

1.4.4 Гидротурбины

Гидротурбины широко применяются для преобразования в механическую, а затем электрическую энергии текущей или падающей с высоты воды (рисунки 1.4.17).

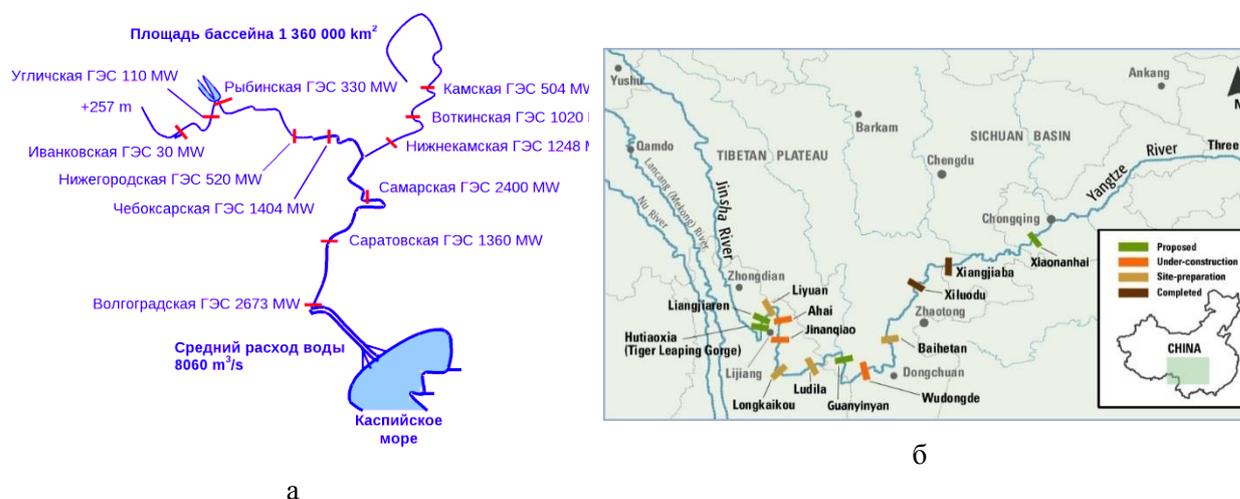


Рисунок 1.4.17 – Гидроэлектростанции на Волге (а) и Янцзы (б)

Наибольшее распространение получили гидротурбины Пельтона, Френсиса и Каплана [28].

Активная турбина Пельтона (рисунки 1.4.18...1.4.20) была изобретена Лестером Пельтоном в 1889 году. Ее также называют ковшовой (струйно - ковшовой) турбиной. Ее устройство сильно отличается от устройства других гидротурбин, у которых рабочее колесо находится в потоке воды. В турбинах Пельтона вода подается через сопла по касательной к окружности, проходящей через середину ковша. При этом вода, проходя через сопло, формирует струю, летящую с большой скоростью и ударяющую о лопатку турбины, после чего колесо проворачивается, совершая работу. Скорость потока воды на выходе из форсунок зависит от напора и может достигать значительных величин, порядка 500...600 км/ч. Скорость вращения турбины также весьма велика, до 3000 об/мин [28].

После отклонения одной лопатки, под струю попадает другая и процесс повторяется. Преобразование энергии струи происходит при атмосферном давлении, а производство энергии осуществляется только за счёт кинетической энергии воды. Лопатки турбины имеют двояковогнутую форму с острым лезвием посередине. Задача лезвия — разделить струю воды с целью лучшего использования энергии и предотвращения быстрого разрушения лопаток. На рабочем колесе может быть установлено до 40 лопаток. Рабочее колесо турбины Пельтона может быть расположено как вертикально, так и горизонтально.

Ковшовые гидротурбины применяются при напорах более 200 метров (чаще всего

300...500 метров и более), при расходах до $100 \text{ м}^3/\text{с}$. Мощность наиболее крупных ковшовых турбин может достигать 200...250 МВт и более. Ковшовые турбины часто применяются на малых ГЭС, сооружаемых на небольших реках с большими перепадами высот в горных районах [28].

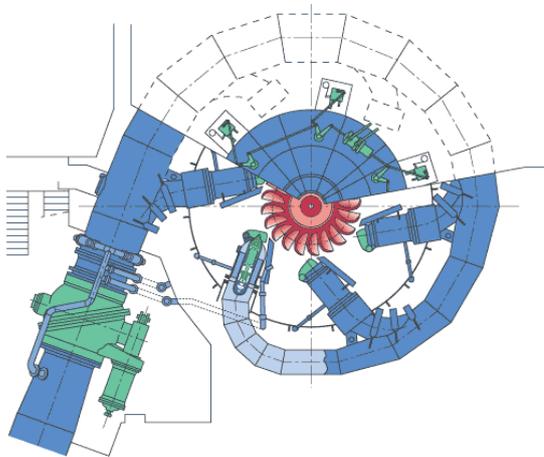


Рисунок 1.4.18 – Схема турбины Пельтона с пятью соплами и вертикальным расположением оси вращения



Рисунок 1.4.19 – Рабочие колеса турбины Пельтона



Рисунок 1.4.20 – Турбина Пельтона с горизонтальным расположением оси вращения [8]

Преимуществами ковшовых турбин является возможность использования очень больших напоров, а также небольших расходов воды. Недостатки— неэффективность при небольших напорах, высокие требования к качеству подаваемой воды, поскольку различные включения (например, песок), вызывают быстрый износ турбины.

