

Курс: **Основное и вспомогательное
оборудование НВИЭ**

*Оборудование малых
гидроэнергетических
станций*

Вопросы лекции

- **1. Малые и мини ГЭС в мире**
- **2. Классификация ГЭС**
- **3. Классификация гидротурбин**

Мини ГЭС в мире

- В **Китае** за последние годы построено около 90000 малых ГЭС
- Во **Франции** находятся в эксплуатации 1060 малых ГЭС
- В **Швейцарии** эксплуатируется более 570 МГЭС.
- В **Швеции** малые ГЭС вырабатывают 2,4 % общей выработки в стране,
- в **Испании** – 2,8 % и в Австрии – 10 %.
- в **Германии** около 20 тыс. малых ГЭС

Оборудование для миниГЭС

Основное энергетическое оборудование для МГЭС включает в себя:

турбины классического типа (радиально-осевые и пропеллерные с регулируемыми направляющими аппаратами, поворотно-лопастные), которые комплектуются полным набором традиционного **вспомогательного оборудования** (электрогидравлическим регулятором и маслонапорной установкой),

и **гидрогенераторы** (синхронные специального исполнения, как правило, с водяной системой охлаждения), которые комплектуются системой возбуждения.

Классификация малых ГЭС

Классификация малых ГЭС может быть выполнена по таким признакам, как

1. Мощность

2. Напор

3. Размеры рабочего колеса турбины

4. Конструкция здания ГЭС

5. Способ создания напора

6. Схема основных сооружений и др.

Малые реки

К малым рекам относят водотоки длиной 70 – 100 км, площадь водосборных бассейнов которых не превышает 2000 км².

Протяженность малых рек в России составляет 40 % от общей длины всех рек, а в Свердловской области более 90 % всех рек.

Классификация ГЭС по мощности

По существующей классификации ООН к малым относятся ГЭС мощностью до 10 МВт, в том числе:

- микро ГЭС – мощностью до 0,1 МВт;
- мини ГЭС – мощностью от 0,1 до 1 МВт;
- малые ГЭС – мощностью от 1 до 10 МВт.

Классификация малых ГЭС по напору

- 1 группа:** МГЭС при существующих, строящихся либо проектируемых водохранилищах, характеризующихся небольшими пропусками в нижний бьеф ($5-15\text{ м}^3/\text{с}$) и низкими (до 10 м) напорами;
- 2 группа:** малые ГЭС при больших водохранилищах в составе комплексных гидроузлов на средних и крупных реках, а также на перепадах больших каналов, где пропуски в нижний бьеф составляют от 20 до $200\text{ м}^3/\text{с}$ при напорах $5-20\text{ м}$;
- 3 группа:** те же пропуски, что для 2 группы, но при напорах более 20 м ;
- 4 группа:** деривационные МГЭС на расходы $1-2\text{ м}^3/\text{с}$ и напоры до 110 м .

При необходимости на новых и восстанавливаемых МГЭС вместо турбин и генераторов могут устанавливаться серийно выпускаемые **промышленностью насосы** с синхронными или асинхронными двигателями.

Применение насосных агрегатов в качестве силового оборудования МГЭС (в случаях, когда это технически обоснованно) позволяет удешевить МГЭС и ускорить начало их массового возведения, сократить на первом этапе широкого строительства МГЭС намеченную к производству номенклатуру малых турбин

Расчет мощности потока воды

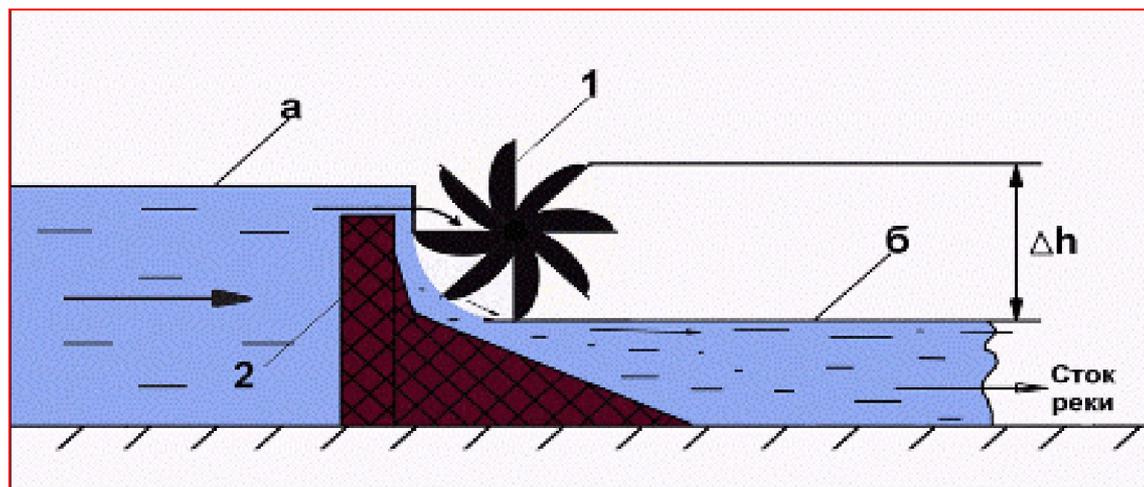
При использовании гидротехнических сооружений (плотин) производство энергии происходит вследствие перехода потенциальной энергии воды в русле в кинетическую непосредственно в гидропреобразователе.

