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 км^2.

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 (5-15м^3/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 м^3/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 м^3/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

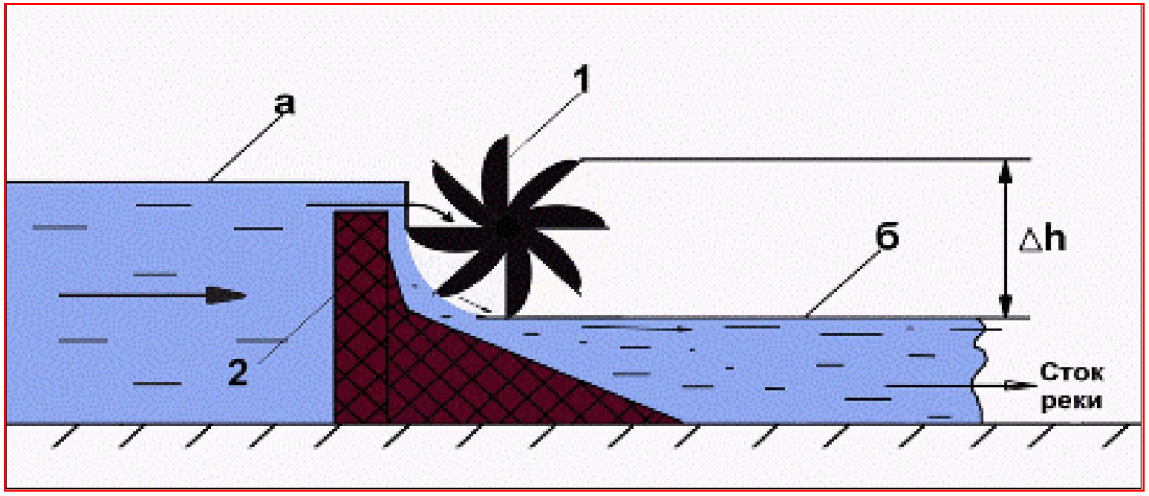
При использовании гидротехнических сооружений (плотин) производство энергии происходит вследствие перехода потенциальной энергии воды в русле в кинетическую непосредственно в гидропреобразователе.

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, $м^3$/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.

$\Delta h = 1$ м

$Q = V \cdot F = 10$ м^3/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:

