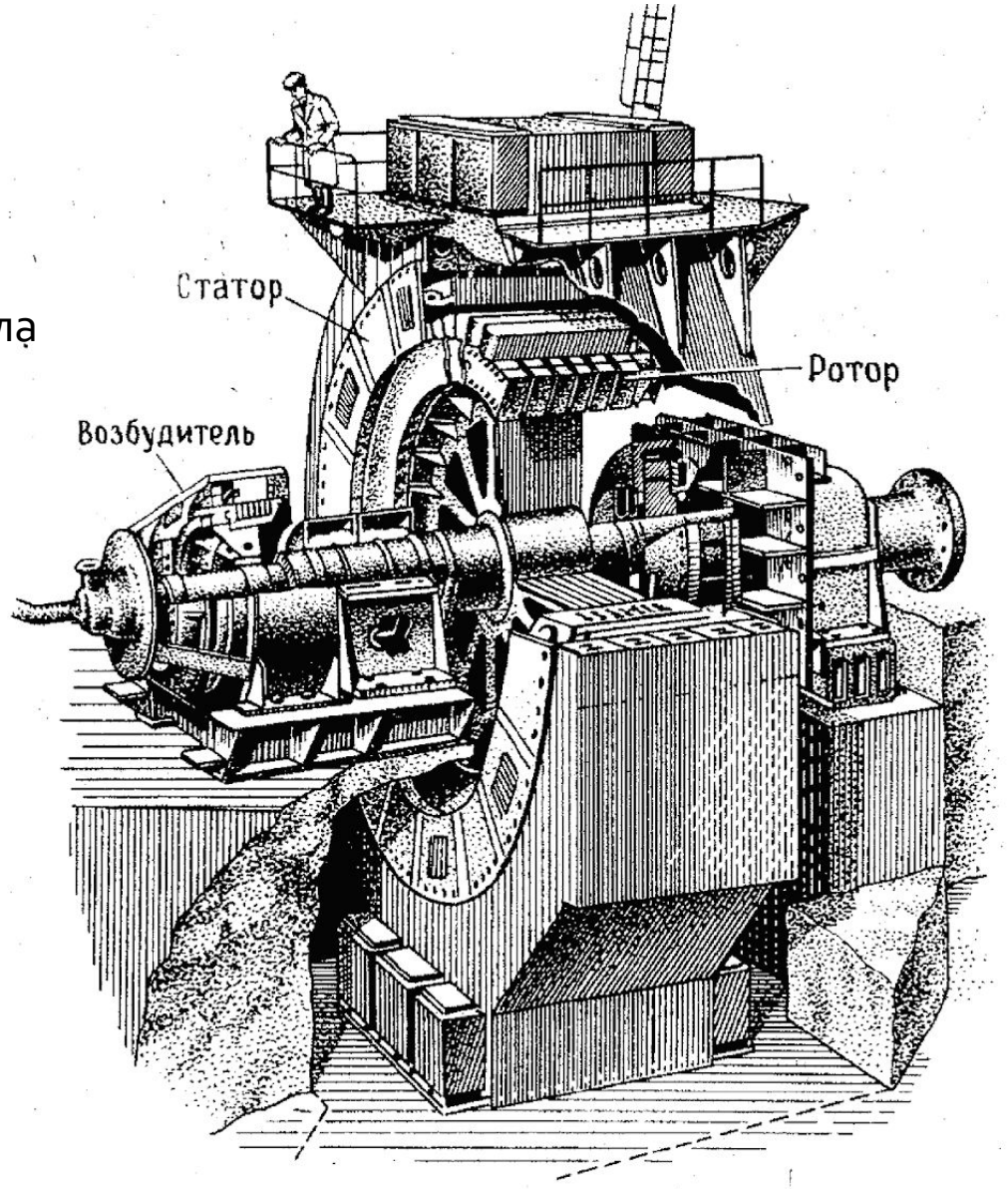



# Гидроагрегат диагональной турбины

# Гидроагрегат капсульный

Горизонтальные капсульные гидрогенераторы представляют собой часть герметичной капсулы, содержащей помимо гидрогенератора гидротурбину и системы обеспечения. Капсула помещается непосредственно в проточную часть гидроэлектростанции.




Горизонтальный гидрогенератор Камской ГЭС на 21000 *квт*, 11000 *в*, 125 *об/мин*

# Вертикальные гидрогенераторы

По особенностям конструкции гидрогенераторы подразделяются на **подвесные** и **зонтичные**.

У **подвесных** гидрогенераторов (а) подпятник располагается над ротором в верхней крестовине.

У **зонтичных** подпятник располагается под ротором в нижней крестовине (б) или опирается на крышку турбины (в) (в этом случае верхняя крестовина у гидрогенератора отсутствует).

