

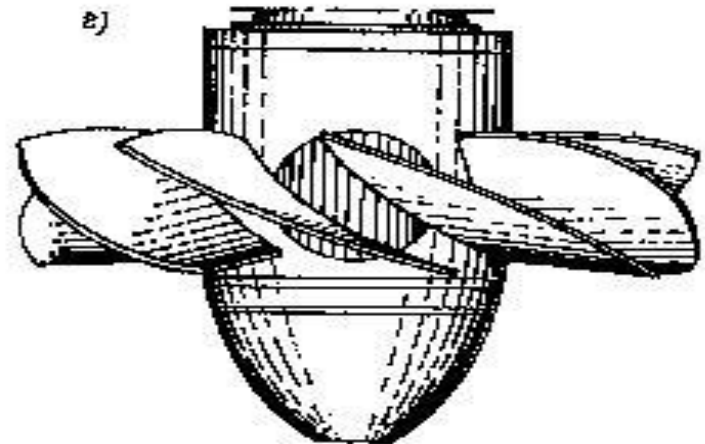
Классификация гидротурбин

Классификация гидротурбин

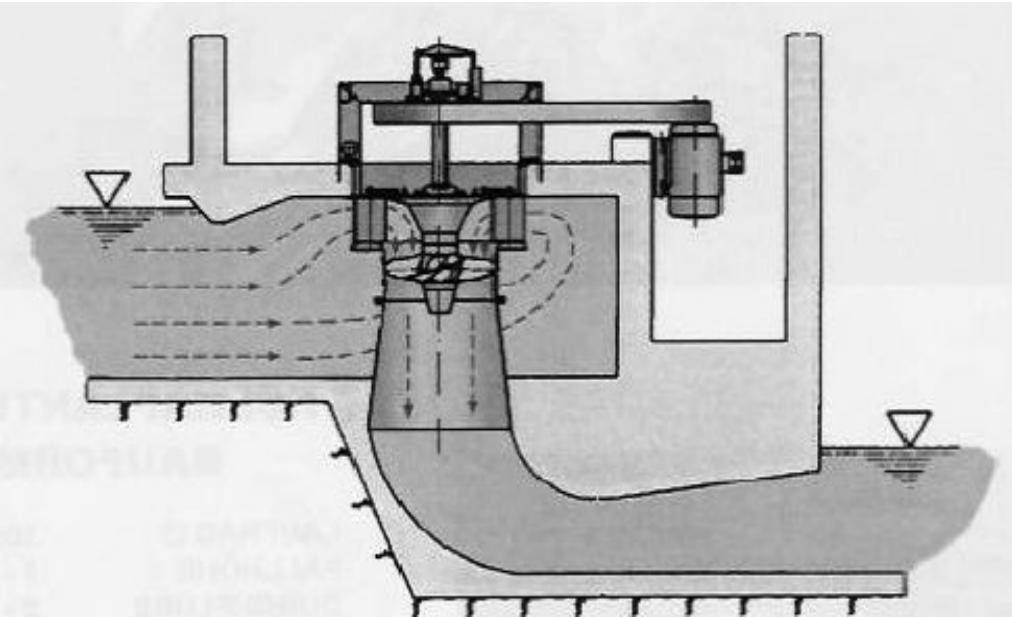
Второй классифицирующий признак гидротурбин – **ориентация их вала**. Используются турбины как с **вертикальным**, так и с **горизонтальным** положением вала. По ряду причин технического и экономического характера, горизонтальное расположение вала применяется в первую очередь на малых ГЭС (исключение – горизонтальные капсульные гидроагрегаты, устанавливающиеся и на крупных ГЭС).



Пропеллерные турбины

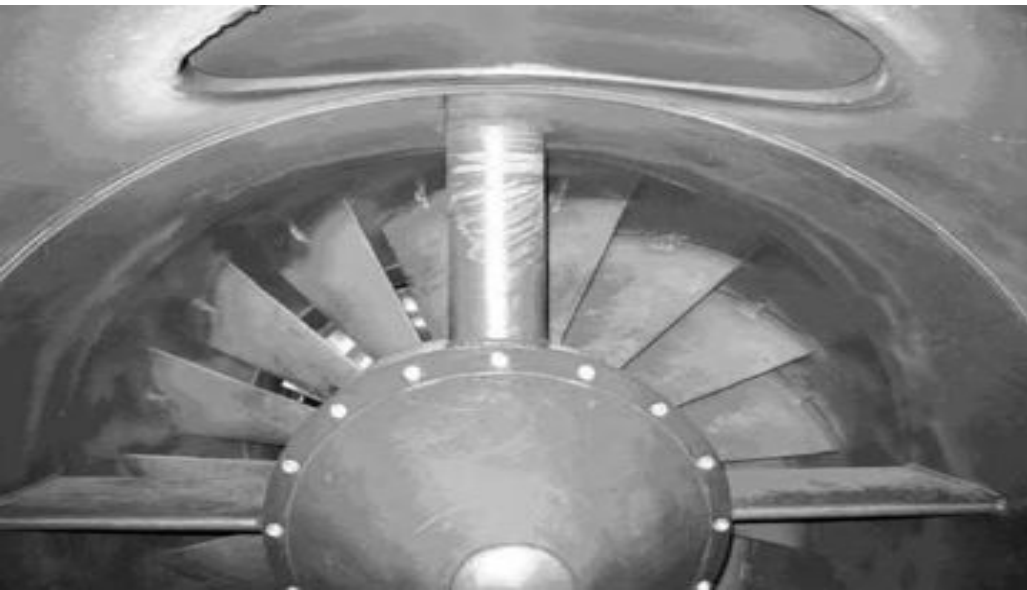


Принцип работы пропеллерной турбины



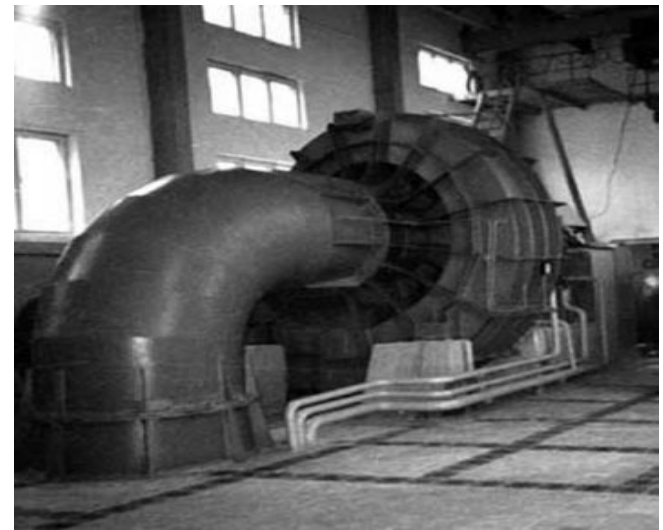
- В пропеллерной турбине имеется направляющий аппарат, который служит для подачи потока воды под нужным углом на лопасти турбины для достижения максимального коэффициента полезного действия.