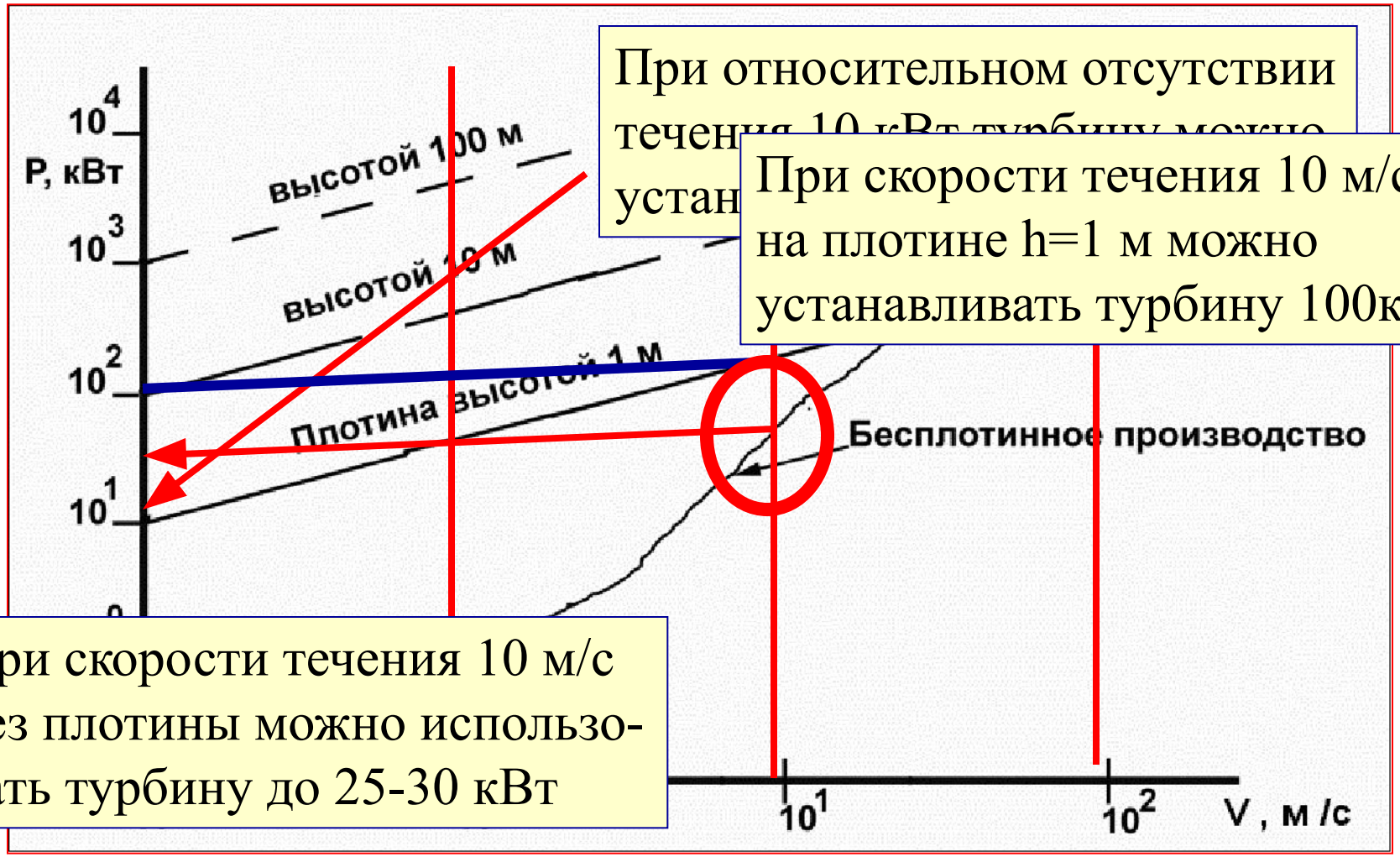
Бесплотинное производство энергии

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

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.

