

# 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.

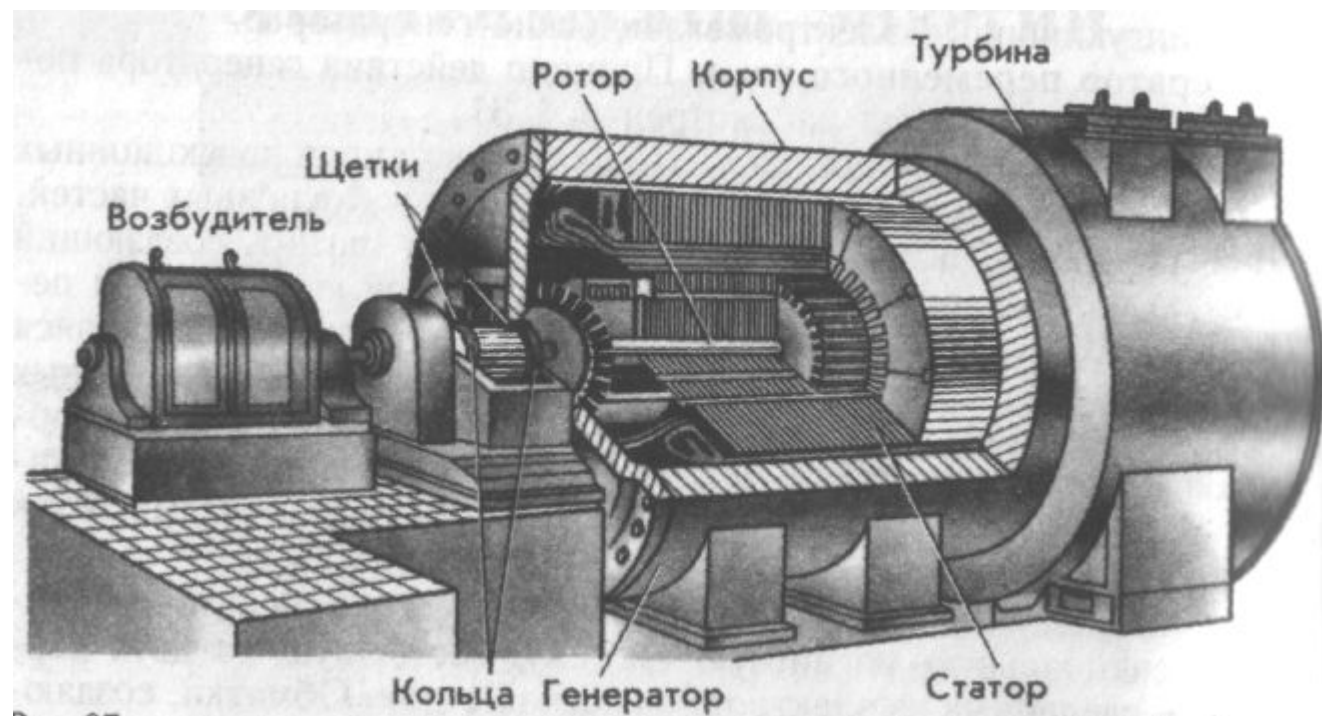
В зависимости от типа первичного двигателя они подразделяются на турбо- и гидрогенераторы

# 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

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

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

$U$  – напряжение трехфазного генератора, кВ

$I$  – сила тока статора, А

Реактивная мощность

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

$\cos \varphi$  - коэффициент мощности

$S, \text{ МВ} \cdot \text{А}$	До 125	126—360	Более 360
$\cos \varphi$	0,8	0,85	0,9

Нормальная (синхронная) частота вращения, об/мин.