Направляющий аппарат позволяет регулировать мощность турбины, а также, в некоторых случаях, полностью прекращать доступ воды к рабочему колесу турбины.

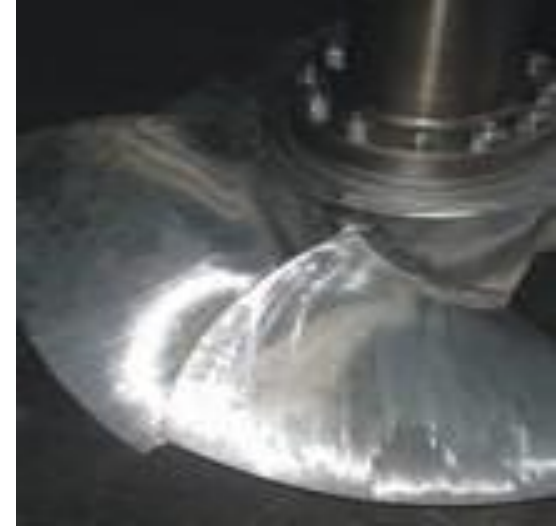


Гидроагрегаты с прямой и изогнутой отсасывающей трубой

- Пропеллерные турбины снабжаются отсасывающими трубами, представляющими собой расширяющийся по сечению канал для отвода воды из турбины. При увеличении сечения трубопровода скорость воды и ее кинетическая энергия уменьшаются, что позволяет уменьшить потери энергии в отходящем потоке. Кроме того, отсасывающая труба позволяет расположить турбину выше уровня воды в нижнем бьефе.

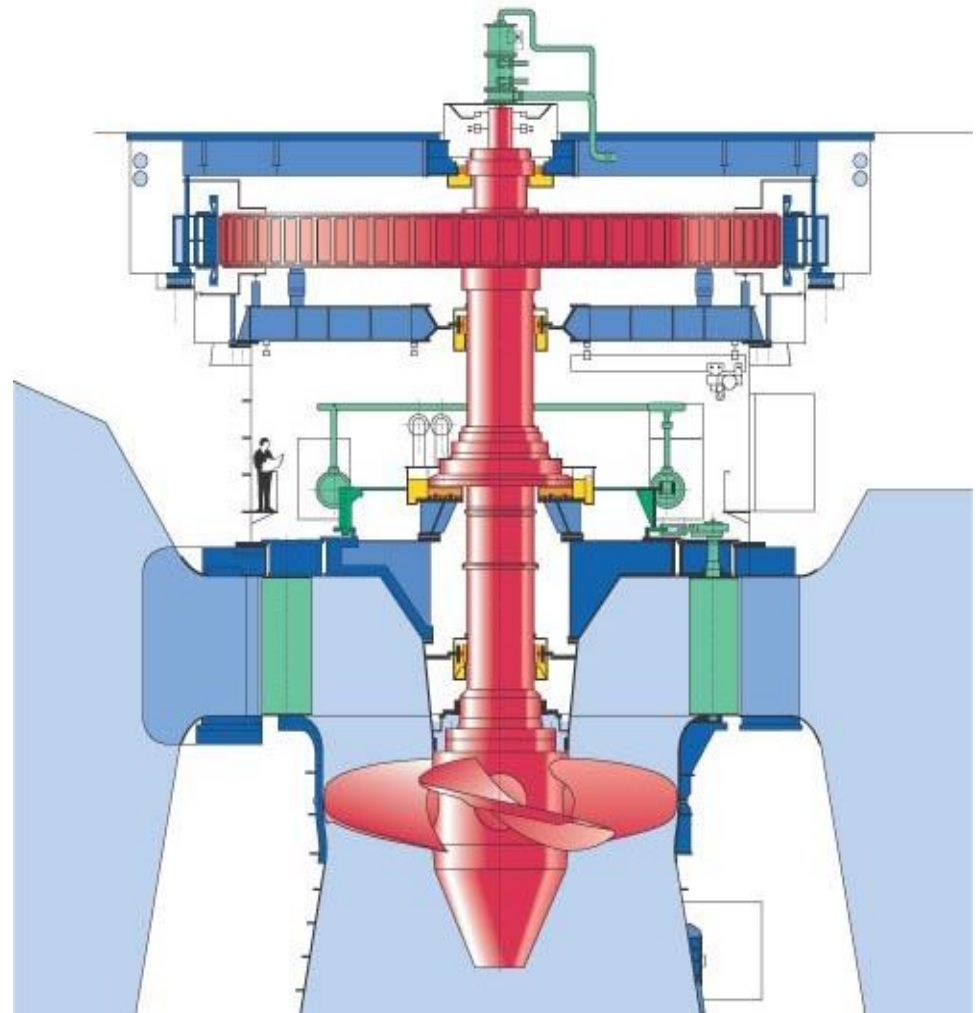
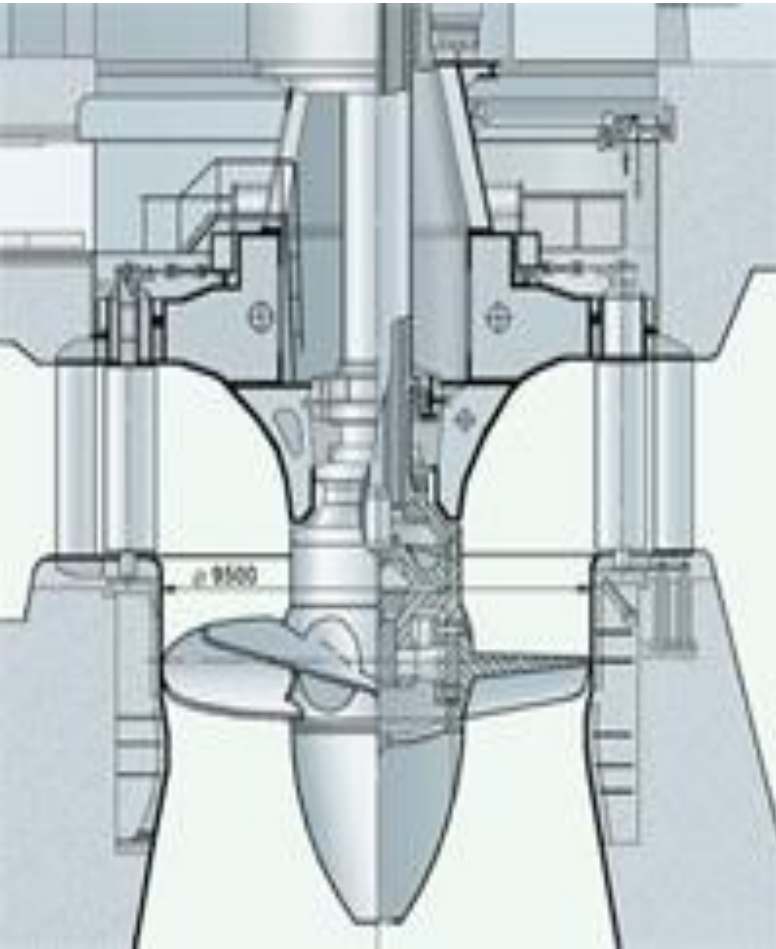