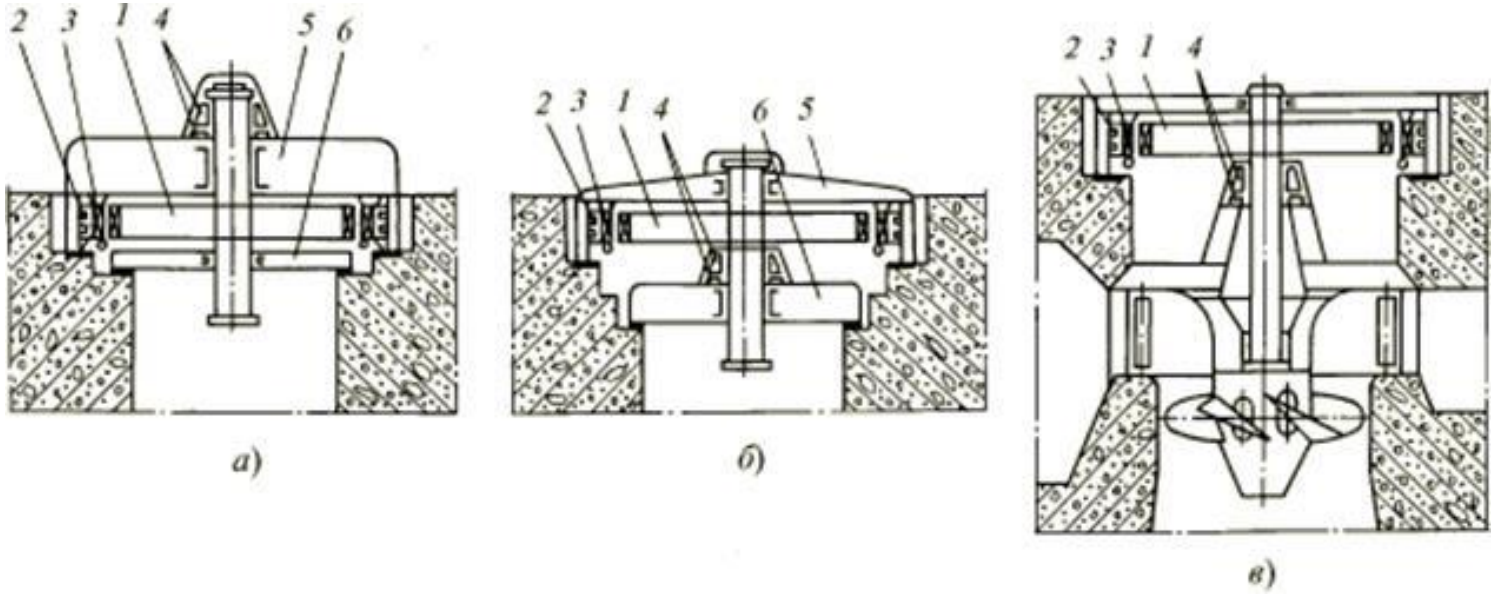
*1 – ротор; 2 – статор;*

*3 – обмотка статора;*

*4 – подпятник;*

*5 – верхняя крестовина;*

*6 – нижняя крестовина*



# Пример

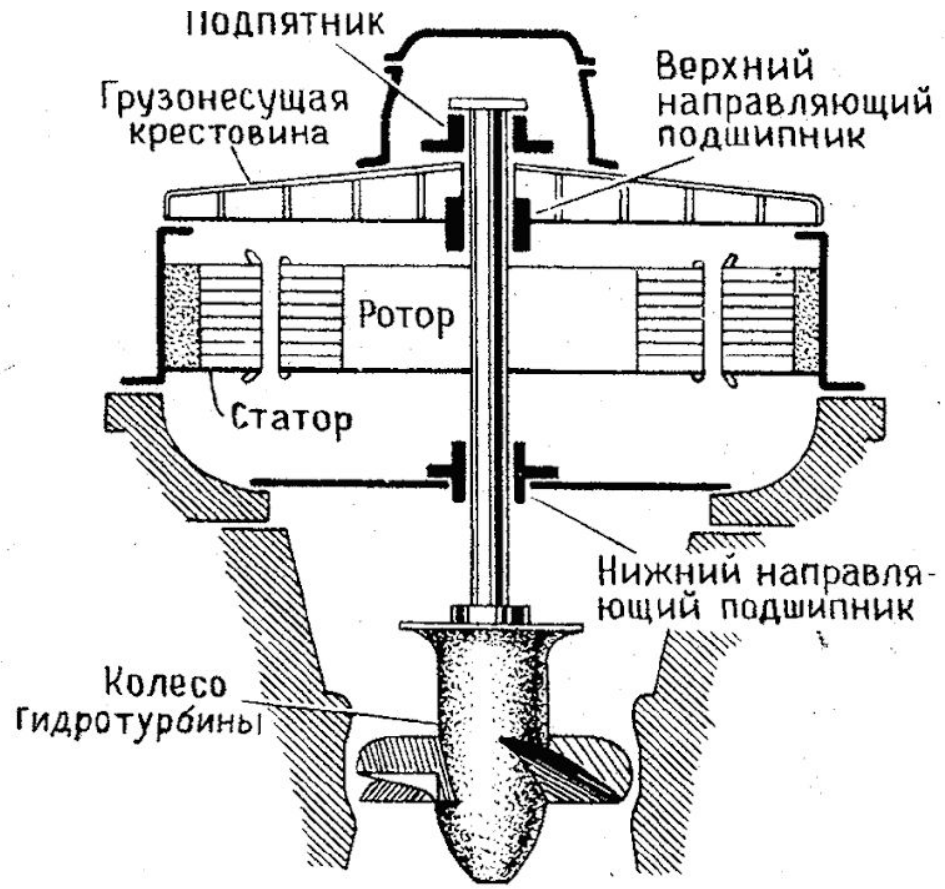



Схема гидрогенератора подвесного типа

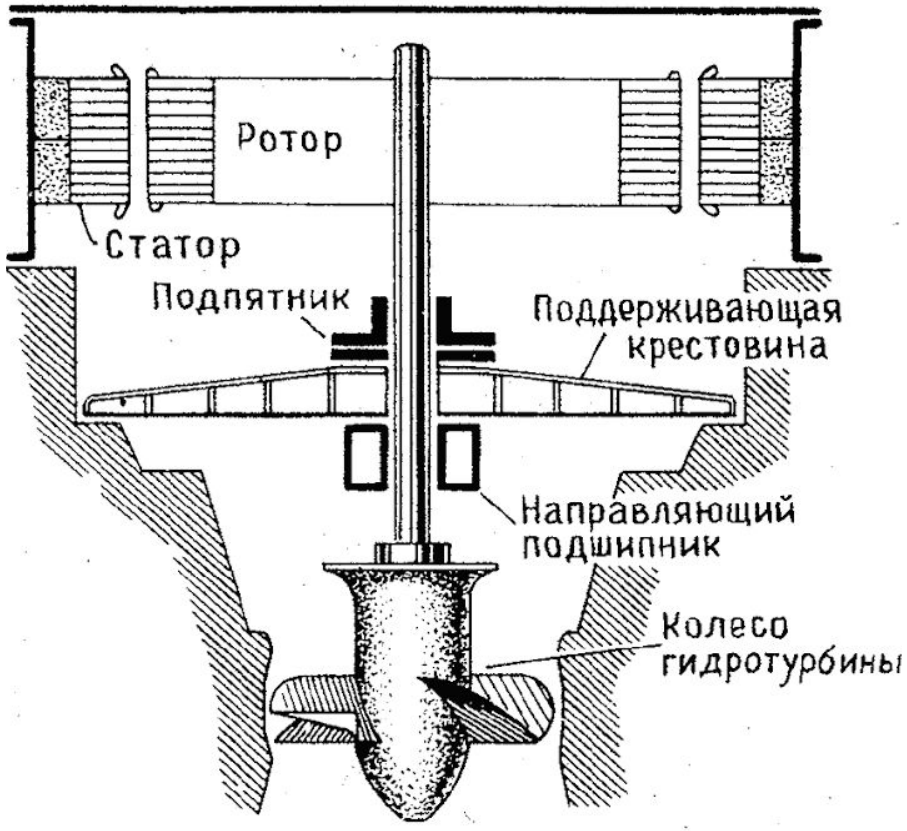



Схема гидрогенератора зонтичного типа

П.Ф.Скворцов

# Конструктивные параметры гидрогенераторов

Таблица 12.4

| Элемент генератора | Параметр | Исполнение | |
|---|---|---|---|
| | | подвесное | зонтичное |
| Статор | Высота корпуса $h_{ст}$ | $(1,7 \div 1,9)\, l_a$ | |
| | Диаметр корпуса $D_{ст}$ | при $n_0 \leqslant 250$ об/мин $D_{ст} = (1,15 + 0,0007\, n_0)\, D_i$; при $n_0 > 250$ об/мин $D_{ст} = (0,92 + 0,0016\, n_0)\, D_i$ | $D_{ст}\, (1,05 + 0,0017\, n_0)\, D_i$ |