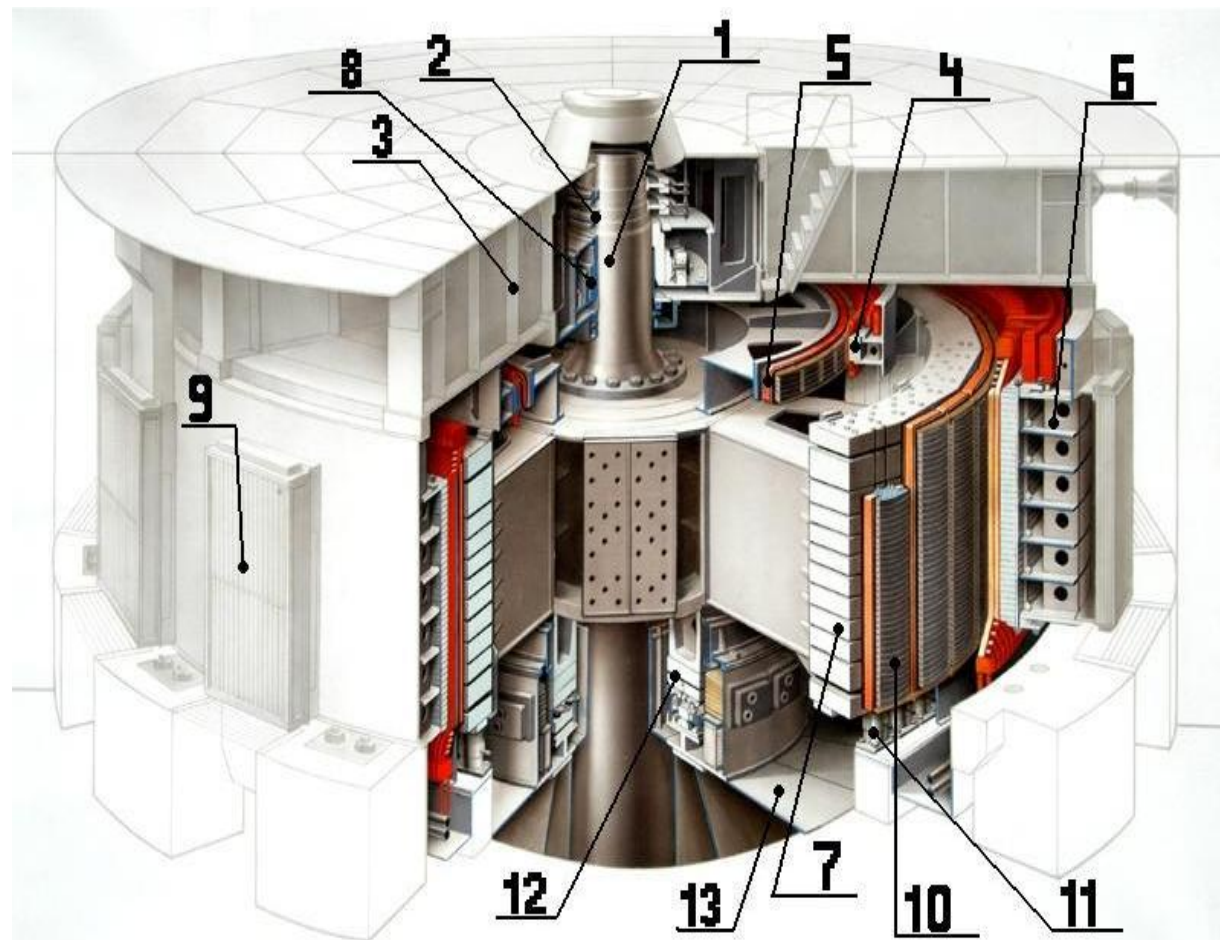
$$n_c \frac{p}{2} = 60f$$

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

$f$  – частота тока в сети, Гц       $f=50\text{Гц}$

# 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.

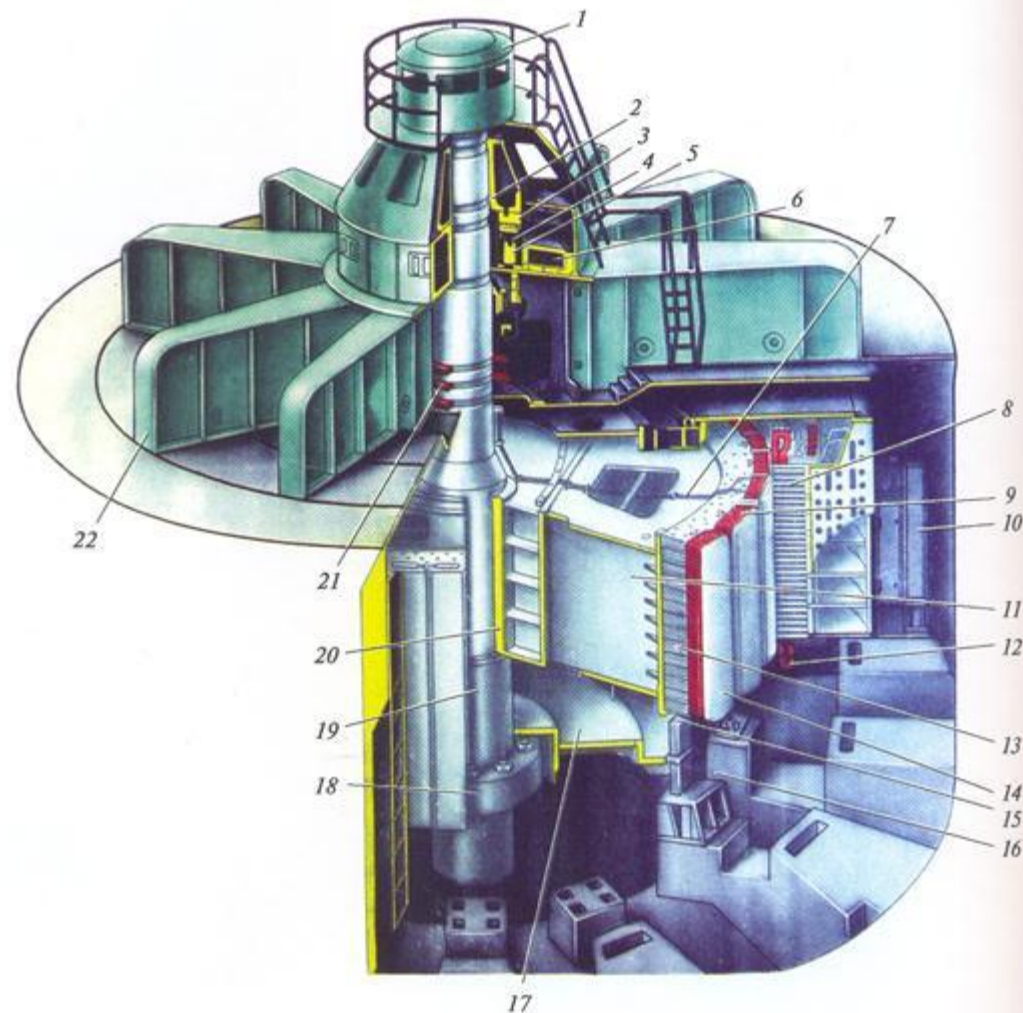


Рис. 7.8. Гидрогенератор:

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

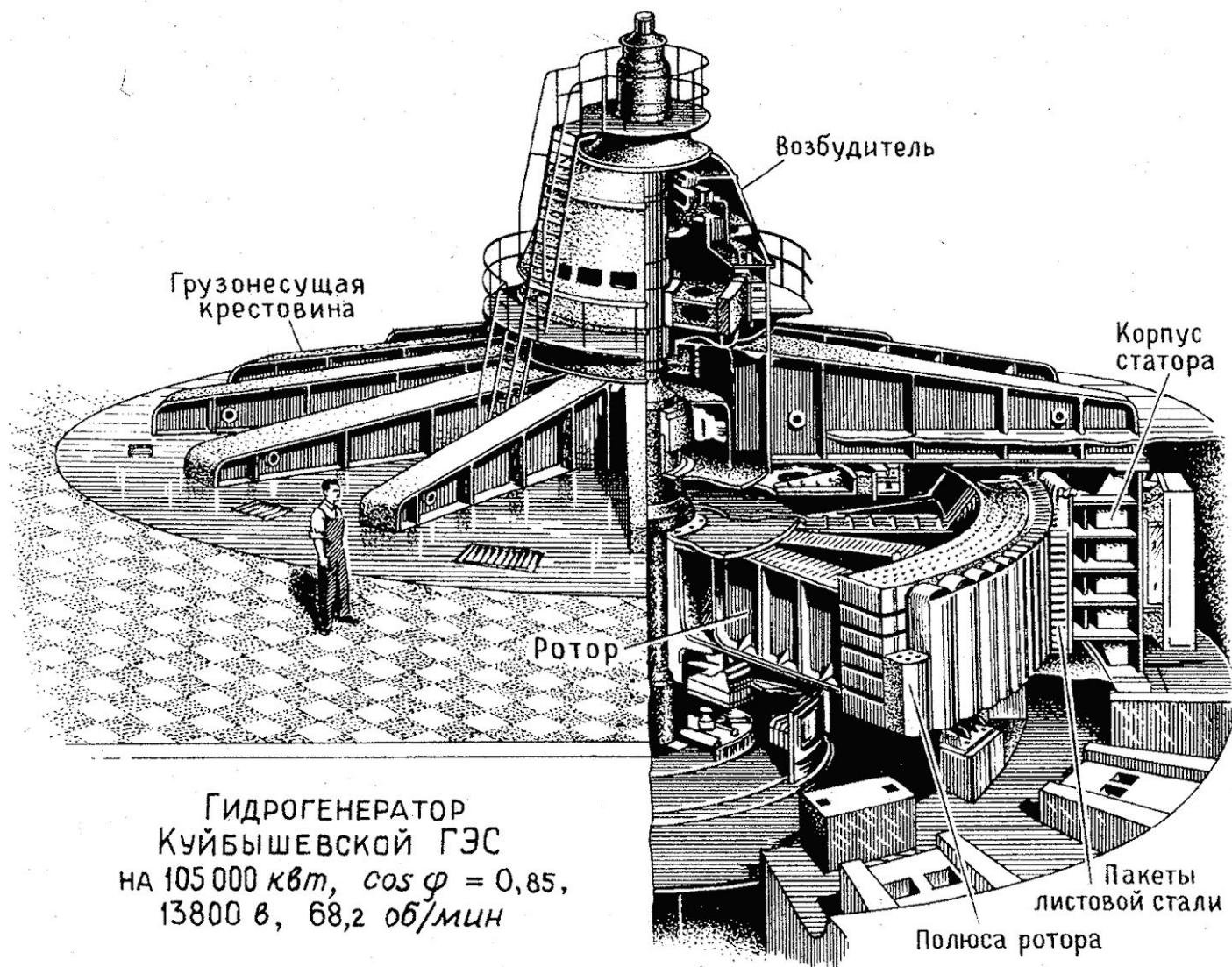
# Пример

Ш. М. АЛУКЕР, И. А. ВАСИЛЬЕВА,  
Э. И. РАСОВСКИЙ, 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.

