

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 м³/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 м³/с** при напорах **5-20 м**;
- 3 группа:** те же пропуски, что для 2 группы, но при напорах более **20 м**;
- 4 группа:** деривационные МГЭС на расходы **1-2 м³/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

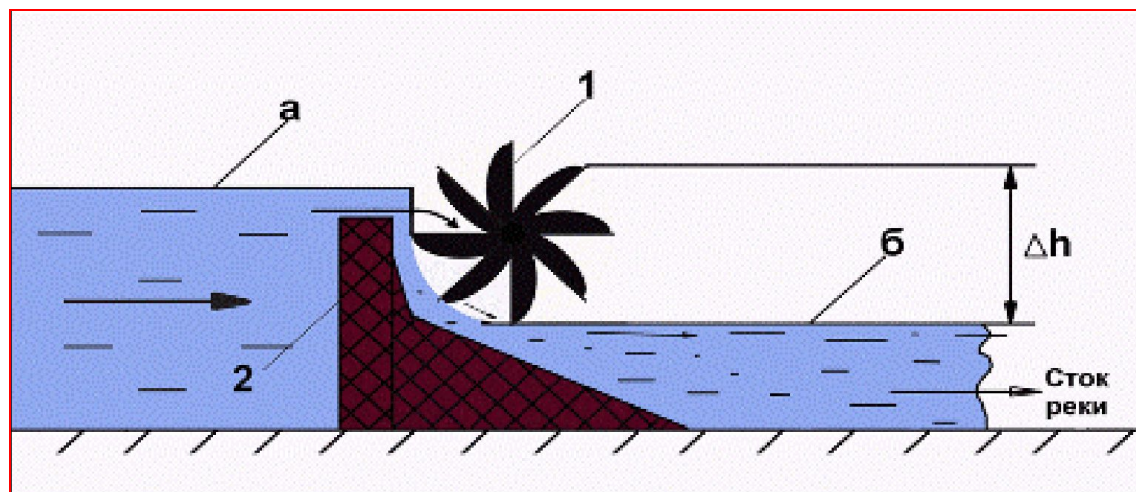
При использовании гидротехнических сооружений (плотин) производство энергии происходит вследствие перехода потенциальной энергии воды в русле в кинетическую непосредственно в гидропреобразователе.

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:

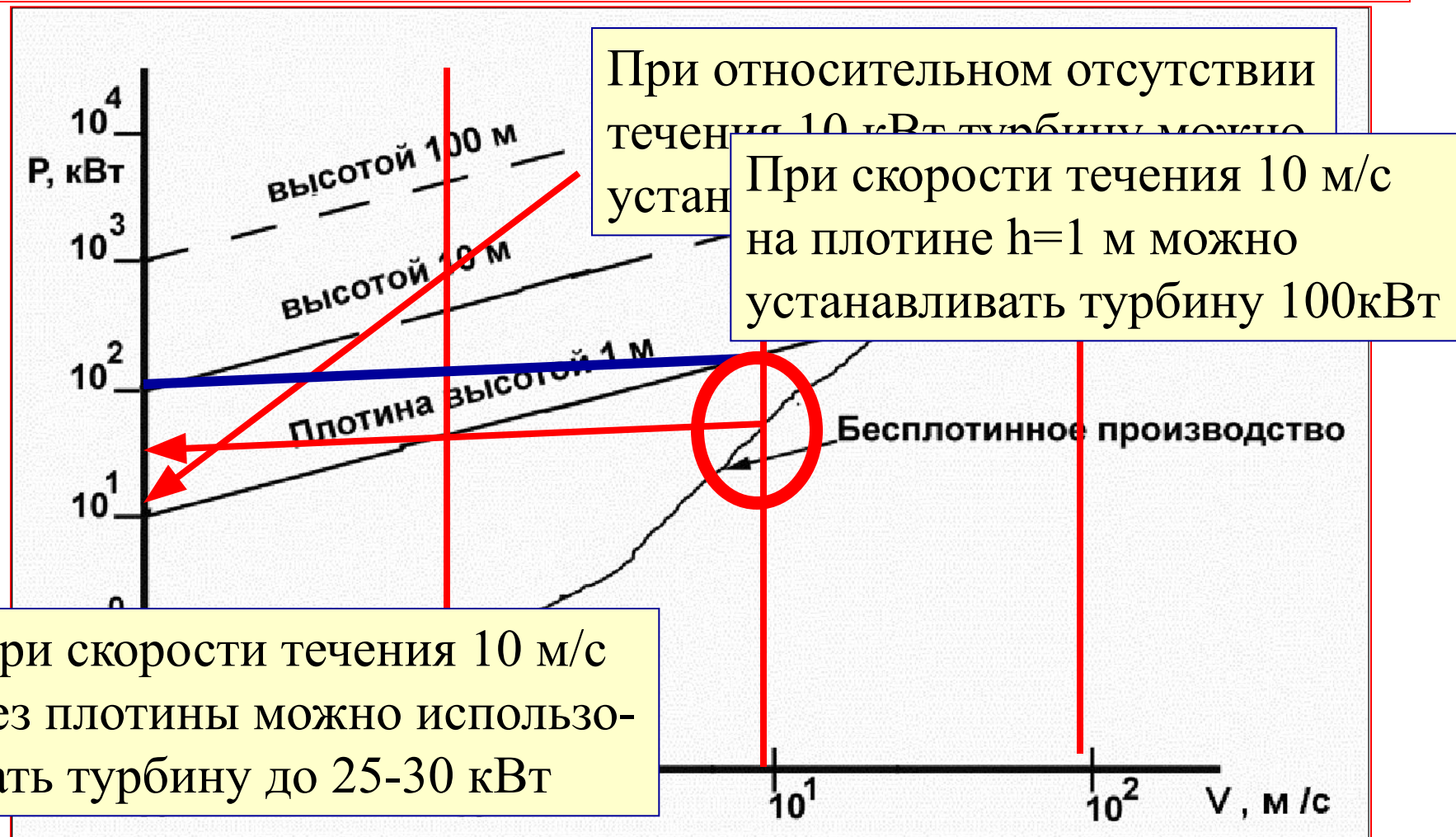
Бесплотинное производство энергии

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