Поворотно-лопастная турбина



Поворотно-лопастная турбина

турбины поворотно-лопастные (турбины Каплана) до 300 МВт на напоры до 70 м, с диаметром рабочего колеса от 1,0 до 10,3 м



Принцип работы поворотной-лопастной турбины

Особенностью турбины, обусловившей ее название, является возможность разворота лопастей (которых, к слову, может быть от 3 до 8 штук). Механизм разворота размещается во втулке рабочего колеса и приводится в действие давлением масла:

Поворот лопастей на оптимальный угол позволяет турбине сохранять высокий КПД при изменении напора. В то же время, возможности поворотной-лопастной турбины ограничены – при высоких напорах они теряют свою эффективность вследствие развития кавитации. Максимальные реализованные напоры составляют порядка 80 м.

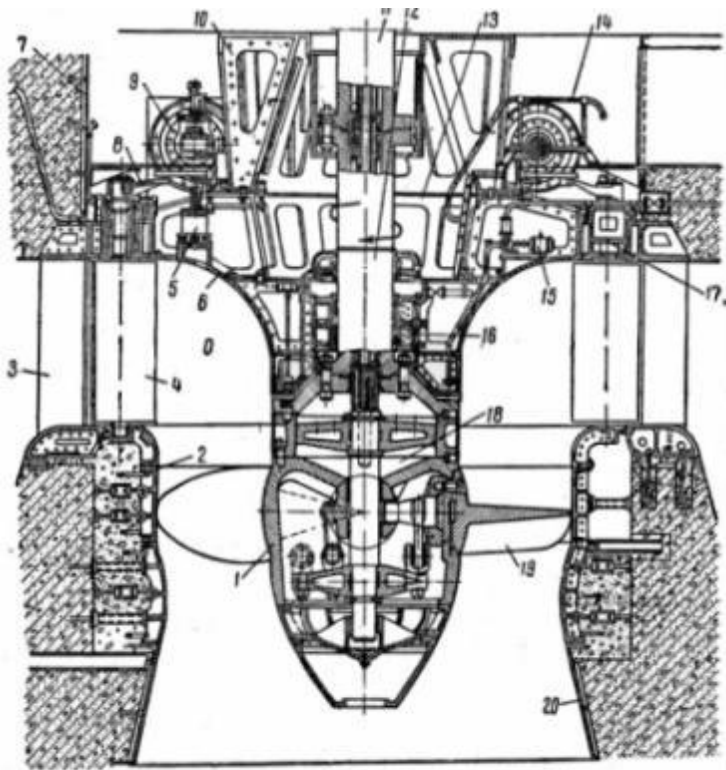


Рис. 16. Разрез поворотной-лопастной турбины:

1—корпус рабочего колеса; 2—камера рабочего колеса; 3—статор; 4—лопатка направляющего аппарата; 5—клапан сброса вакуума; 6—крышка турбины; 7—облицовка направляющего аппарата; 8—рычаг; 9—сервомотор; 10—опора подпятника; 11—вал генератора; 12—вал турбины; 13—крышка турбины; 14—перила лестницы; 15—дренажный насос; 16—подшипник турбины с резиновым вкладышем; 17—верхнее кольцо направляющего аппарата; 18—сервомотор рабочего колеса; 19—лопатки рабочего колеса; 20—облицовка конуса отсасывающей трубы



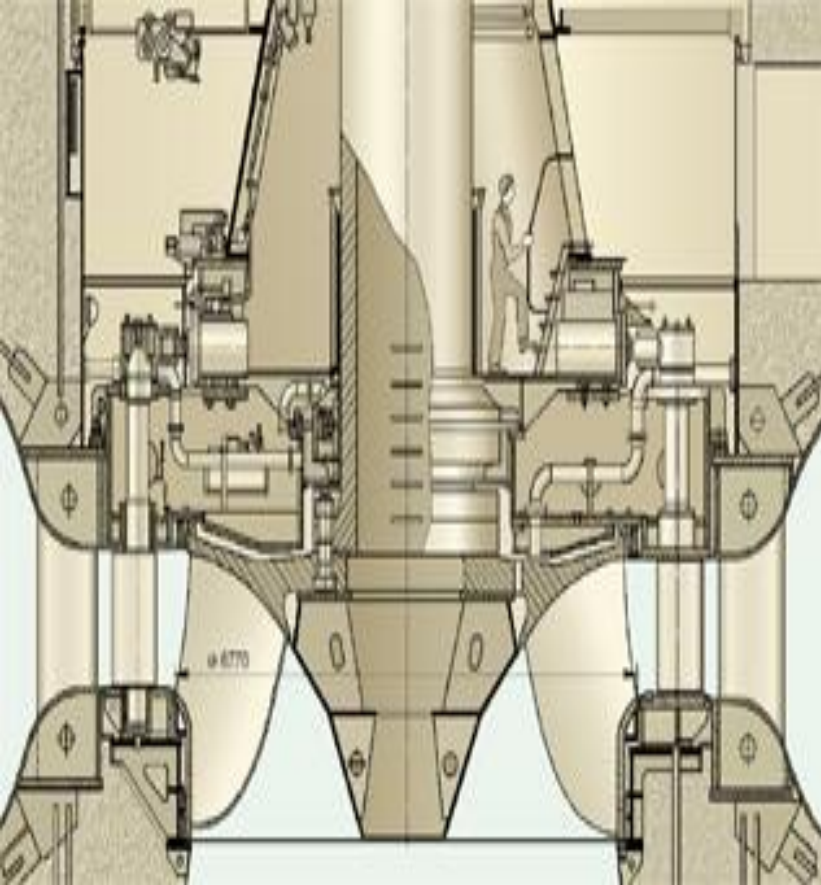
Стационарно-лопастная турбина



Осевая турбина



Радиально-осевая турбина



или турбина Френсиса мощностью до 1000 МВт на напоры до 600 м, с диаметром рабочего колеса от 1,0 до 8,3 м. Рабочее колесо турбины состоит из ряда лопастей сложной пространственной формы, равномерно распределенных по окружностям ступицы (верхний обод) и нижнего обода. Число лопастей может колебаться от 9 для низконапорных до 21 для высоконапорных турбин.