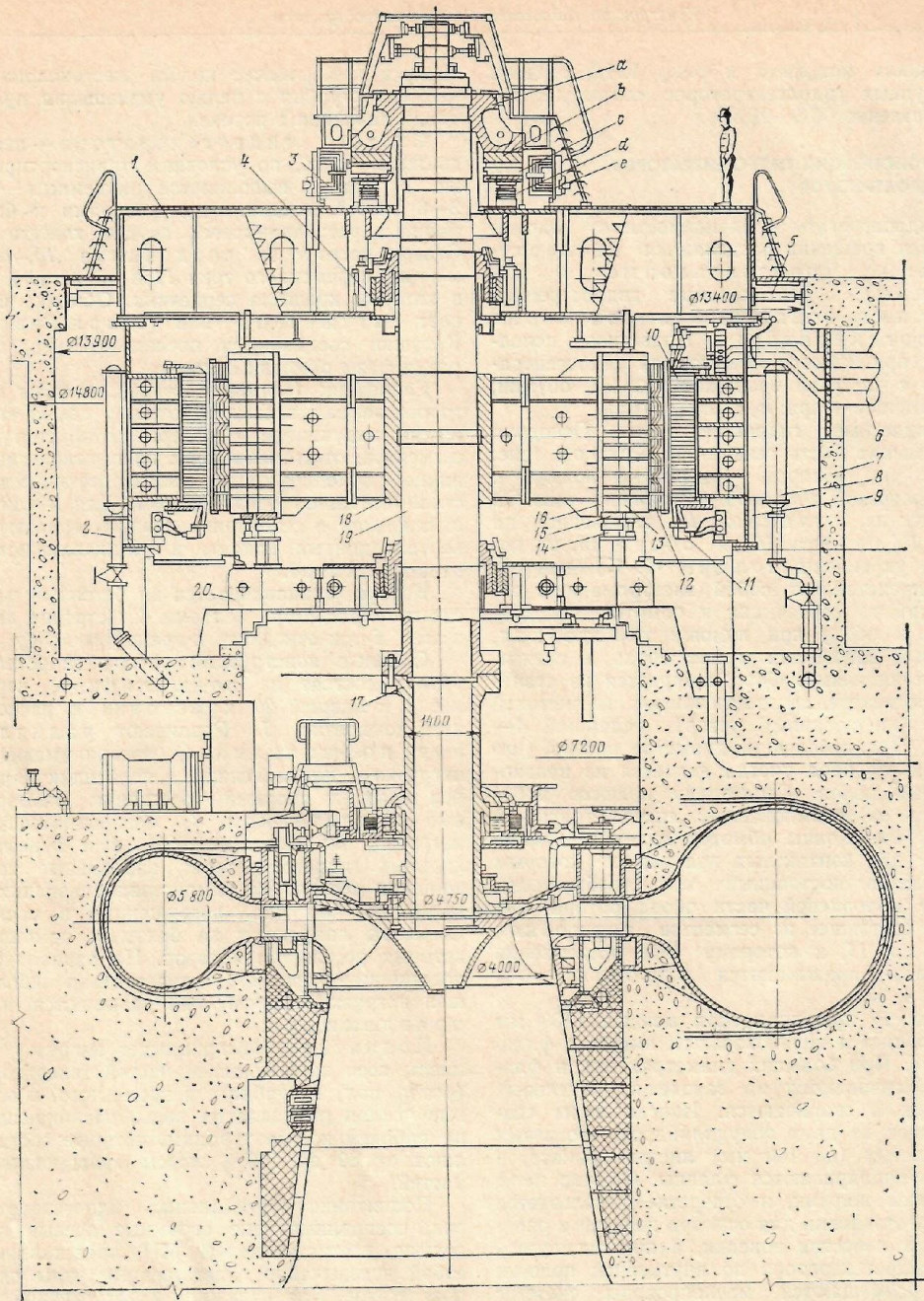
## ГИДРОГЕНЕРАТОР



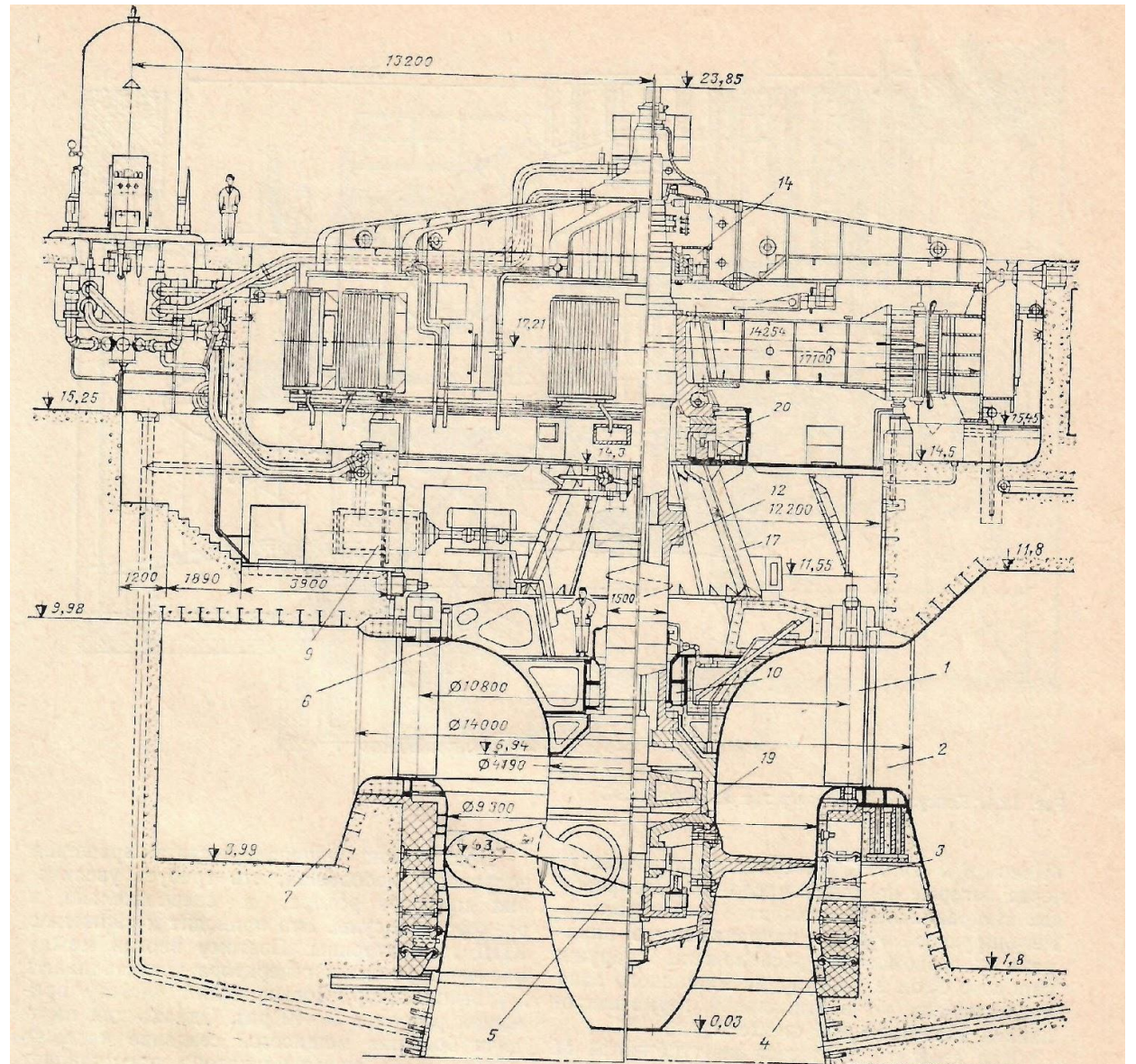
ГИДРОГЕНЕРАТОР  
Куйбышевской ГЭС  
на 105 000 квт,  $\cos \varphi = 0,85$ ,  
13800 в, 68,2 об/мин