В этом случае мощность, создаваемая падающей водой будет равна:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h, \text{ Вт}$$

где: $Q = V \cdot F$ – расход воды, $\text{м}^3/\text{сек}$.

Вспомним:



Мощностной потенциал рек

Бесплотинное производство энергии.

Примем: $\alpha = 0,25$, $\xi = 0,3$

$$P_p = 2 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,3)^2 \cdot 1 = 0,750 \text{ кВт}$$

Плотина высотой 1 м.

$$\Delta h = 1 \text{ м}$$

$$Q = V \cdot F = 10 \text{ м}^3/\text{сек}$$

$$P = 10^3 \cdot 9,8 \cdot 10 \cdot 1 = 98 \text{ кВт}$$

Однако, при увеличении скорости воды в реке до 10 м/сек результаты уже существенно изменятся.

Бесплотинное производство энергии

$$P_p = 2 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,3)^2 \cdot 10^3 = 750 \text{ кВт}$$

Плотина высотой 1 м

$$P = 10^3 \cdot 9,8 \cdot 10^2 = 980 \text{ кВт}$$

А при высокой скорости течения $V_0 = 40$ м/с картина уже изменяется коренным образом:

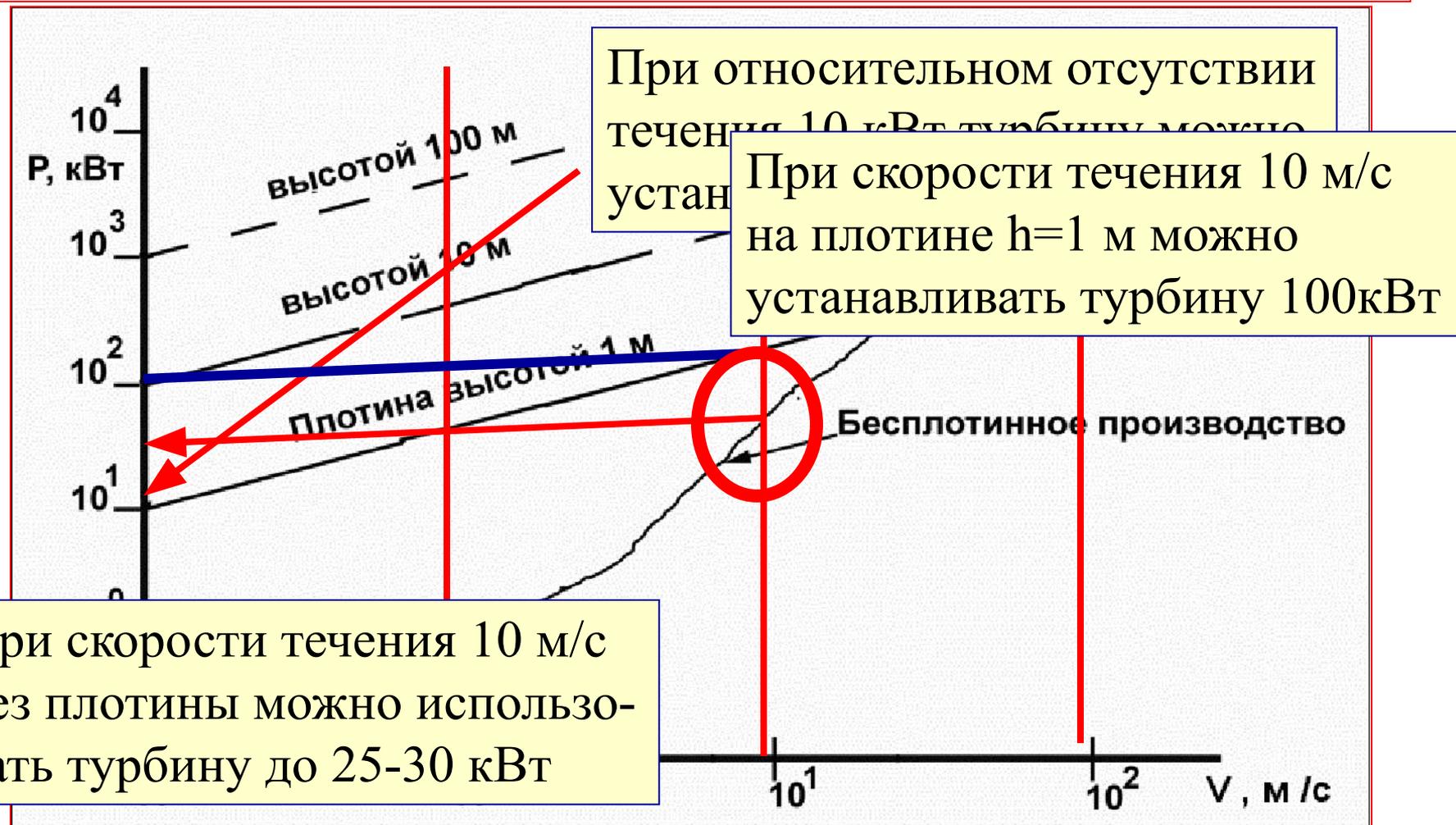
Бесплотинное производство энергии

$$P_p = 2 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,3)^2 \cdot 16 \cdot 10^3 = 10000 \text{ кВт}$$