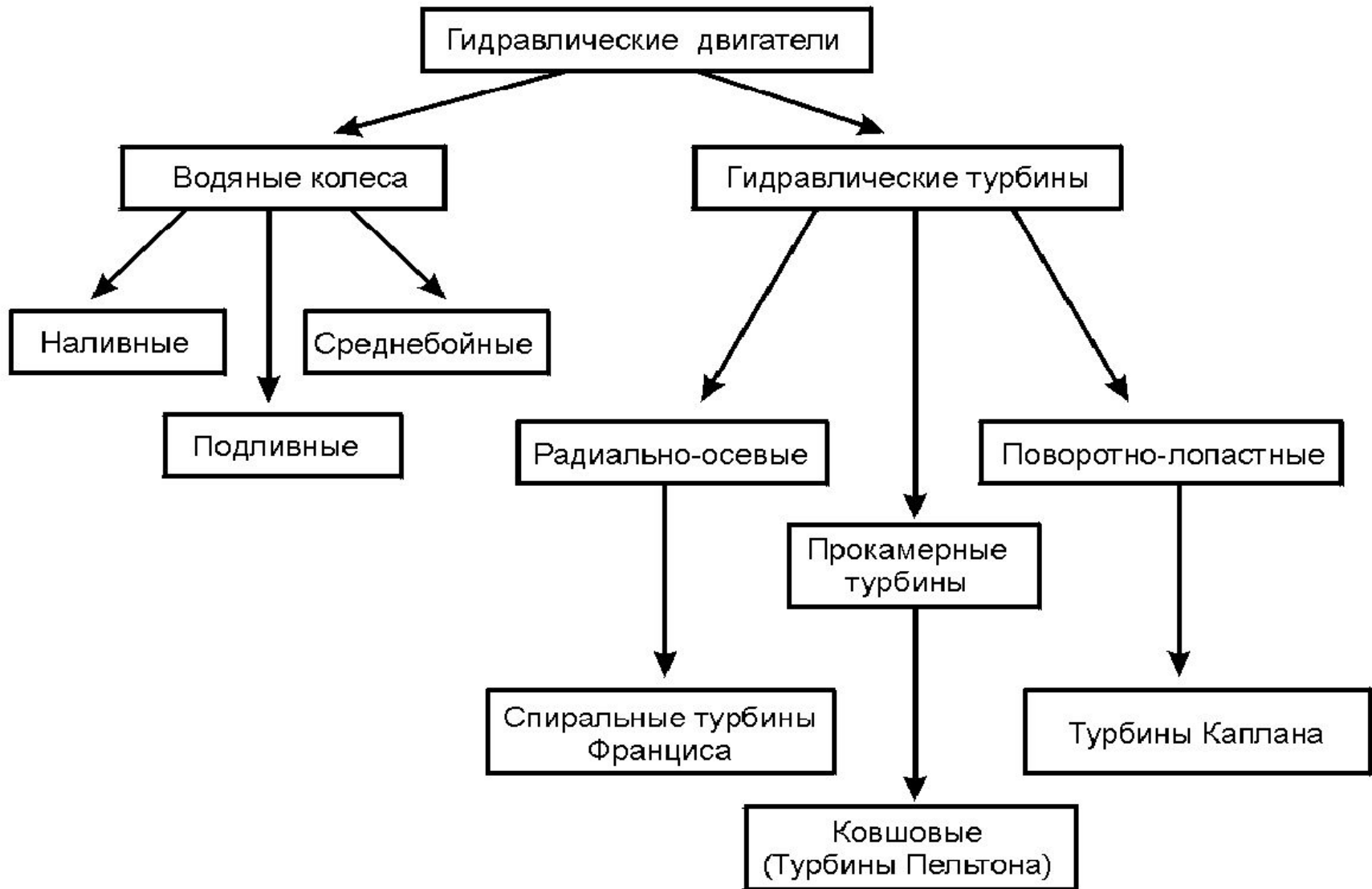
Плотина высотой 1 м

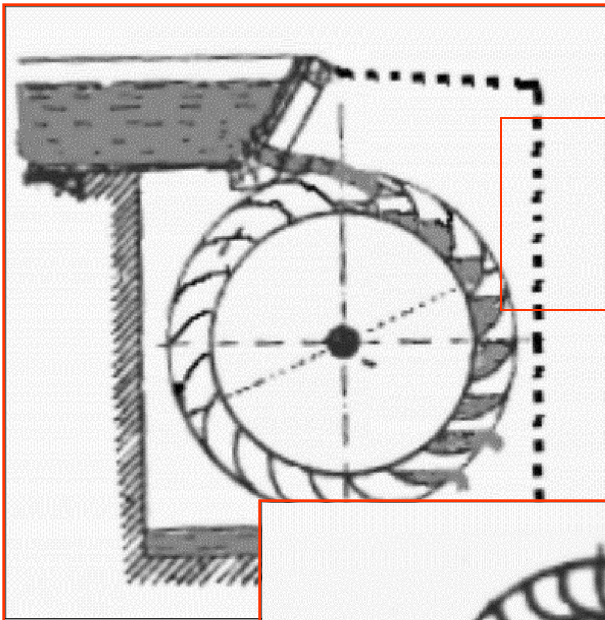
$$P = 10^3 \cdot 9,8 \cdot 40 = 3920 \text{ кВт ?}$$