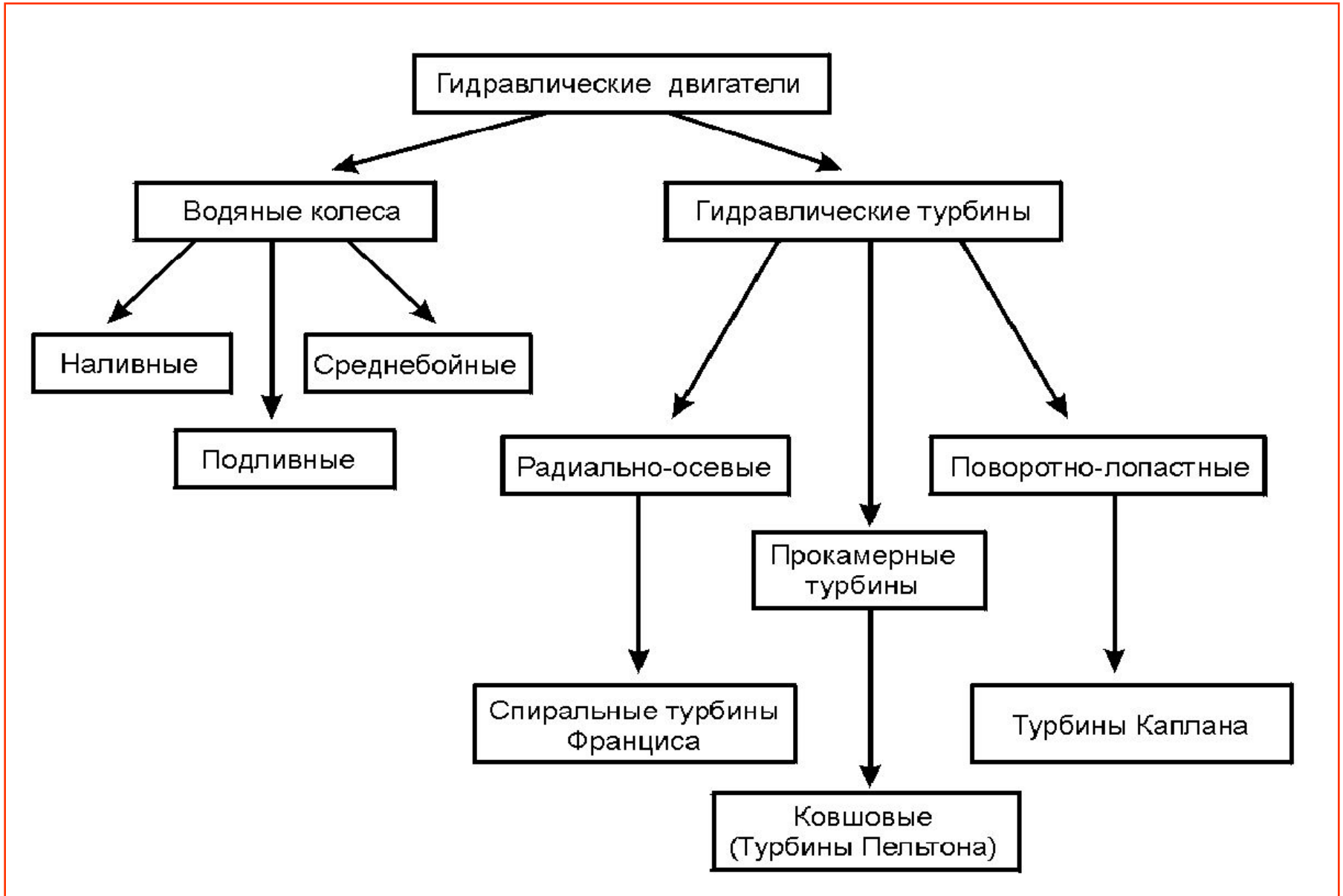


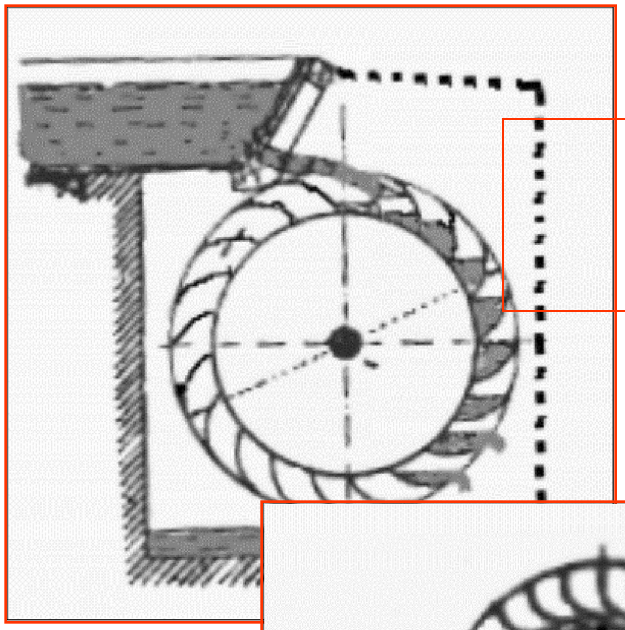
При относительном отсутствии течения 10 кВт турбину можно устан

При скорости течения 10 м/с на плотине h=1 м можно устанавливать турбину 100кВт

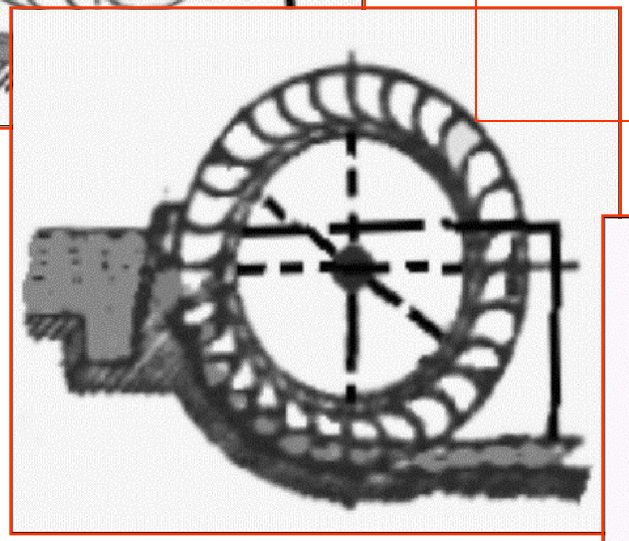
При скорости течения 10 м/с без плотины можно использовать турбину до 25-30 кВт