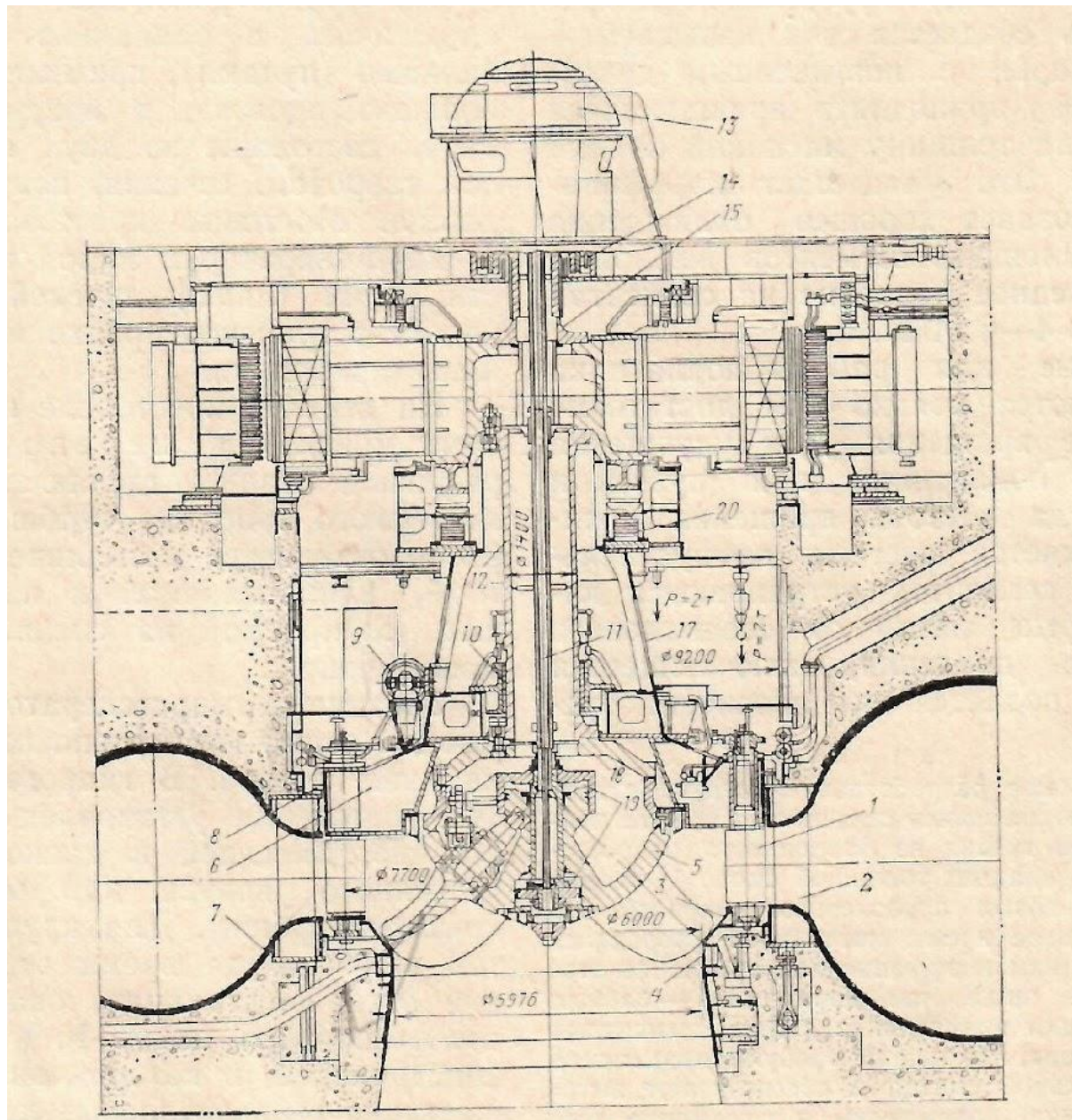


# Гидроагрегат радиально-осевой турбины



# Гидроагрегат