Радиально-осевая турбина

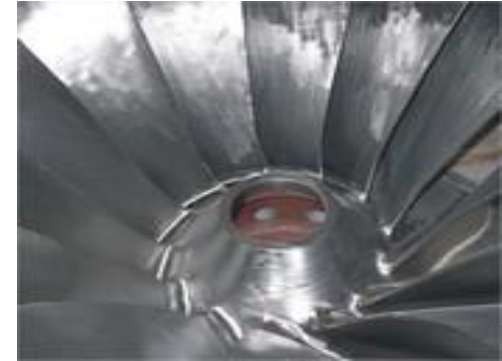
Радиально-осевая турбина подходит для высокого, среднего, низкого напора до выше 25 м. Особенность: При лопасти введения воды сначала вводит радиально, затем постепенно становится осевой. Радиально-осевая турбина имеет компактную конструкцию, надежность в эксплуатации, высокую эффективность. Подходит для электростанции большой мощности.

В радиально-осевых турбинах существует опасность гидравлического удара в напорном трубопроводе. При аварии генератора или резком падении нагрузки направляющие лопатки уменьшают расход воды, и в напорном трубопроводе возникает гидравлический удар, который может привести к разрыву трубопровода. Для предотвращения аварий радиально-осевые турбины снабжают предохранительным холостым выпуском, сбрасывающим воду из спиральной камеры в нижний бьеф при скачках давления.

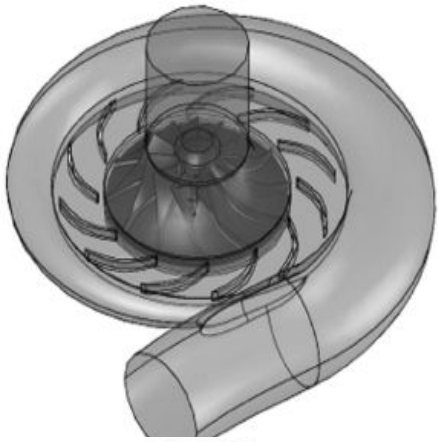
После прохождения рабочего колеса вода поступает в отсасывающую трубу, имеющую конусную форму. Проходя по отсасывающей трубе, вода увеличивает свое сечение и замедляется, что приводит к уменьшению кинетической энергии бесполезно уходящей с отработанной водой.

Для производства турбин применяются специальные высокоизносостойкие сорта сталей, обеспечивающих долговременную и надежную работу турбин.

Радиально-осевой гидроагрегат



Принцип работы радиально-осевых турбин

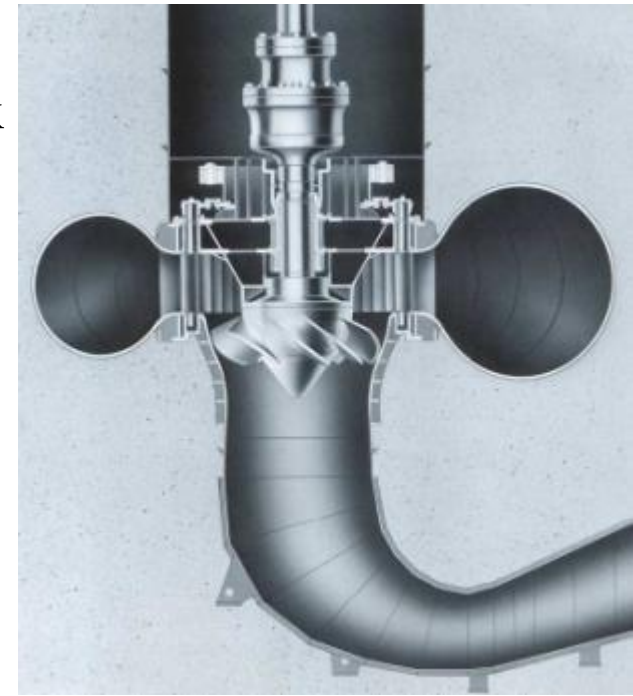


Вода на рабочее колесо радиально-осевой турбины поступает с наружной стороны колеса и движется по радиусу к центру турбины. Пройдя между лопастями сложной пространственной изогнутой формы, вода отдает энергию ротору, заставляя его вращаться. Для правильной и равномерной подачи воды по всей окружности рабочего колеса, оно окружено спиральной камерой. Между спиральной камерой и колесом помещается направляющий аппарат, состоящий из лопастей, направляющих воду на рабочее колесо турбины под нужным углом. Лопасти направляющего аппарата могут быть выполнены поворотными для изменения расхода воды и наилучшего направления потока на лопасти рабочего колеса. Это повышает КПД турбины на нерасчетных режимах. Направляющий аппарат может быть оснащен системой ручной регулировки, так и автоматической.