Классификация гидравлических двигателей

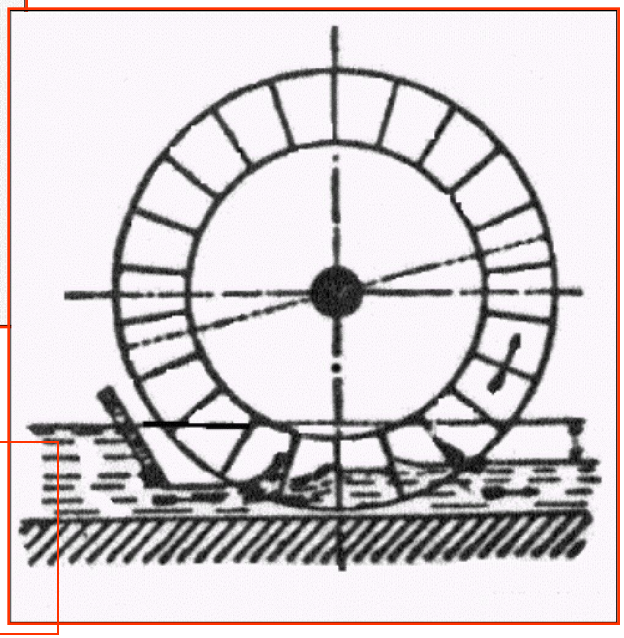




Водяное колесо наливного типа



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

Системы

Типы

Серии

Реактивные турбины

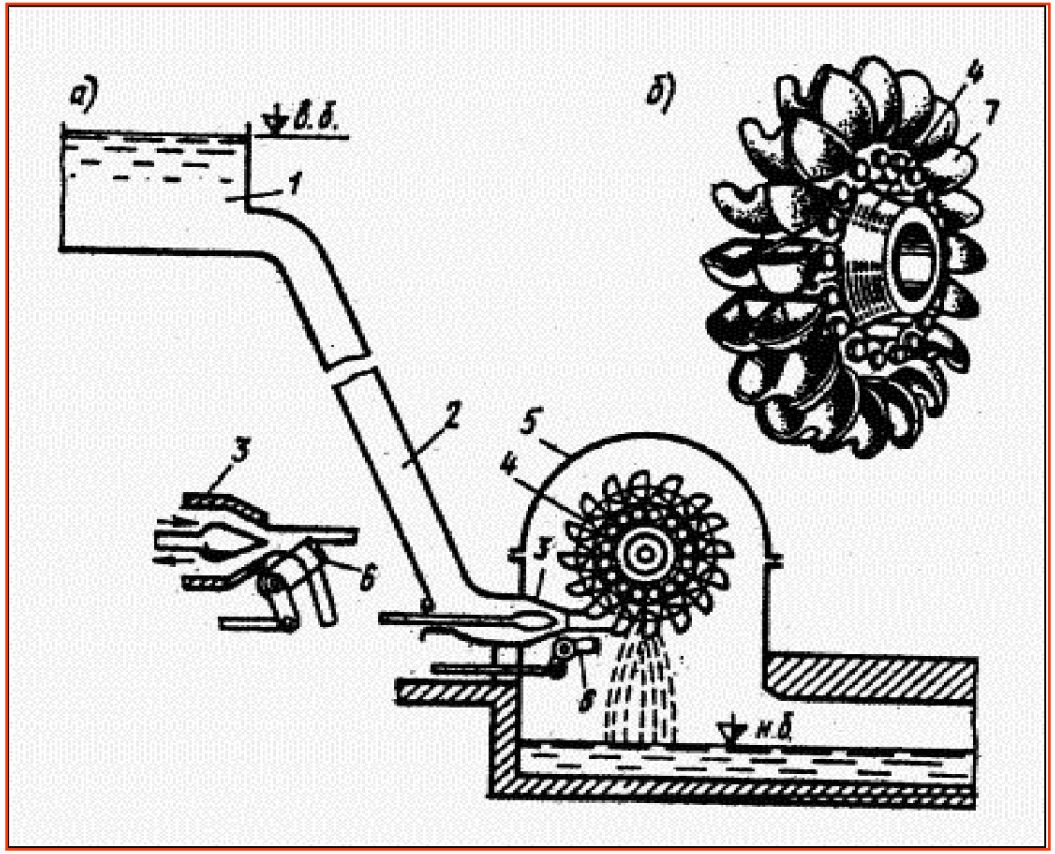
Осевые
пропеллерные
поворотно-лопастные
диагональные
радиально-осевые