поворотно- лопастной турбины

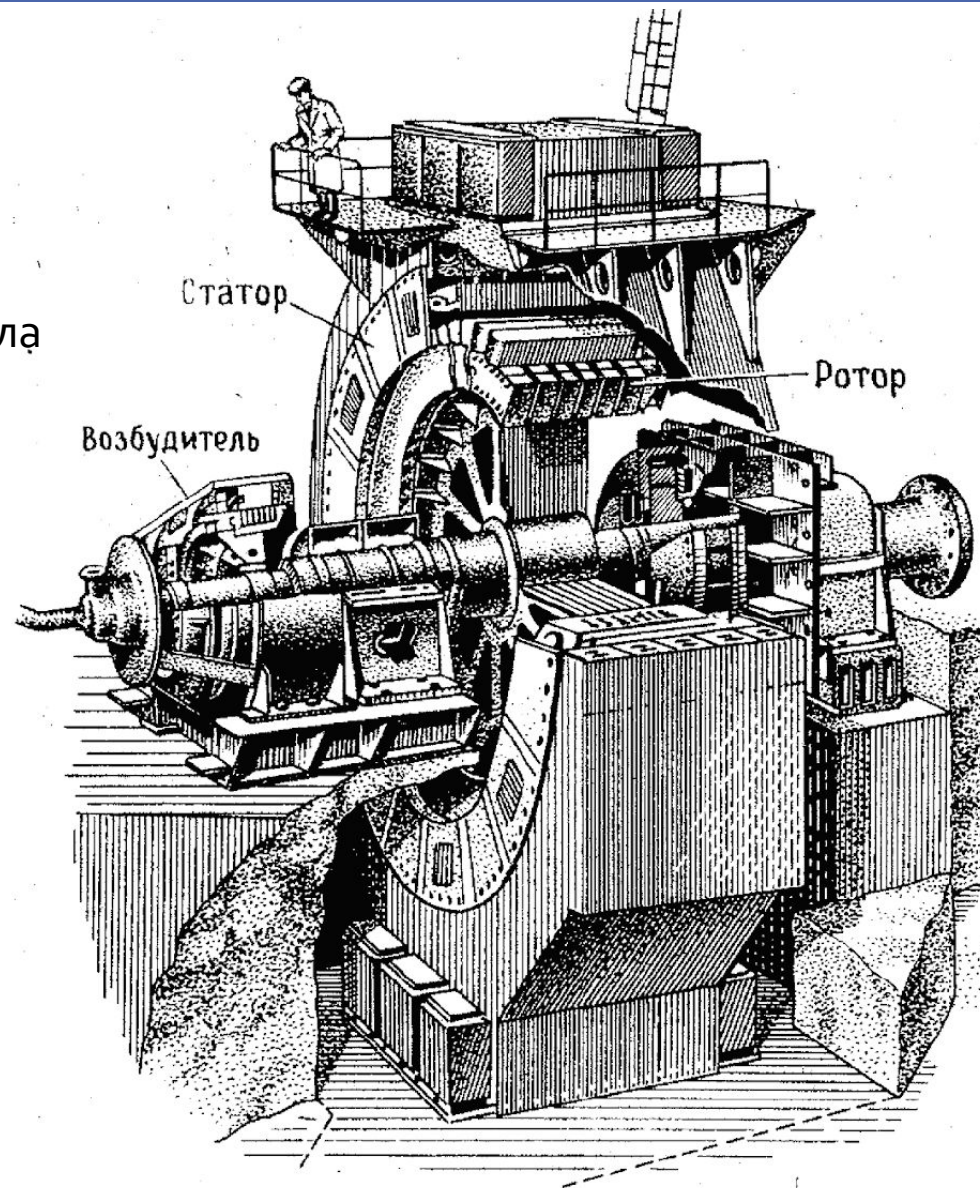
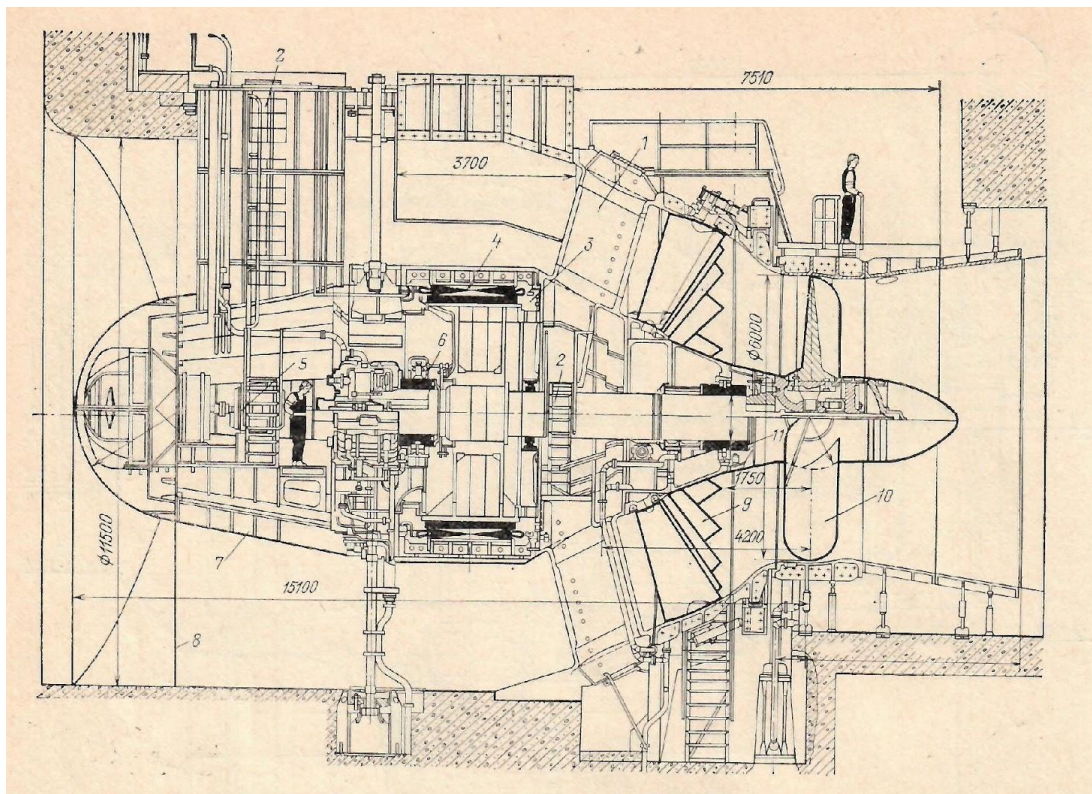