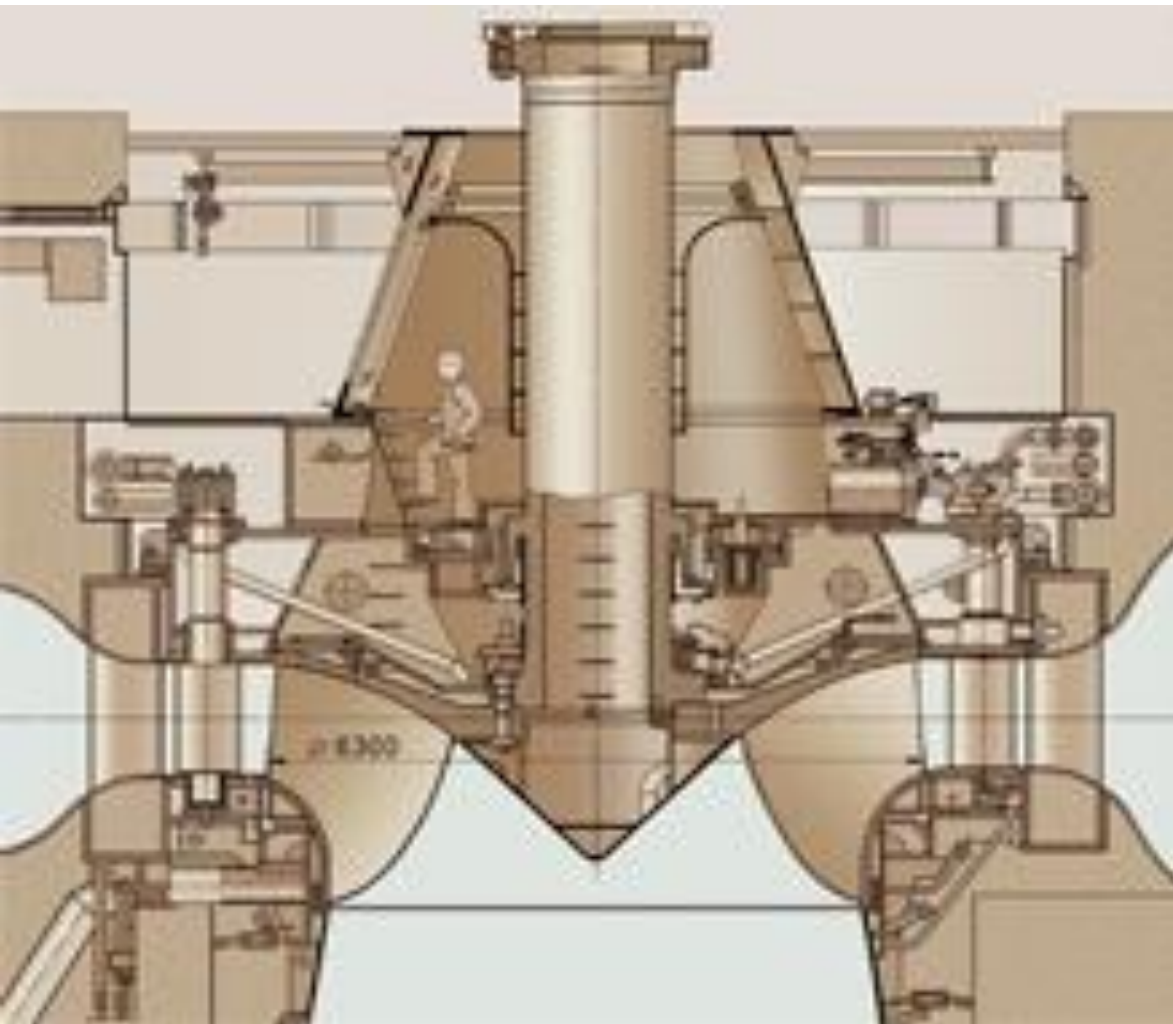
Диагональная турбина



Принципиальной особенностью диагональных турбин является значительный наклон их лопастей, на угол $30-60^\circ$. При этом лопасти имеют возможность поворота, как и у обычной поворотной лопастной турбины. В результате, диагональные турбины могут использоваться на довольно высоких напорах – от 30 до 150 м, и при этом сохранять высокую эффективность при значительном изменении напоров и расходов.