Каждая система содержит несколько типов

Активные турбины

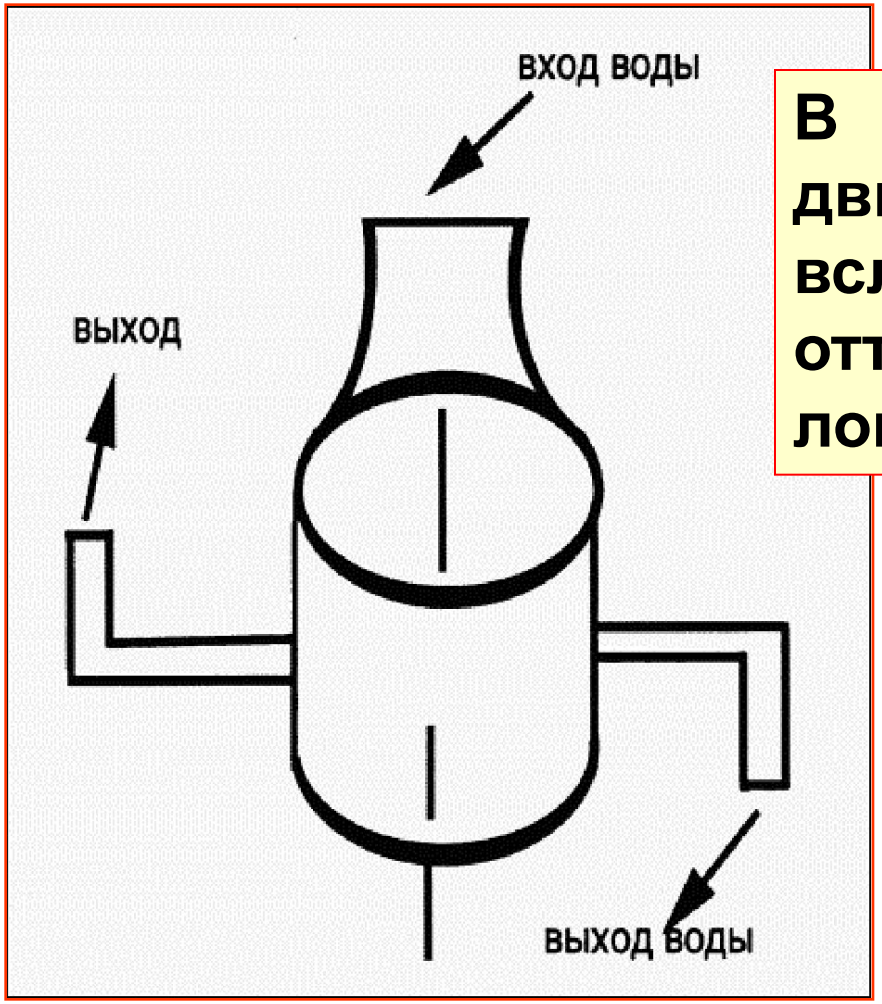
Ковшовые
наклонно-струйные
двойного действия