# Гидроагрегат диагональной турбины

# 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

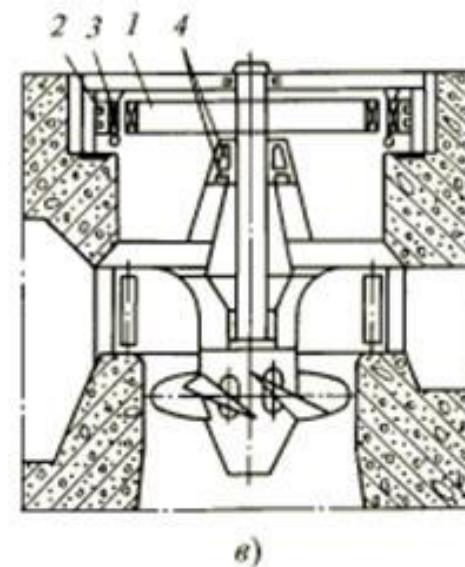
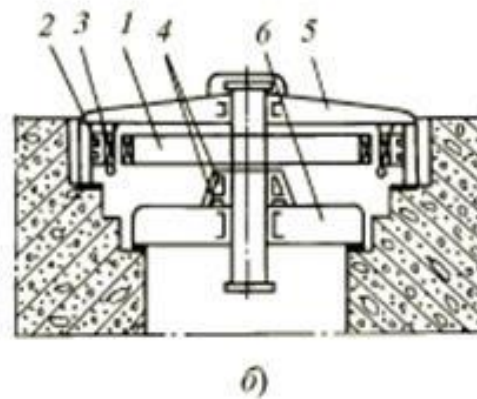
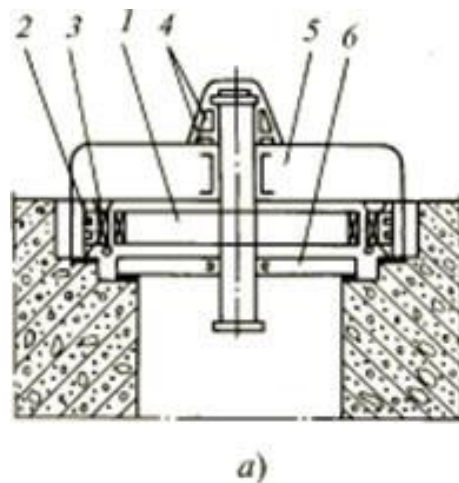
# Вертикальные гидрогенераторы