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

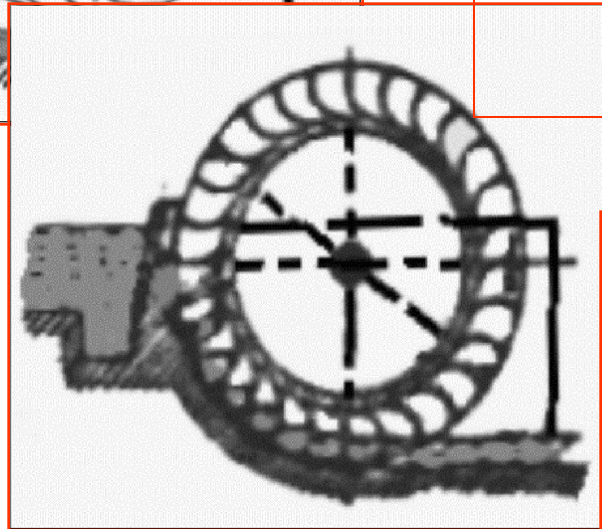


Классификация гидравлических двигателей

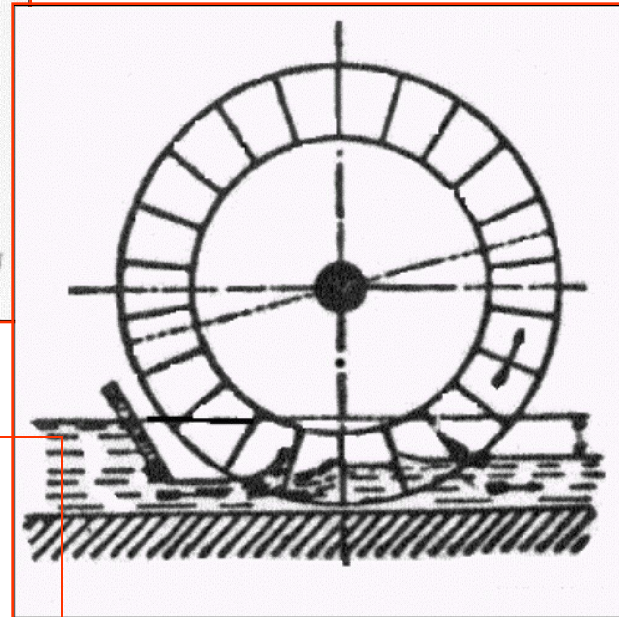




*Водяное колесо
наливного типа*



*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**

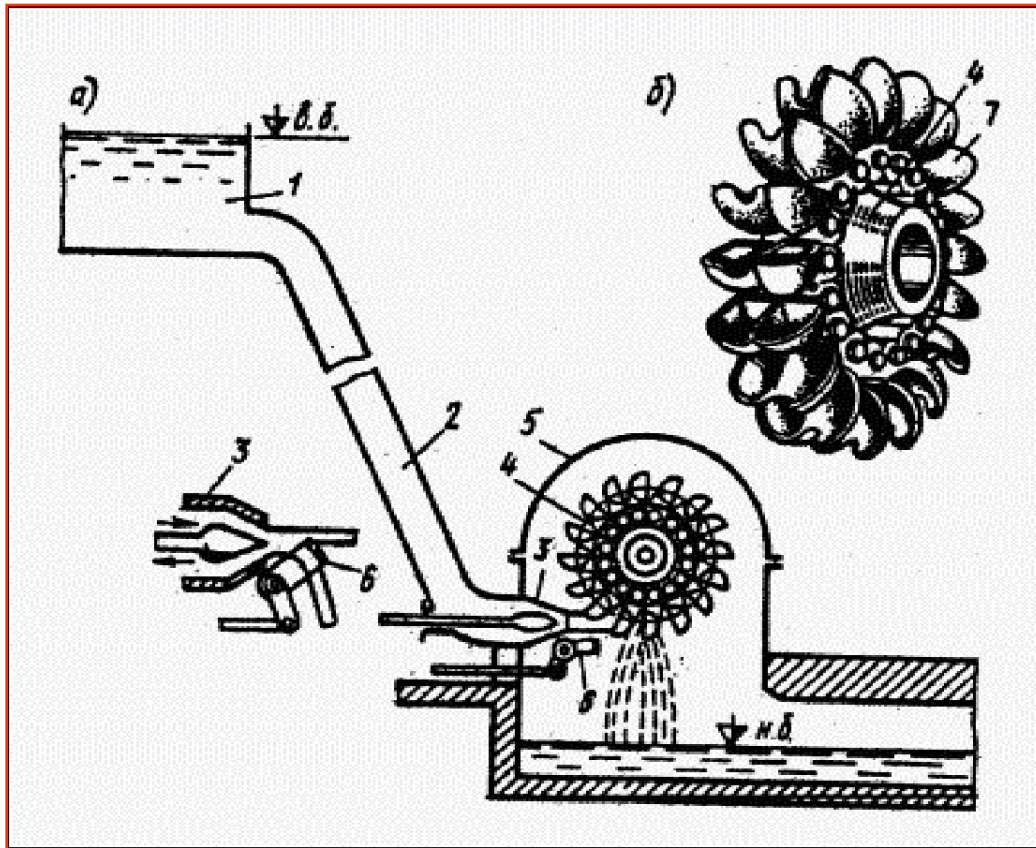
**Ковшовые
наклонно-струйные
двойного действия**