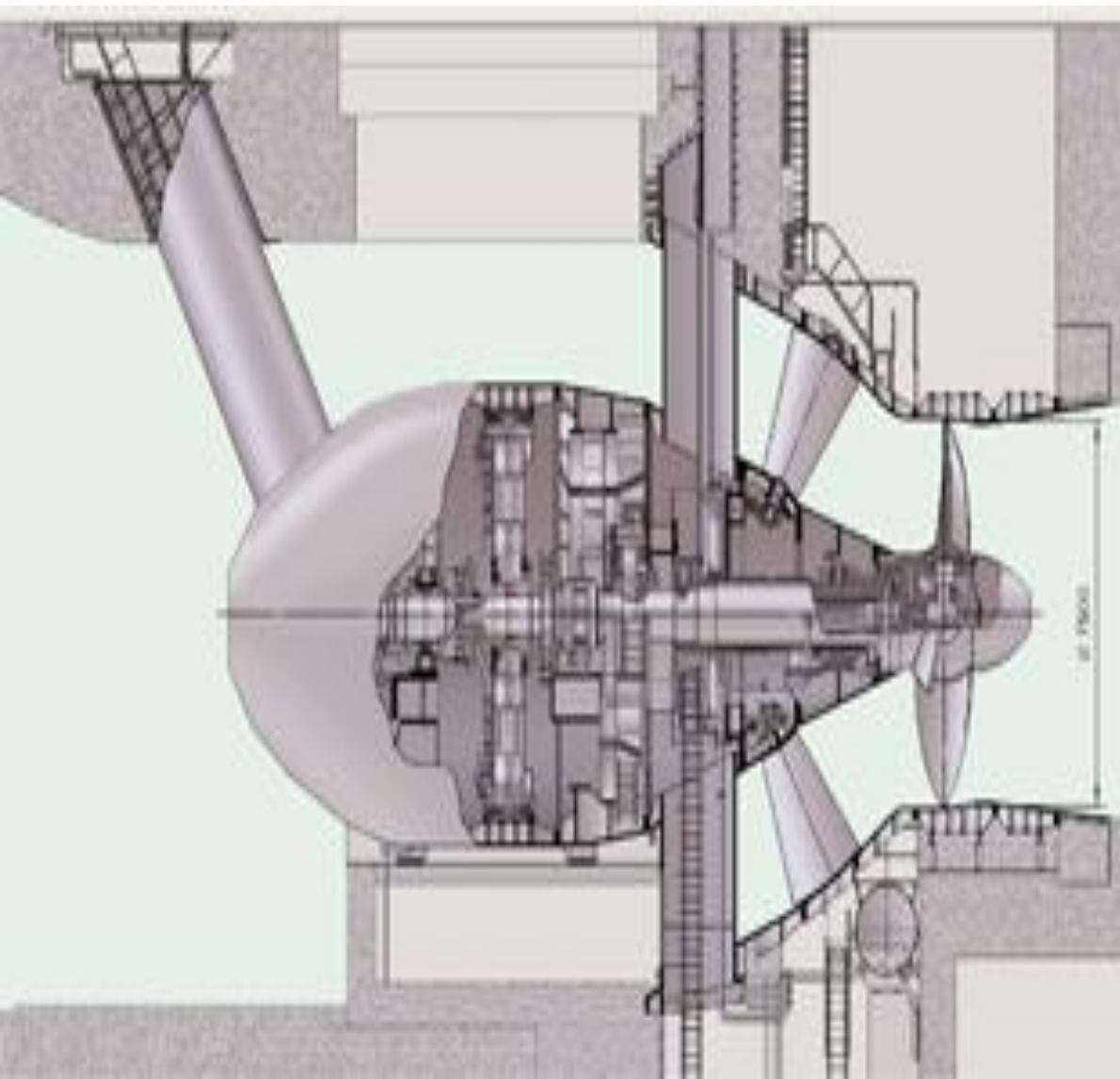
Диагональная насос-турбина



насос-турбины мощностью до 300 МВт на напоры до 400 м, с диаметром рабочего колеса от 3,0 до 8,0 м

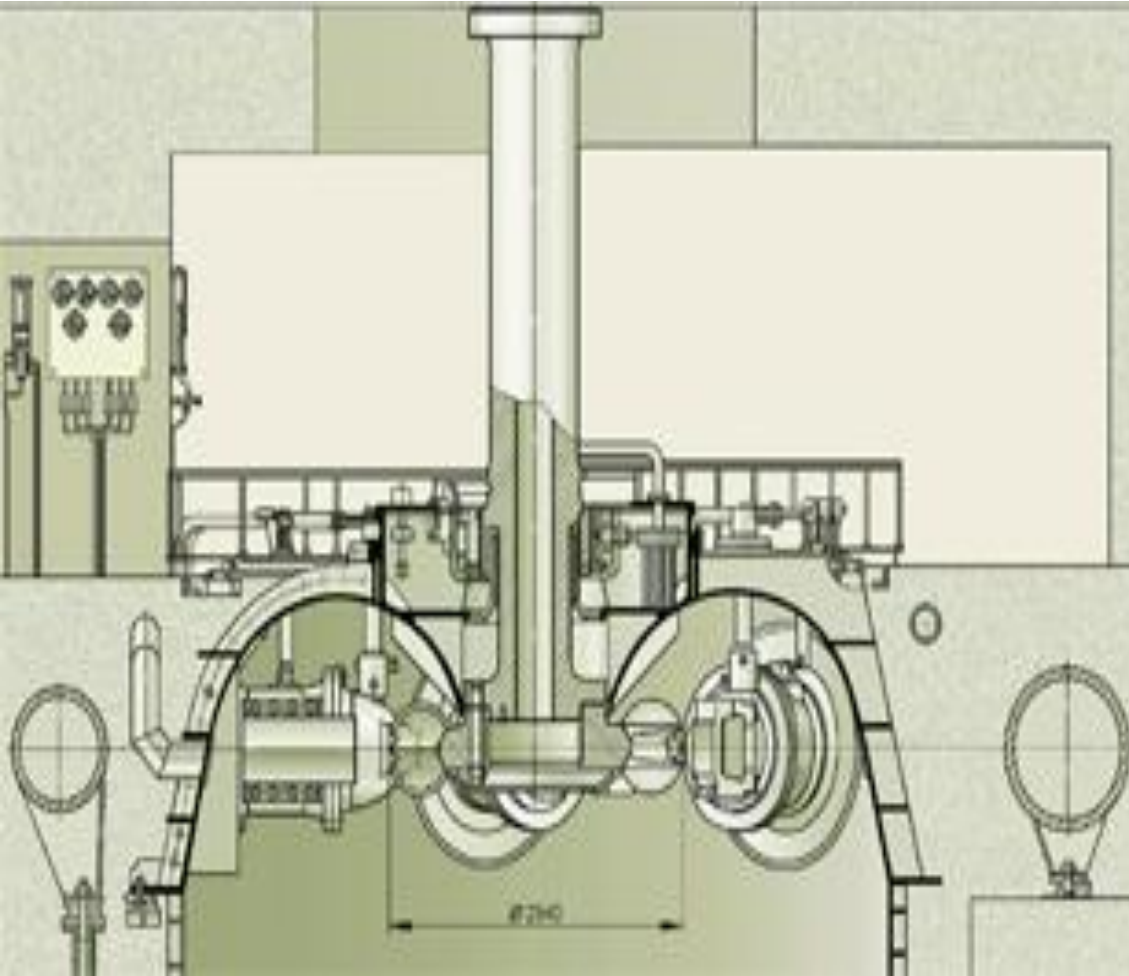


Горизонтально-капсульная турбина



горизонтально-капсульные гидротурбины мощностью до 70 МВт на напоры до 25 м, с диаметром рабочего колеса от 2,5 до 7,5 м