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

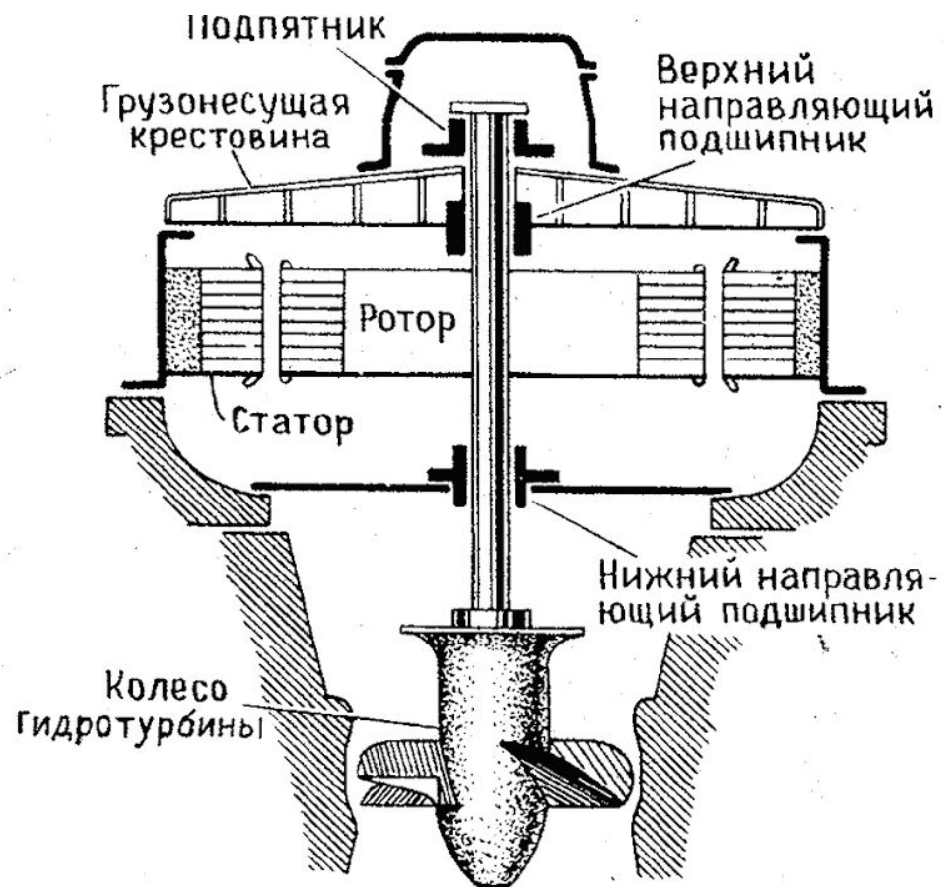


СХЕМА ГИДРОГЕНЕРАТОРА  
ПОДВЕСНОГО ТИПА

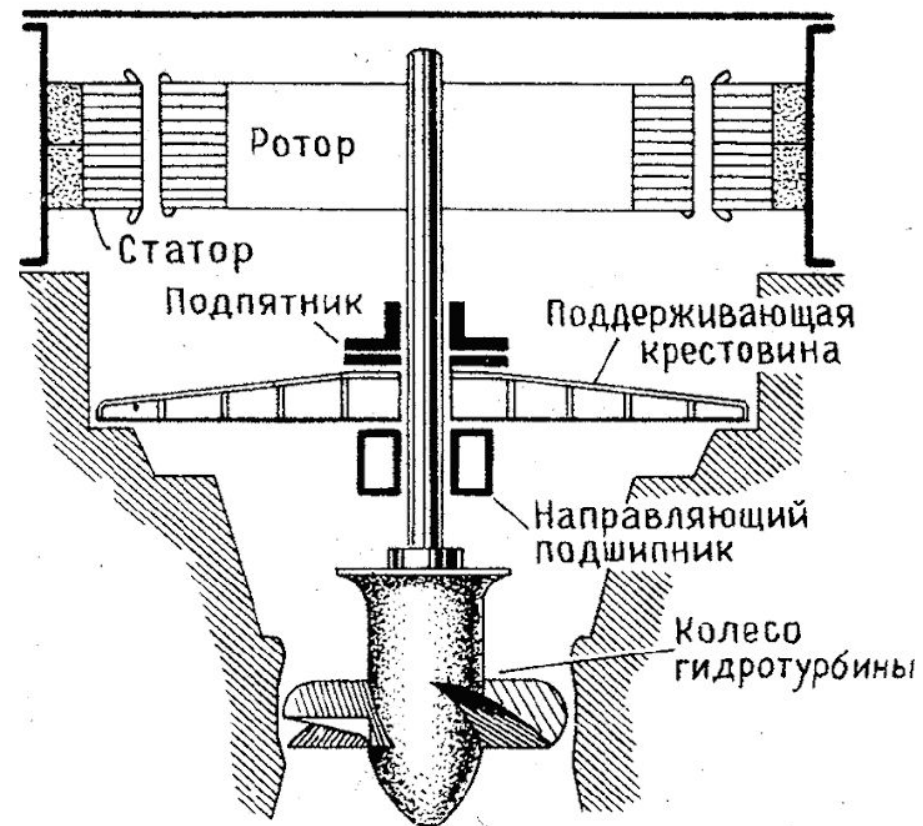


СХЕМА ГИДРОГЕНЕРАТОРА  
ЗОНТИЧНОГО ТИПА

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

# Конструктивные параметры гидрогенераторов