Типы

Серии

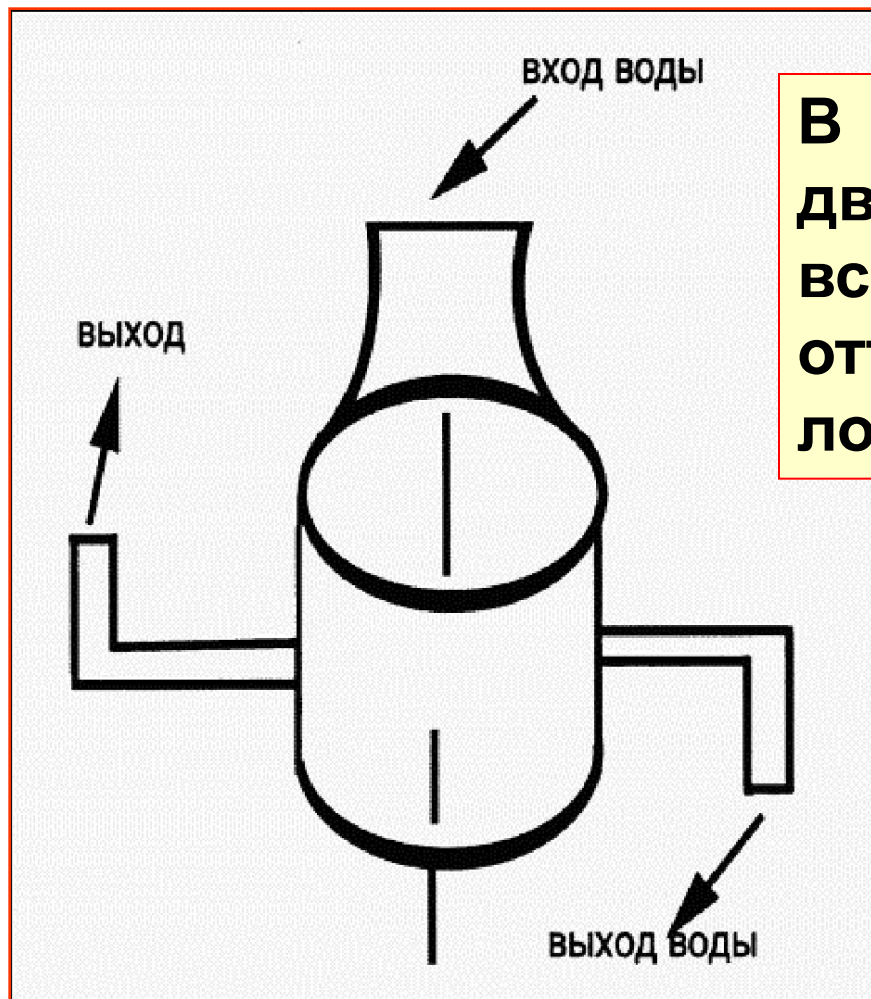
**Каждая система
содержит
несколько типов**