Ковшовая турбина

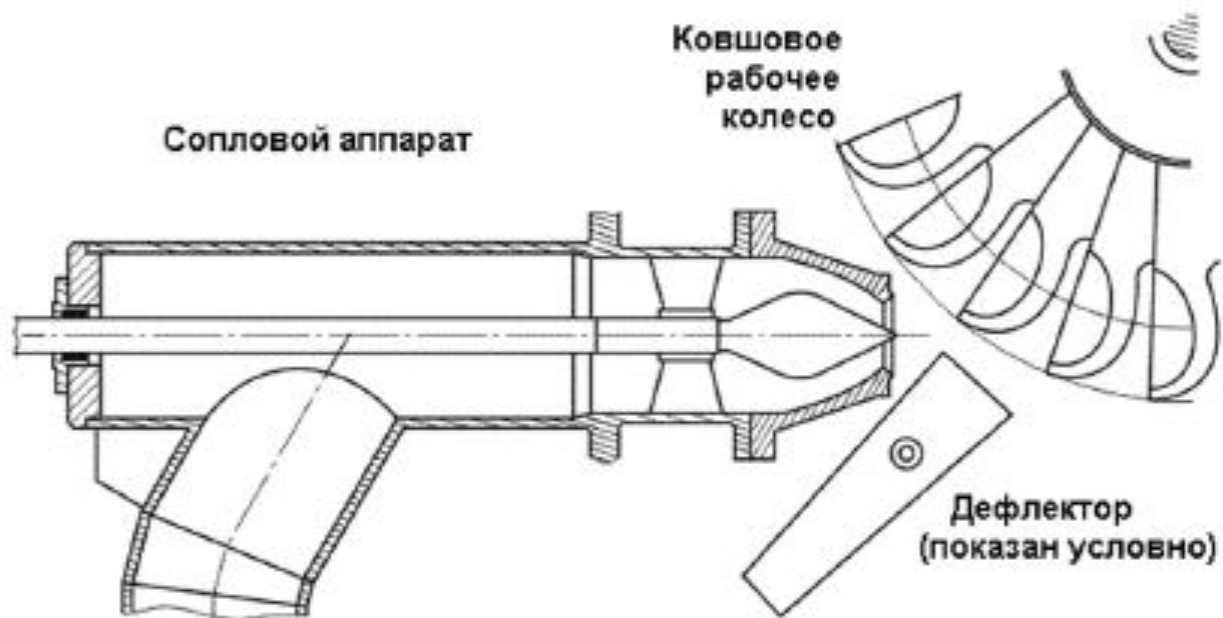


ковшовые турбины (турбины Пелтона) мощностью до 180 МВт на напоры до 700 м, с диаметром рабочего колеса от 0,7 до 3,5 м .

Этот тип турбин применяют при больших напорах.

Напорный трубопровод заходит в здание гидроэлектростанции и заканчивается соплом, направляющим струю на рабочее колесо турбины. Струя воды, вылетающая из сопла, прокатывается по вогнутой поверхности ковша и изменяет направление своего движения на противоположное.

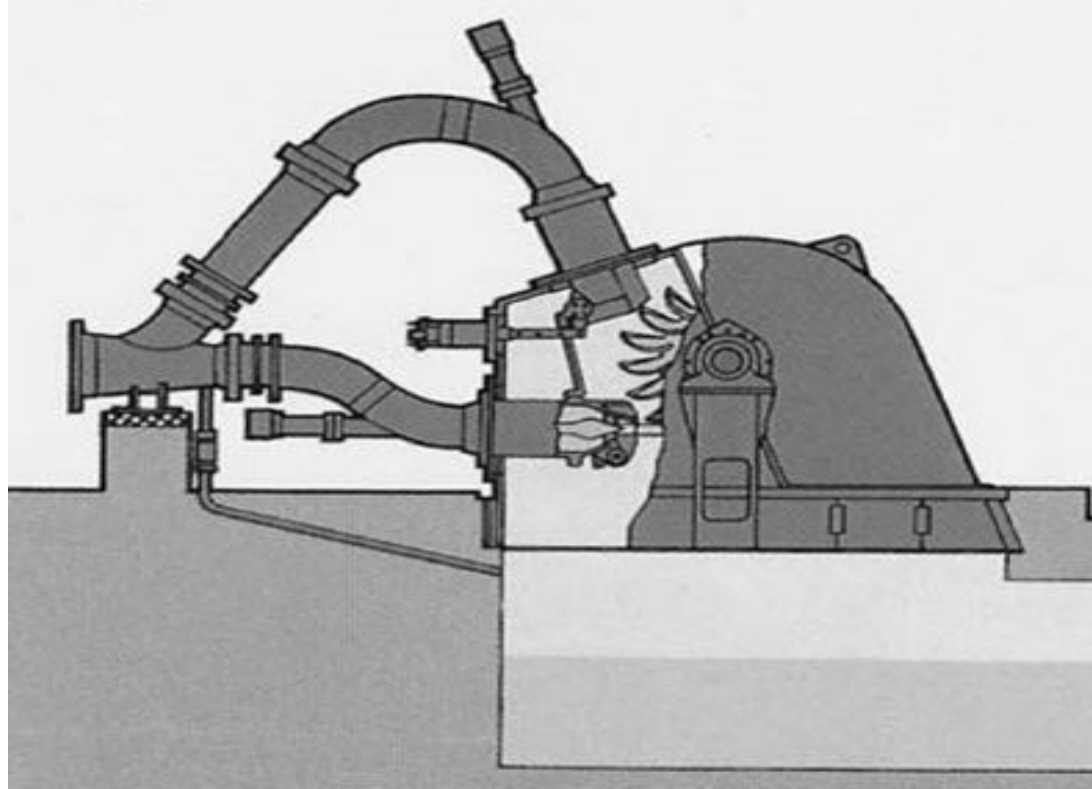
Ковшовая турбина



Сопло турбины служит для регулировки количества поступающей воды. Игла, перемещаемая внутри сопла, меняет сечение канала и расход воды, поступающий на колесо турбины.

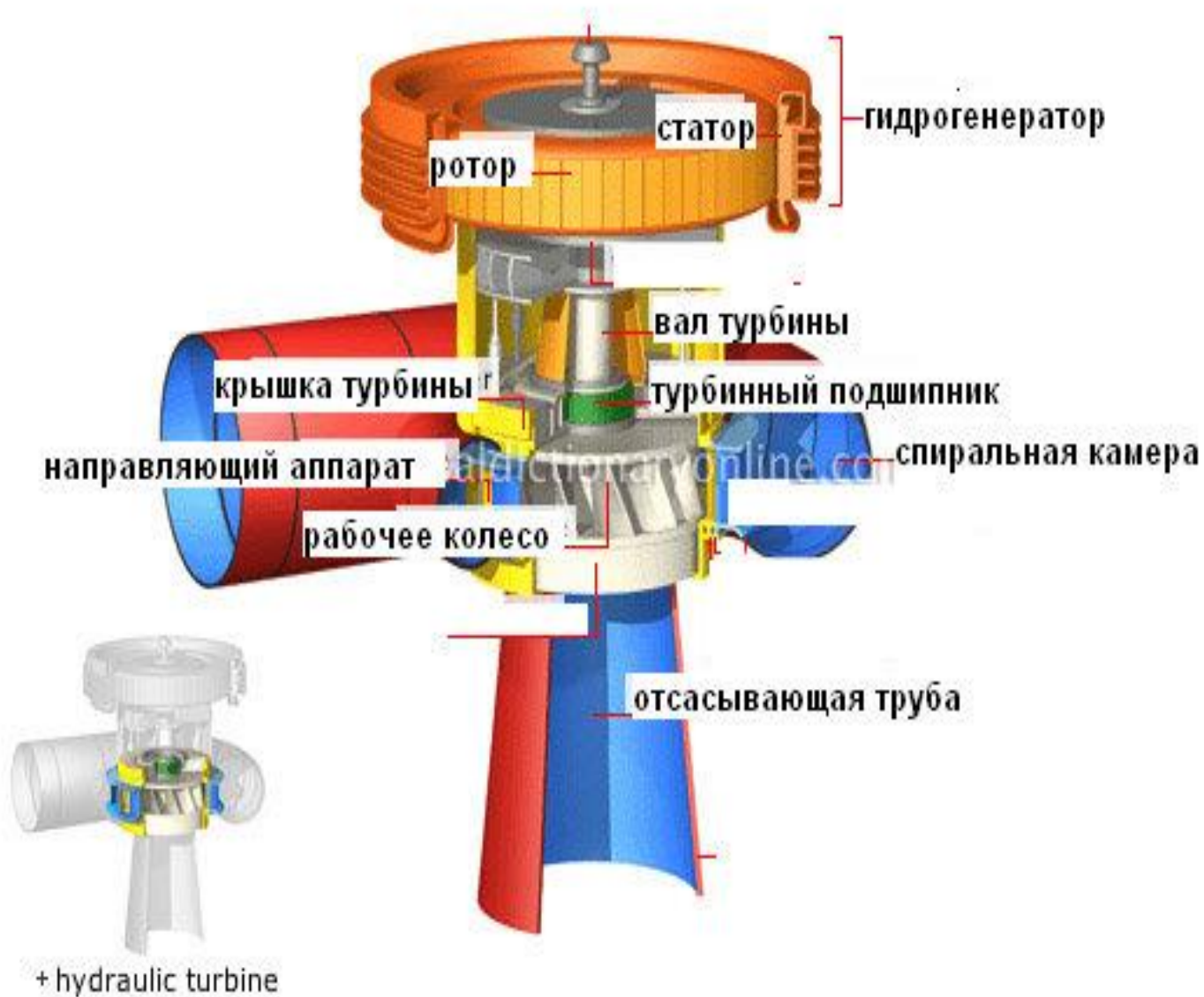
Кроме сопла для регулировки параметров турбины применяют дефлектор, представляющий собой препятствие, находящееся между соплом и ковшом, которое отклоняет струю и уменьшает силу воздействия струи на ротор гидроагрегата. Дефлектор позволяет избежать гидравлических ударов при регулировании турбины