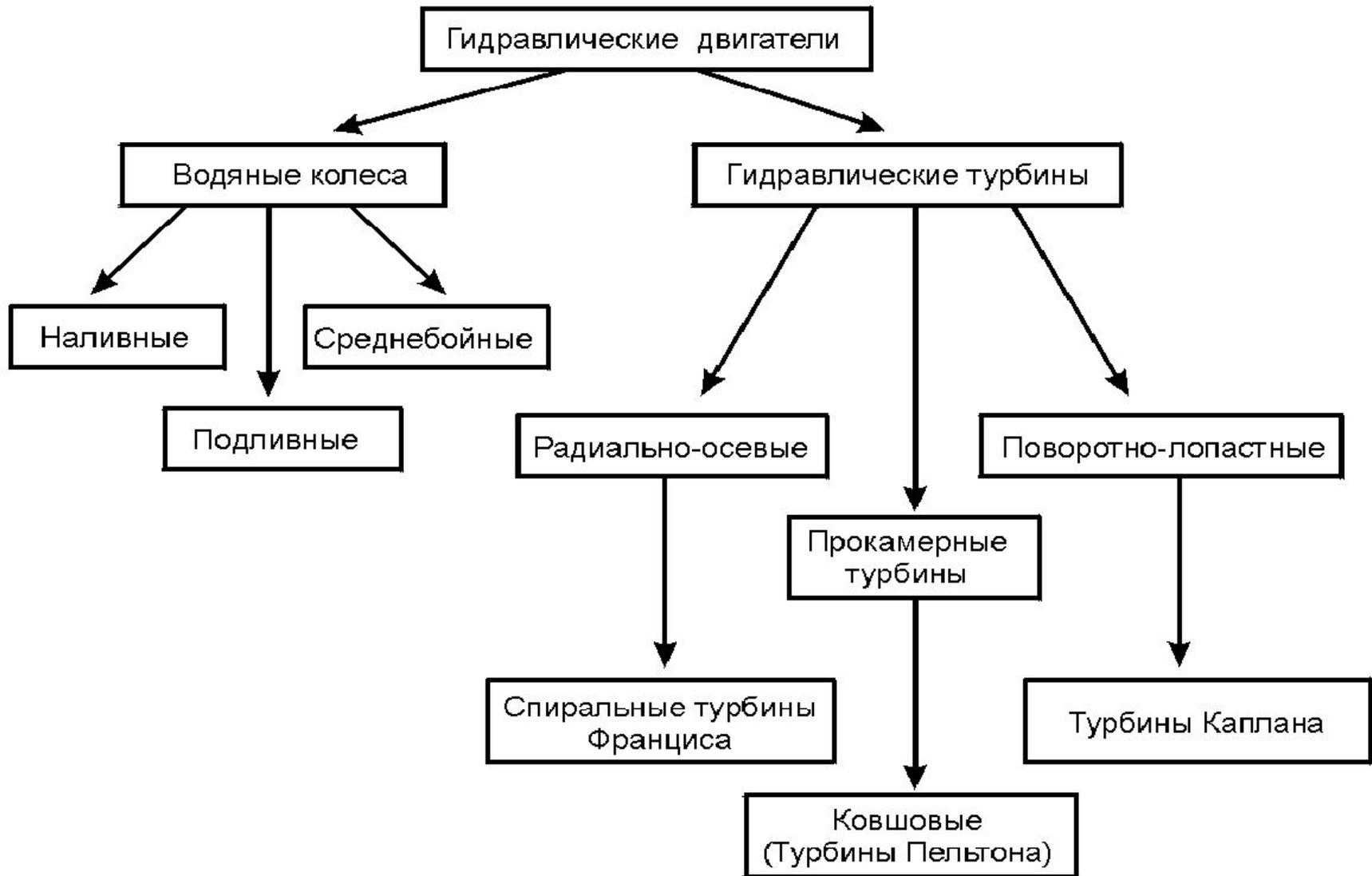
Плотина высотой 1 м

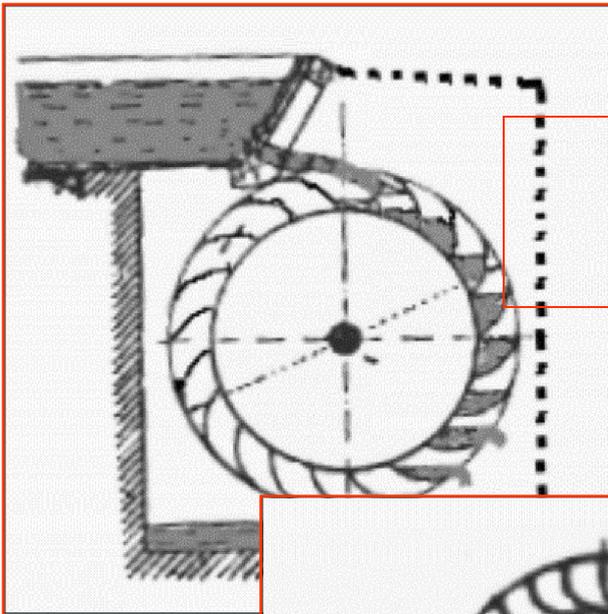
$$P = 10^3 \cdot 9,8 \cdot 40 = 3920 \text{ кВт ?}$$

График зависимости валовой мощности гидропреобразователя для плотинного и бесплотинного вариантов от скорости течения реки.

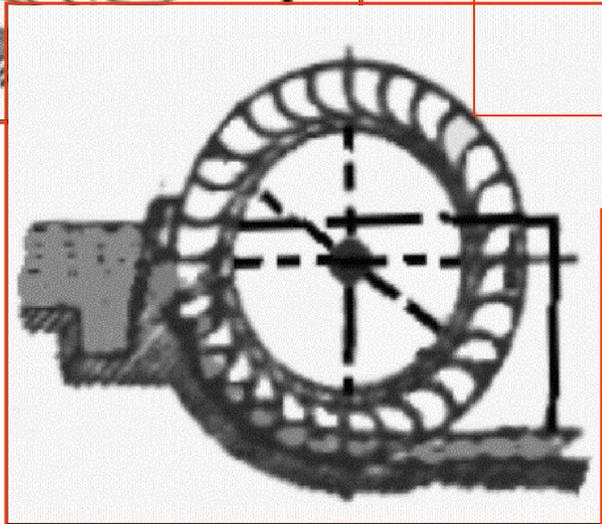


Классификация гидравлических двигателей