Схема активной турбины



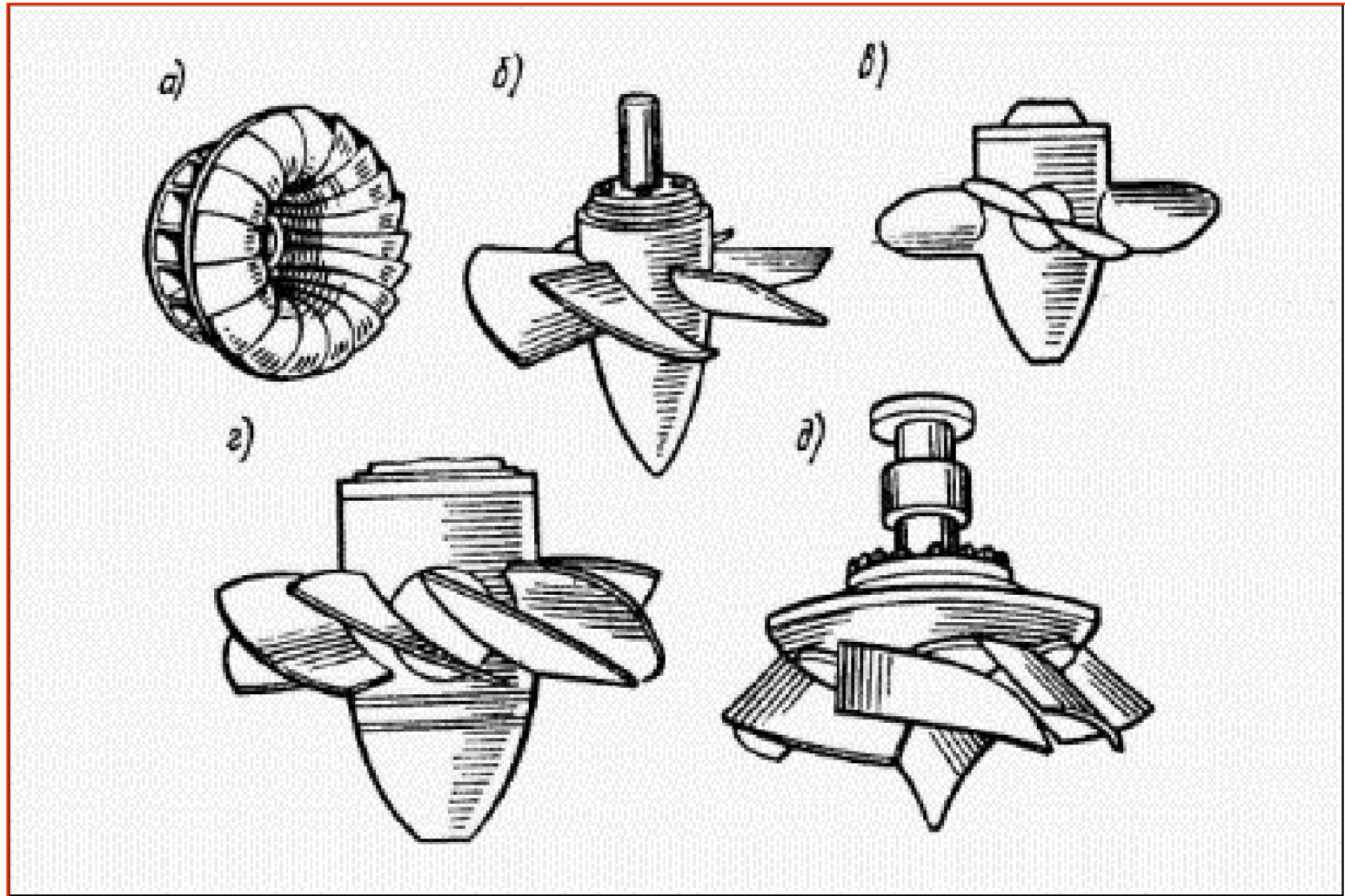
- а – схема турбо установки;
б – рабочее колесо;
1 - верхний бьеф;
2 – трубопровод;
3 – сопло;
4 – рабочее колесо;
5 – кожух; 6 – отклонитель;
7 – лопатки (ковши).