| | Диаметр активной стали $D_a$ | $D_i + (0,5 \div 0,9)$ м | |
| Верхняя крестовина | Высота $h_{в.к}$ | $(0,2 \div 0,25)\, D_i$ | $(0,1 \div 0,12)\, D_i$ |
| | Диаметр лучей $D_{в.к}$ | $D_{ст}$ | |
| Подпятник | Высота $h_п$ | $(0,2 \div 0,25)\, D_i$ | $(0,15 \div 0,2)\, D_i$ |
| | Диаметр кожуха $D_п$ | $(0,4 \div 0,5)\, D_i$ | |
| Нижняя крестовина | Высота $h_{н.к}$ | $(0,1 \div 0,12)\, D_ш$ | $(0,25 \div 0,30)\, D_ш$ |
| | Диаметр лучей $D_{н.к}$ | $D_ш + 0,4$ м | |
| Надстройка | Высота $h_0$ | 0,3—0,5 м | |
| | Диаметр $d_0$ | $(0,2 \div 0,25)\, D_i$ | |
| Кратер | Диаметр $D_{кр}$ | $(1,5 \div 1,85)\, D_i$ | $(1,4 \div 1,5)\, D_i$ |
| | Минимальная ширина прохода $b$ | $(0,4 \div 0,5)$ м | |