Схема активной турбины



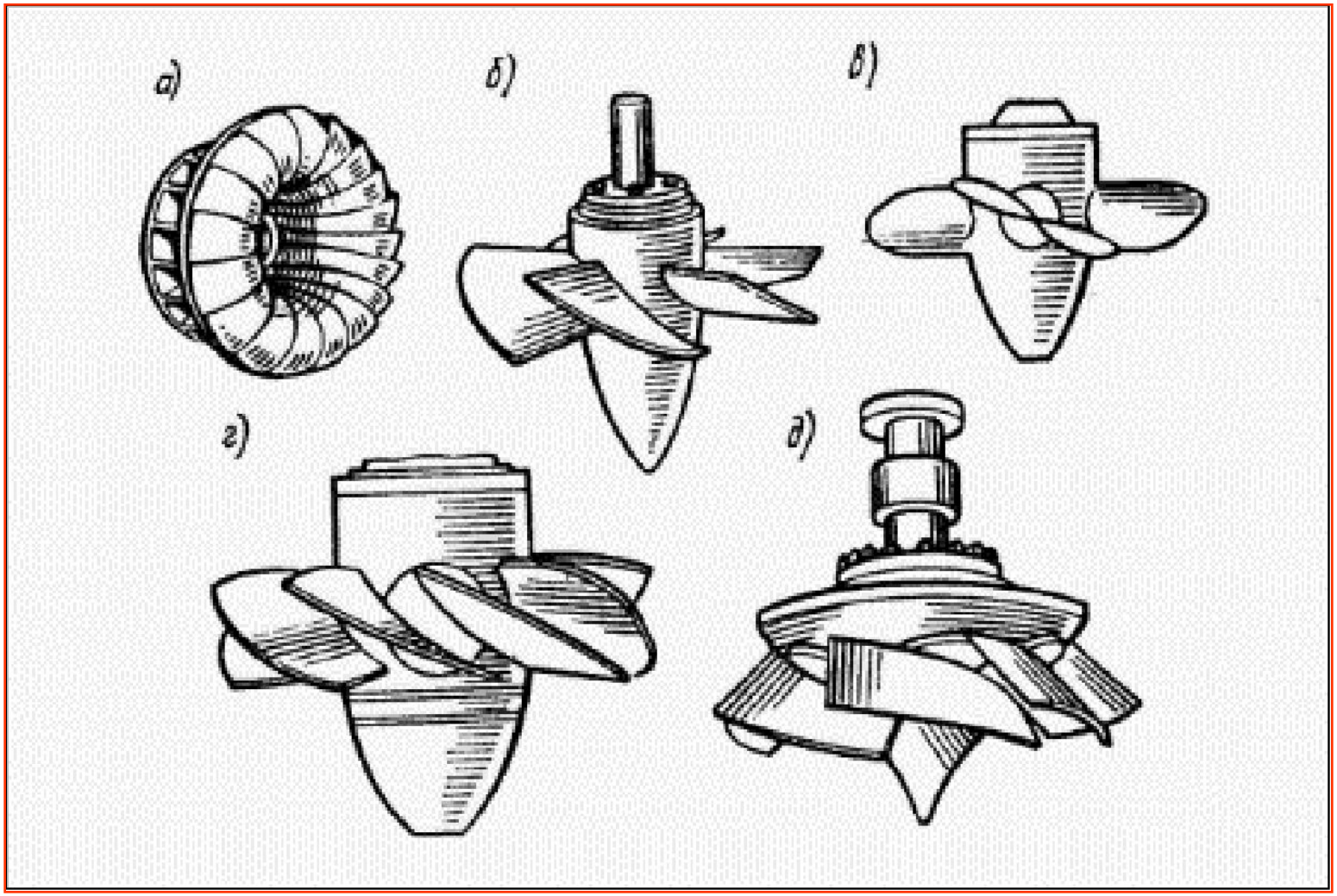
а – схема турбо установки;
б – рабочее колесо;
1 - верхний бьеф;
2 – трубопровод;
3 – сопло;
4 – рабочее колесо;
5 – кожух; 6 – отклонитель;
7 – лопатки (ковши).

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	$H_т < 25$ м
Средненапорные	$25 м < H_т < 80$ м
Высоконапорные	$H_т > 80$ 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