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

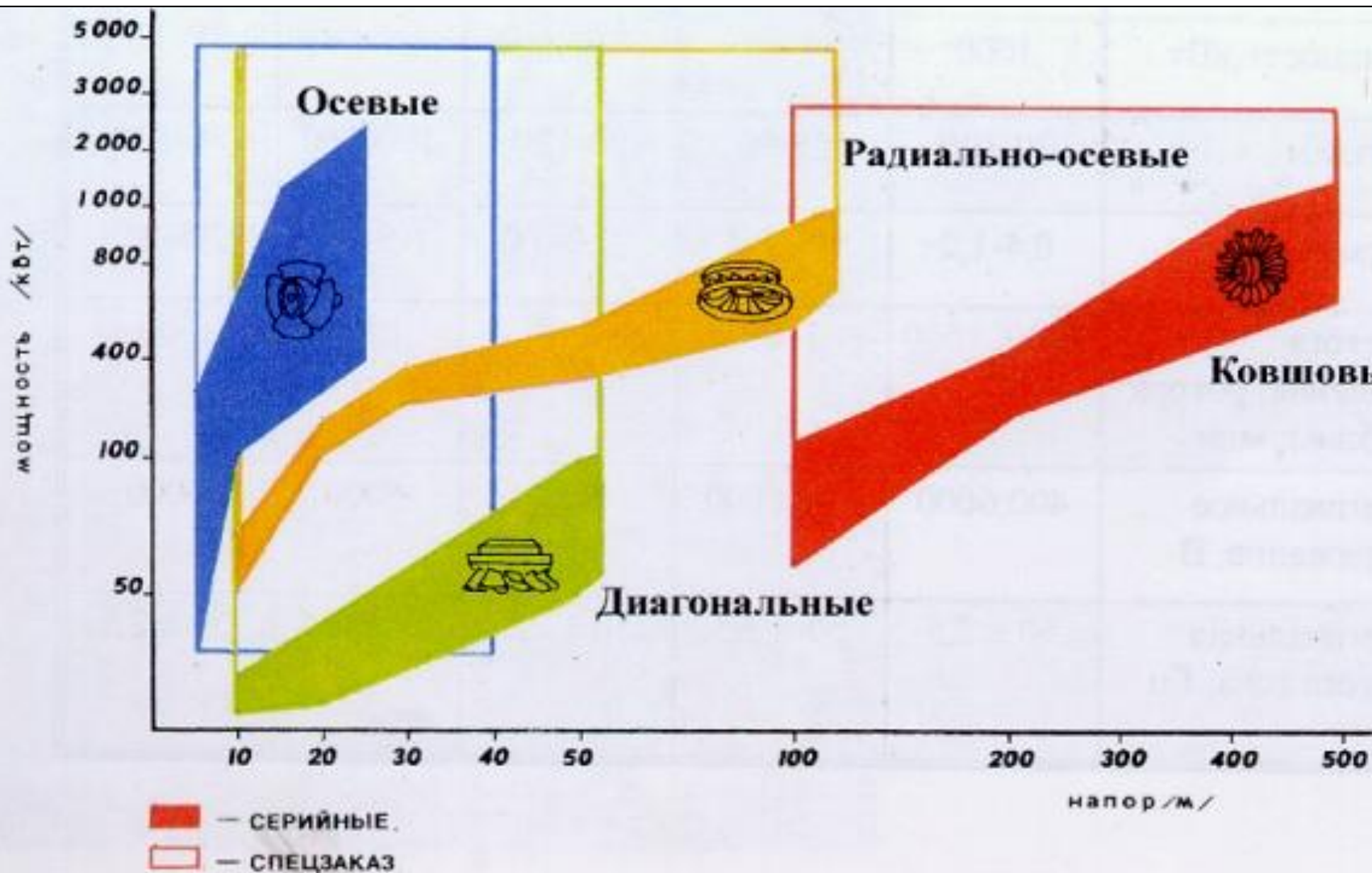
Гидротурбины с $1,2 < D < 2,5$ м при низк. нап.