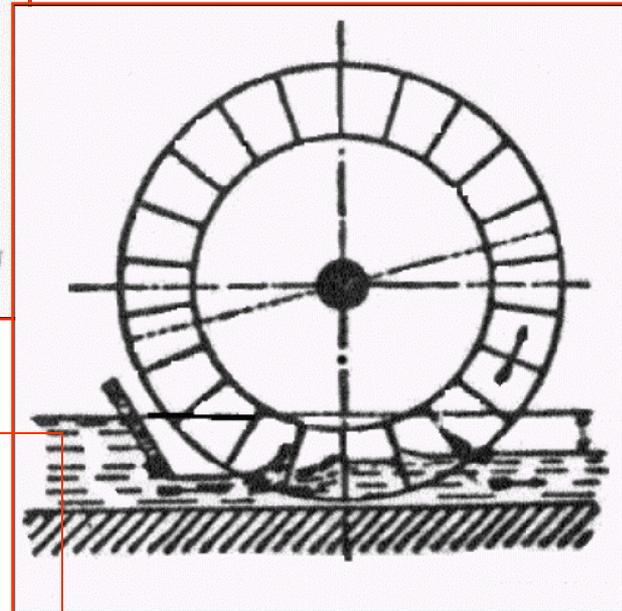




*Водяное колесо
наливного типа*



*Водяное колесо
среднебойного типа*



*Водяное колесо
подливного типа*

В зависимости от организации движения водного потока, через лопаточный аппарат гидравлические турбины могут быть активного, либо реактивного типа:

Классификация гидротурбин

Гидротурбины подразделяются на:

Классы

Реактивные турбины

Активные турбины

Системы

**Осевые
пропеллерные
поворотно-лопастные
диагональные
радиально-осевые**

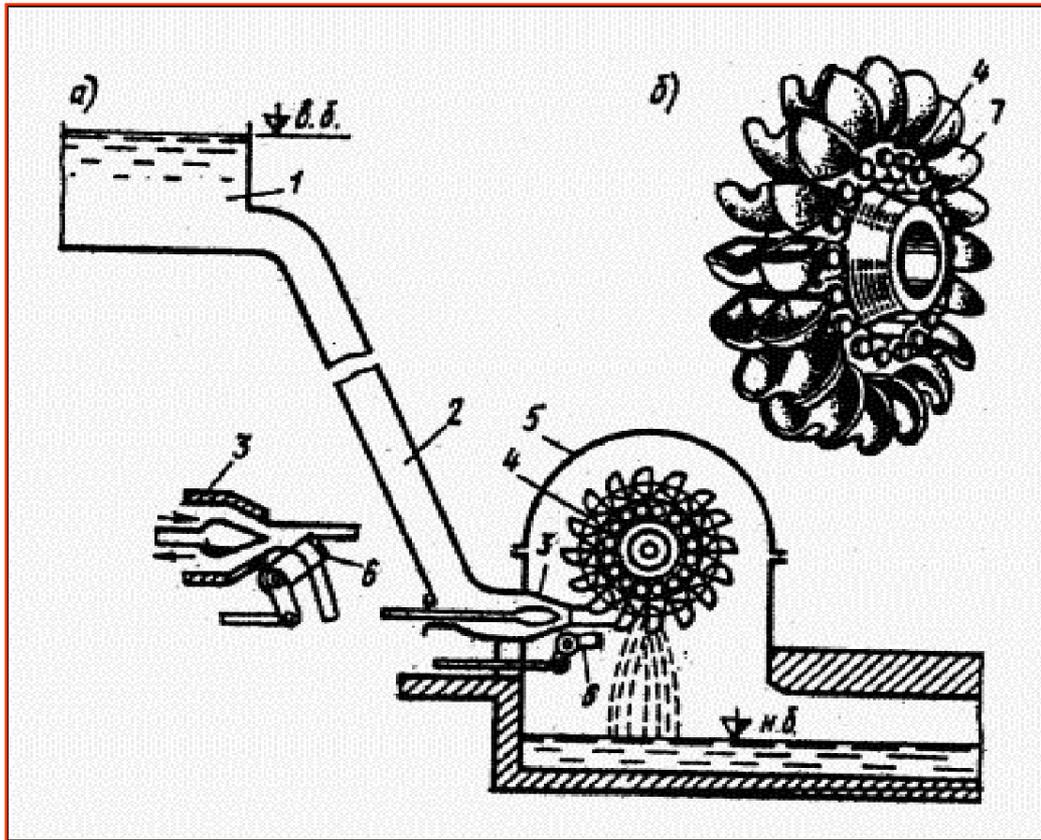
**Ковшовые
наклонно-струйные
двойного действия**

Типы

Серии

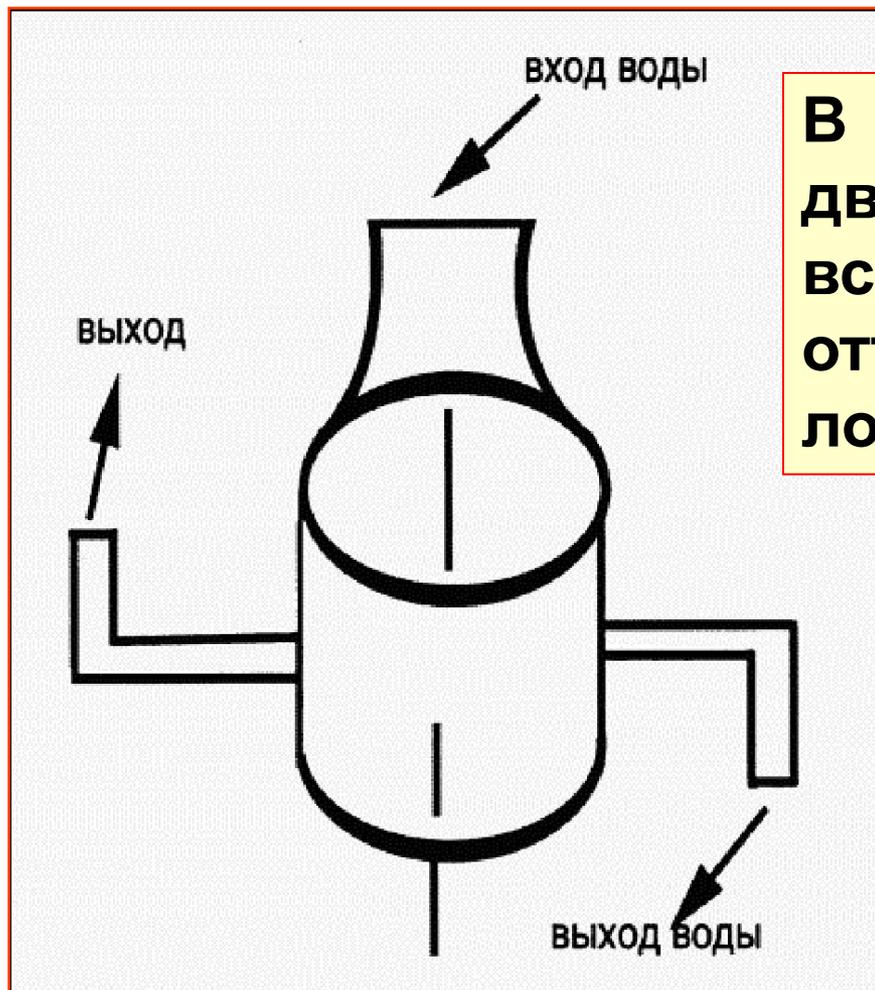
**Каждая система
содержит
несколько типов**