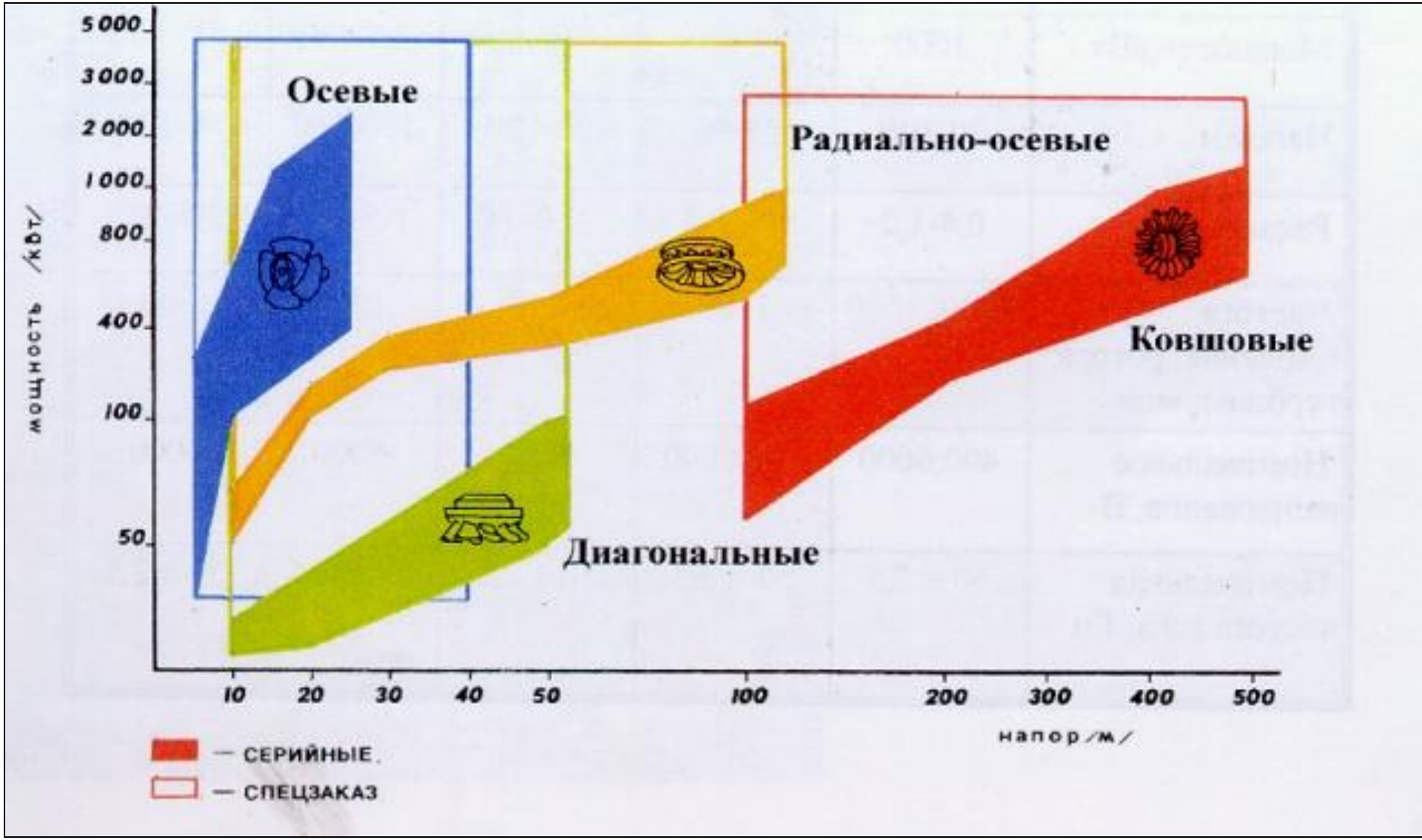
Гидротурбины с 1,2<D< 2,5 м при низк. нап.