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

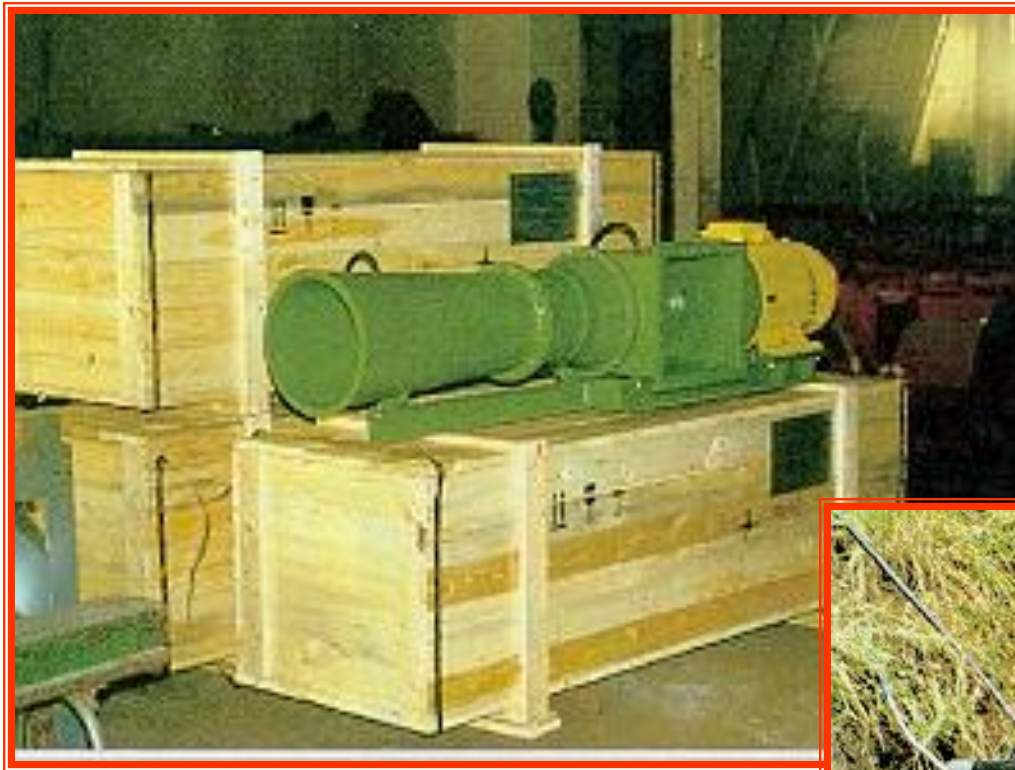
Крупные

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



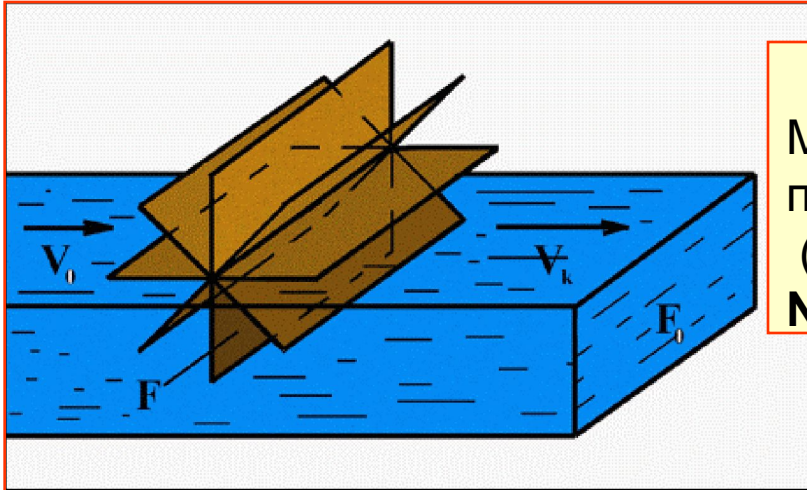
2 гидротурбины пропеллерного типа

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.