Схема активной турбины



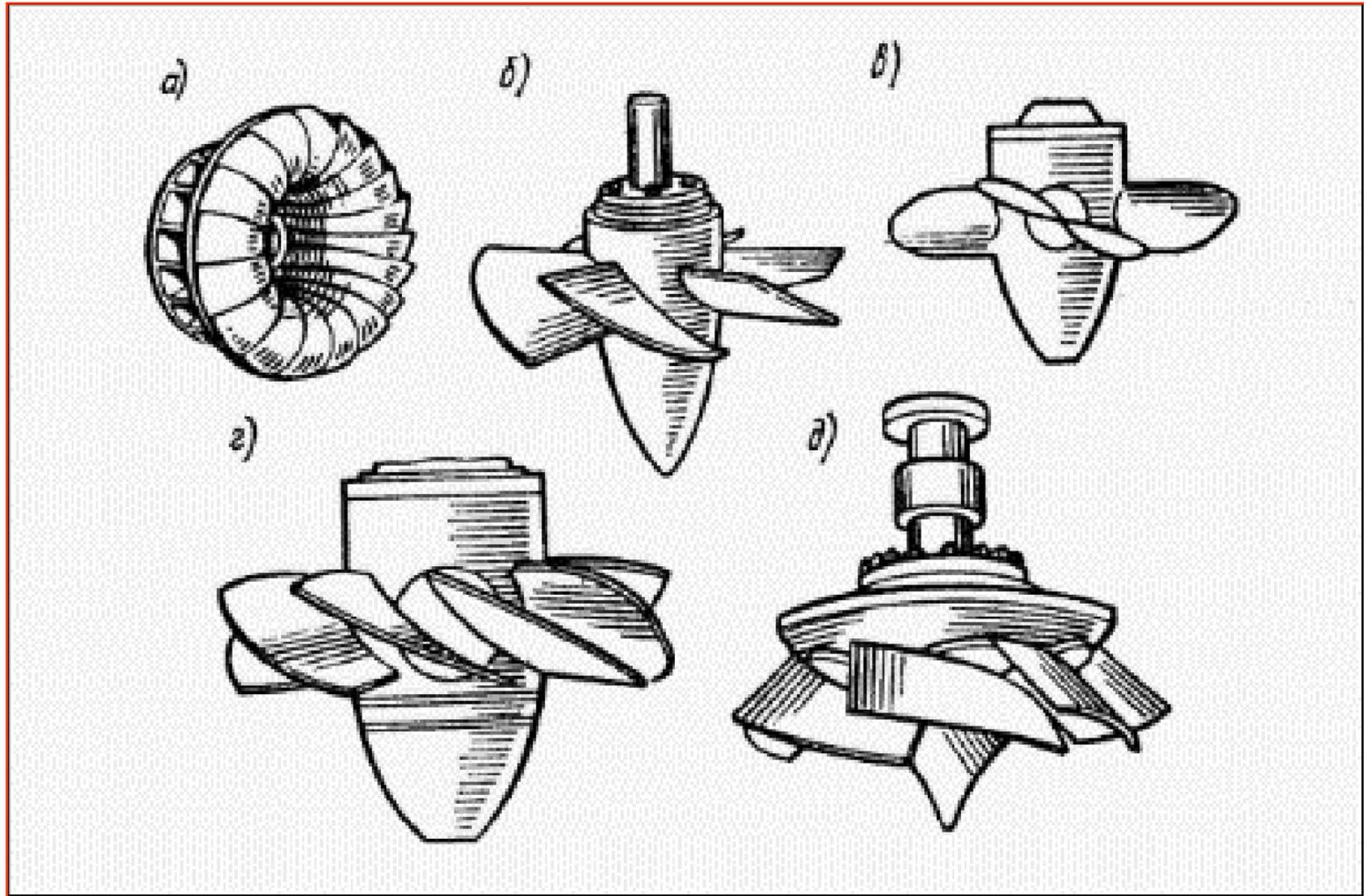
- а – схема турбо установки;
б – рабочее колесо;
1 - верхний бьеф;
2 – трубопровод;
3 – сопло;
4 – рабочее колесо;
5 – кожух; 6 – отклонитель;
7 – лопатки (ковши).

Принцип работы реактивной турбины



В турбине реактивного типа движение возникает вследствие реакции на отталкивание воды от лопастей.

Примеры реактивной турбины



а – радиально-осевая; б – пропеллерная;
в – поворотно-лопастная; г – двухперовая; д – диагональная.