Реактивная турбина Френсиса (рисунок 1.4.21) была изобретена американцем Джеймсом Френсисом в 1848 году. В турбине этого типа поток сначала движется радиально (от периферии к центру), а затем в осевом направлении (на выход). Такие турбины применяются при напорах свыше 600 м и способны давать мощность до 640 МВт [28].

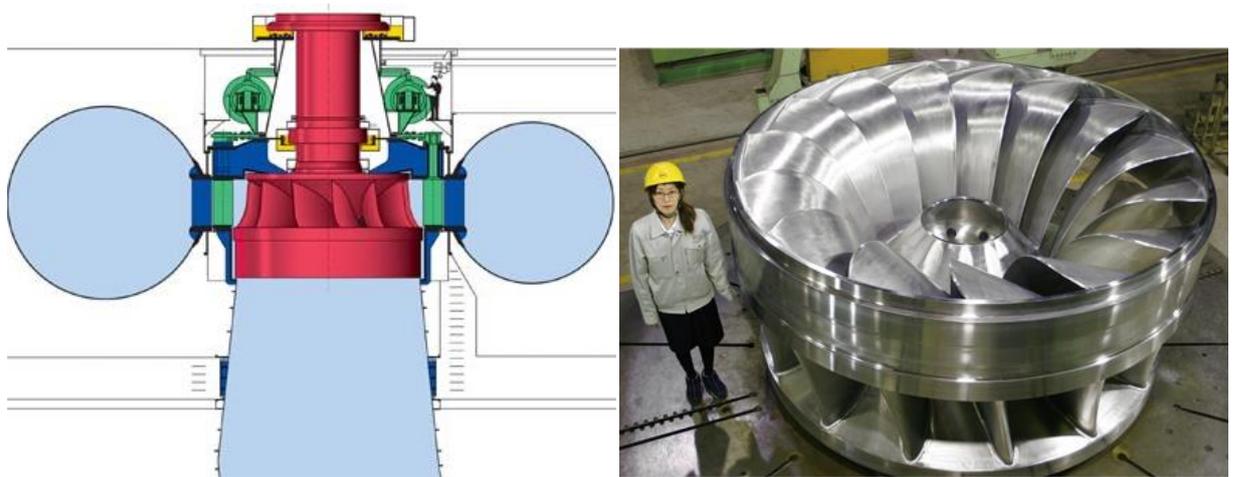


Рисунок 1.4.21 - Турбина Френсиса [8]

Основным преимуществом турбины Френсиса является высокий КПД, наибольший из всех гидротурбин. К недостаткам турбины относится менее пологая рабочая характеристика, чем у турбины Каплана [28].

Поворотно - лопастная турбина Каплана (рисунок 1.4.22) запатентована в 1920 году австрийским инженером Виктором Капланом. В ней поток движется вдоль оси вращения. Ось турбины может располагаться как горизонтально, так и вертикально. Часто у турбины Каплана может изменяться угол установки лопастей, что позволяет регулировать мощность [28].

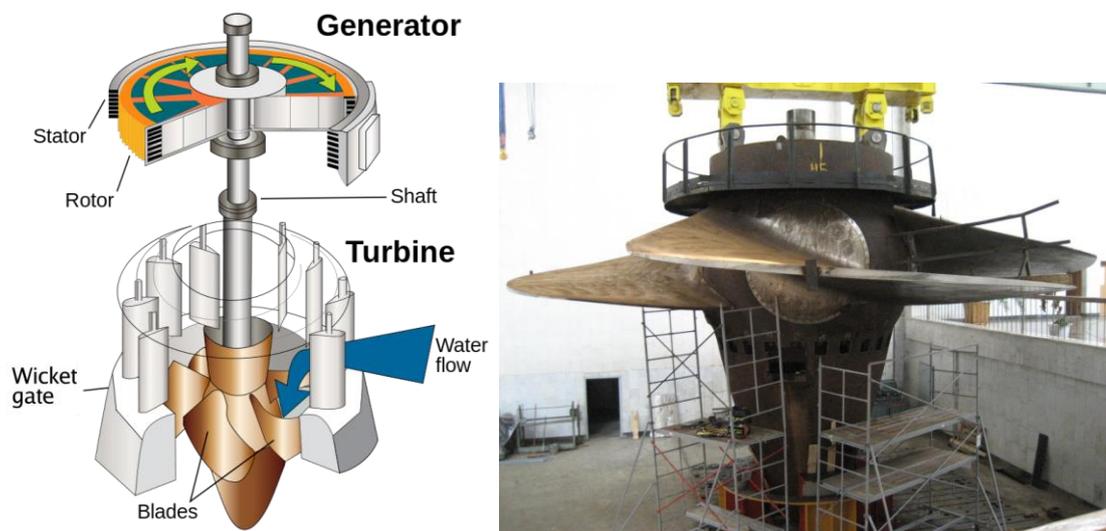


Рисунок 1.4.22 - Турбина Каплана [8]