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

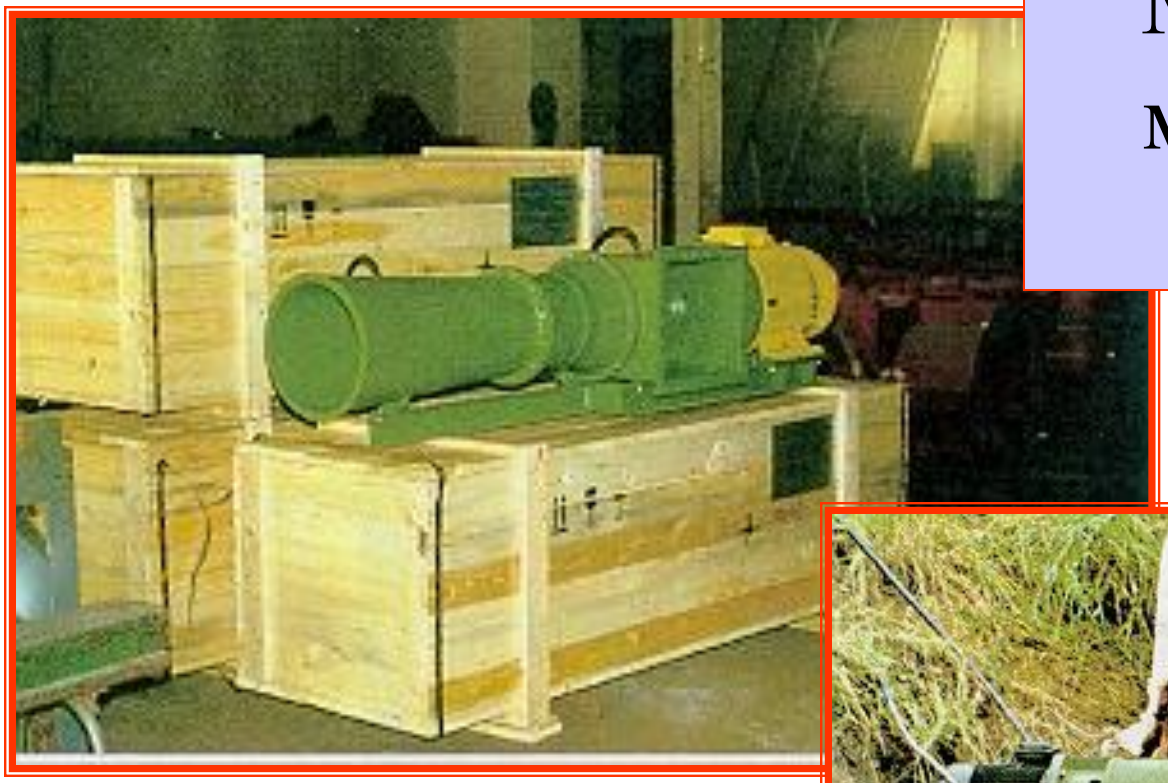
Крупные

Гидроагрегаты с мощностью и диаметром турбины больше, чем у средних

Области применения турбин



Микро ГЭС мощностью 10 кВт



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

Вилейская МГЭС

Мощность 1200 кВт

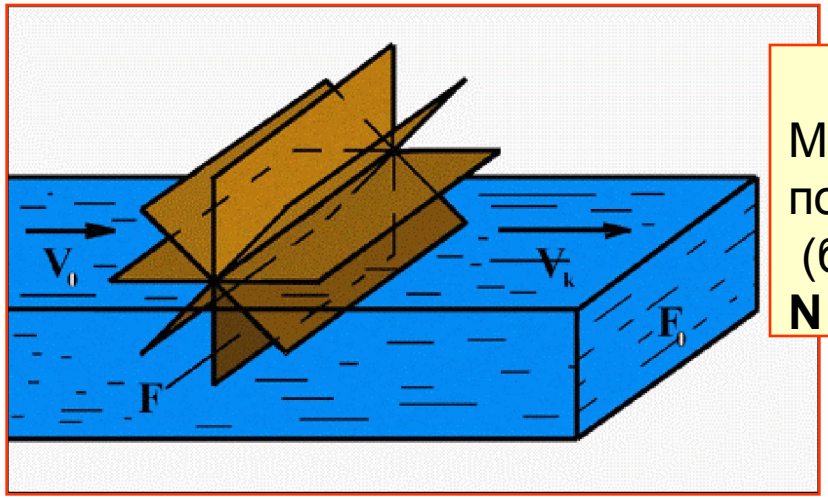
2 гидротурбины пропеллерного типа

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.

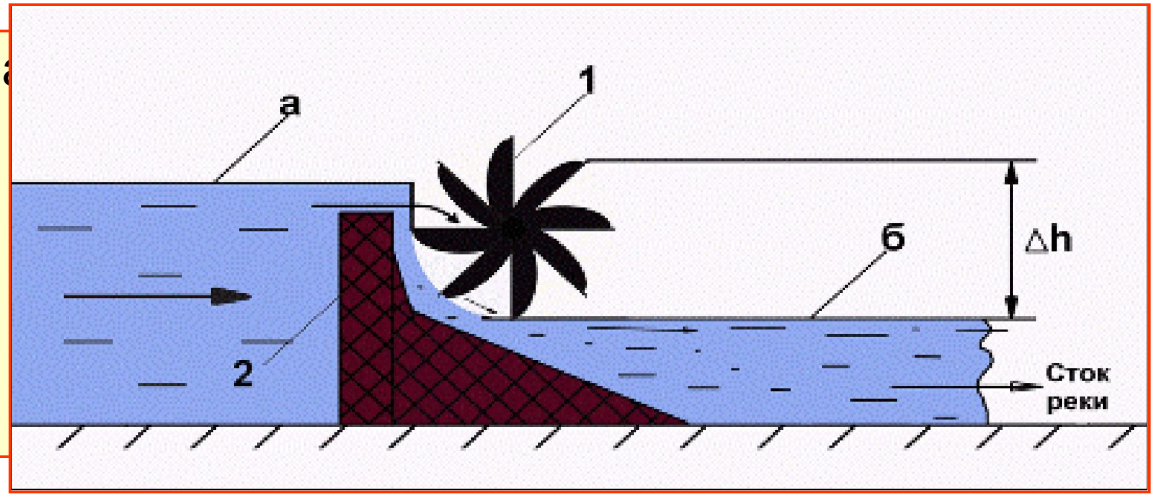


Мощность, создаваемая водным потоком равнинного типа (без плотины):

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

Схема плотинного преобразования энергии реки.

мощность, создаваема
падающей водой
будет равна:

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

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