Классификация гидротурбин

Системы

Осевые
пропеллерные
поворотно-лопастные
диагональные
радиально-осевые

Ковшовые
наклонно-струйные
двойного действия

Типы

Каждая система
содержит
несколько типов

Геометрически
подобные
проточные части

Одинаковая
быстроходность

Геометрически подобные
гидротурбины различных
размеров образуют **СЕРИЮ**

Классификация гидротурбин по напору

Низконапорные

$$H_T < 25 \text{ м}$$

Средненапорные

$$25 \text{ м} < H_T < 80 \text{ м}$$

Высоконапорные

$$H_T > 80 \text{ м}$$

Классификация по размеру ГТ

Малые

Гидротурбины с $D < 1,2$ м при низком напоре

Гидротурбины с $D < 0,5$ м при высоком напоре
а мощность составляет не более 1000 кВт

Средние

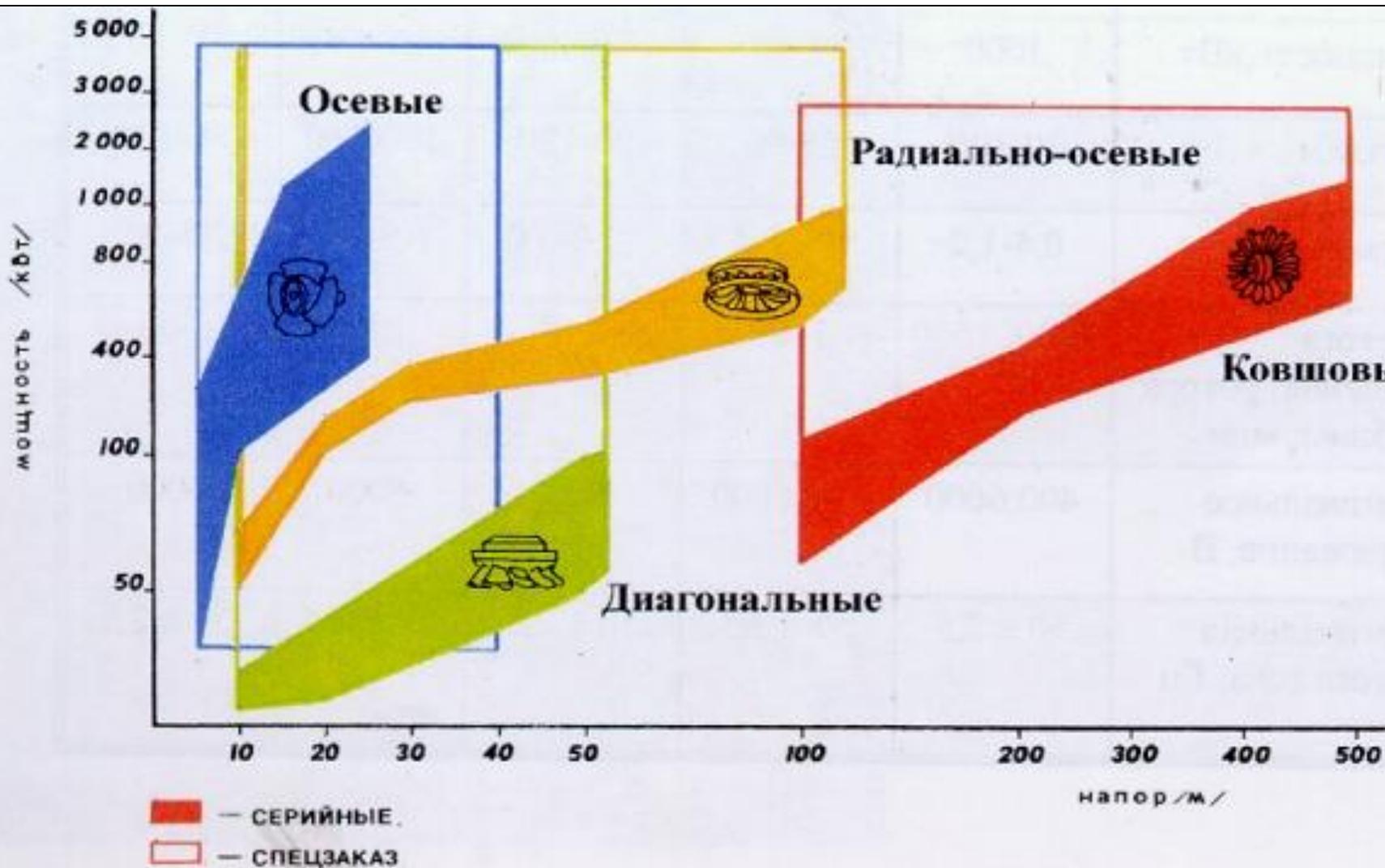
Гидротурбины с $1,2 < D < 2,5$ м при низк. нап.