Турбина Пелтона с двумя соплами

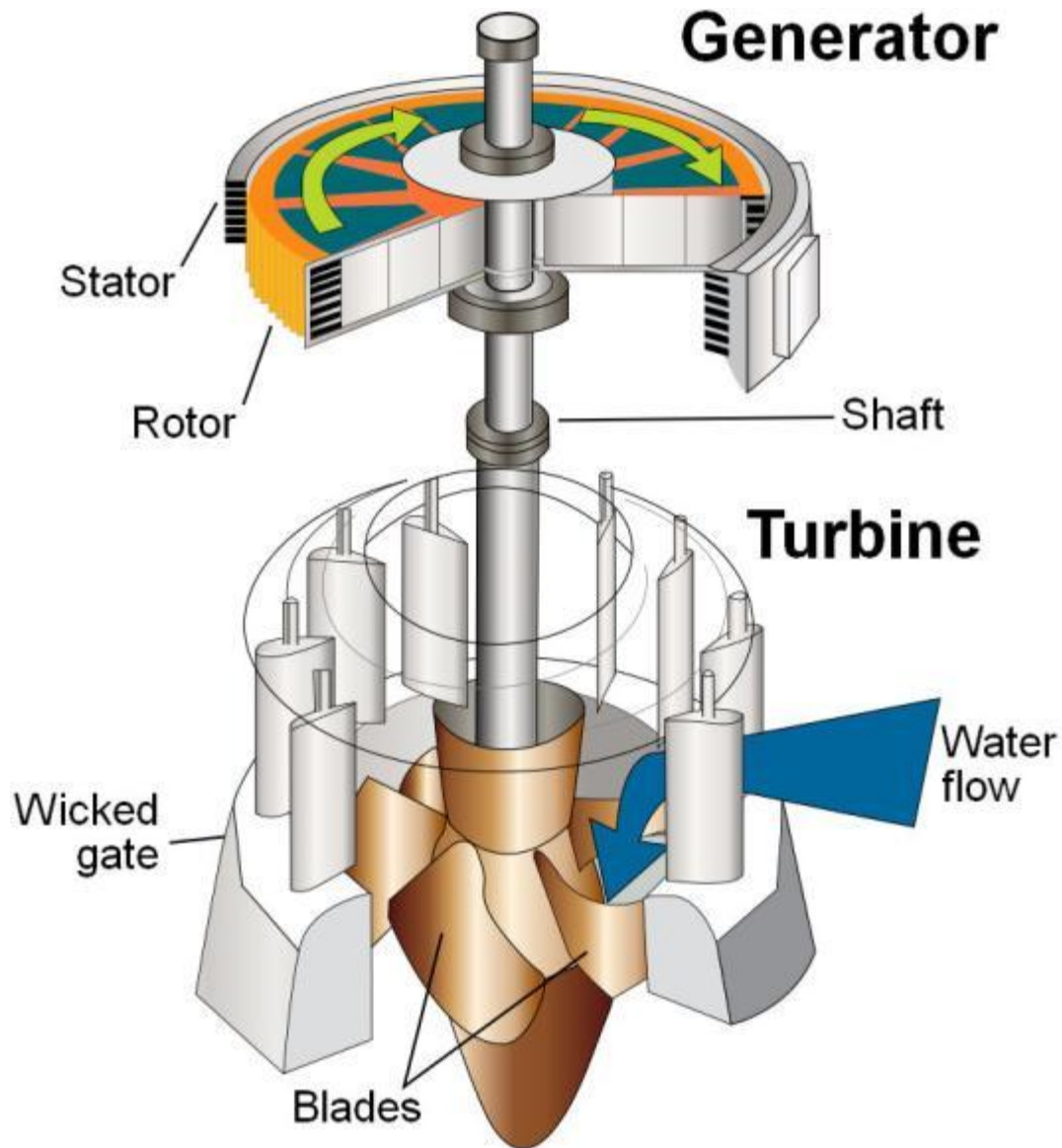


Конструктивные формы ковшовых турбин довольно разнообразны и могут различаться по расположению вала (вертикальные и горизонтальные), по числу сопел и рабочих колес на одном валу. Турбины с двумя соплами используются в диапазоне напора 300—2000 м с диаметром рабочего колеса до 7,5 м. Известна турбина мощностью 200 МВт (ГЭС Мон-Се-пи, Франция).

Конструкция гидроагрегата



Принципиальная схема направляющего аппарата



Детали турбины



Выбор турбины по мощности