Гидротурбины с $0,5 < D < 1,6$ м при высоком напоре, а мощность $1000 < N < 15000$ кВт

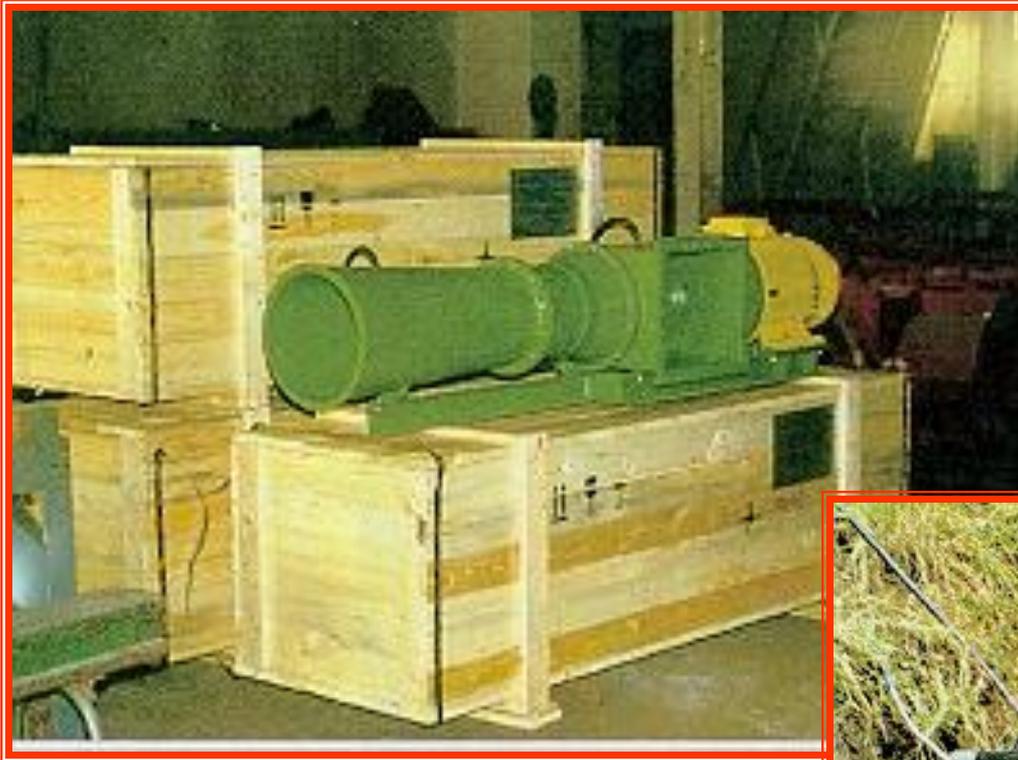
Крупные

Гидроагрегаты с мощностью и диаметром турбины больше, чем у средних

Области применения турбин



**Микро ГЭС
МОЩНОСТЬЮ
10 кВт**



**Габариты 2 x 0,7 x 0,6м
Масса 250 кг
Цена 6000 долл.США**

Вилейская МГЭС

Мощность 1200 кВт



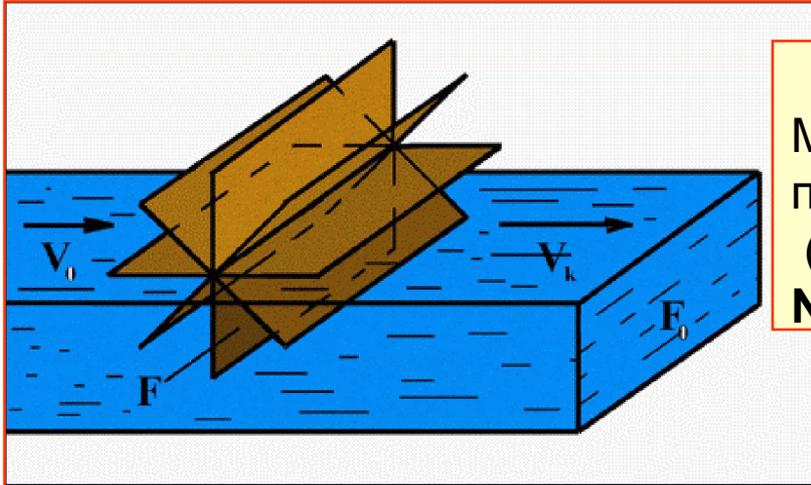
2 гидротурбины пропеллерного типа

Состав гидравлической турбины

Основные элементы:

- фундамент турбины;
- корпус турбины;
- рабочее колесо;
- упорные или опорные подшипники;
- соединительная муфта;
- электрогенератор с возбудителем;
- водоподводящие и водоотводящие трубы (каналы);
- регуляторы (ручные) водоподвода;
- системы автоматического управления;
- системы аварийной защиты установки;
- системы преобразования и отпуска энергии с шин генератора.

Схема бесплотинного преобразования энергии реки.



Мощность, создаваемая водным потоком равнинного типа (без плотины):

$$N = \rho \cdot (V_0^2/2) \cdot F \cdot V_0 = \rho \cdot F \cdot (V_0^3/2), \text{ Вт}$$

Схема плотинного преобразования энергии реки.

мощность, создаваемая падающей водой будет равна:

$$N = \rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h, \text{ Вт}$$

где: $Q = V \cdot F$ – расход воды, м³/сек.

