



Анализ свойств турбины и сравнение другими типами турбин.

1 Материалоёмкость и стоимость.

Главный объём турбины (и стоимость) занимает лопасть.

На лопасть в основном действует осевая сила от осевой составляющей струи. Количество движения которое несёт струя в единицу времени определяется формулой $F = \rho \cdot V_0 \cdot S \cdot V_0$, ρ удельный вес воды, S площадь сечения сопла в начале турбины. Так как это количество движения гасится в турбине, то F равно осевой силе, действующей на турбину. Мощность определится

формулой $N = F \cdot V_0 / 2$, $F = 2 \cdot N / V_0$. В осевом сечении лопасти от силы F_p (сила от обрезанной части лопасти) возникает напряжённость среза и напряжённость от небольшого момента (плечо от F_p к сечению меньше радиуса турбины). От максимальной силы F_p зависит площадь сечения. Лопасть приваривается своими концами к конусным втулкам валов. При одном подшипнике, выполняющего функцию подпятника, максимальная сила F_p возникает у втулки его вала, при двух подпятниковых подшипниках с упругой связью (сама лопасть может иметь пружинные свойства)

максимальная сила уменьшена в два раза. Спиральная закрученность не позволяет осевой силе иметь большое плечо и создавать большой момент в сечении (дугообразный профиль хорошо противостоит моменту). Этим она отличается от поворотнлопастной или пропеллерной, где силы действующие на лопасть создают

значительные моменты в сечениях ближе к валу. Ковшевые турбины имеют на ободке ковши, где происходит аналогичный процесс гашения окружной скорости струи, за счёт поворота её в ковше примерно на 180 градусов при окружной скорости ковша равной половине скорости струи и преобразовании энергии струи в энергию вращения. Ковши не всегда находятся под полной струёй и по времени нагружены не равномерно и прочностные свойства материала ковша используются не полностью.

Обод ковшевой турбины выполняет вспомогательную функцию удерживания ковшей и передачи энергии валу и непосредственно энергия воды к нему не передаётся. В нашей турбине лопасть получает энергию от воды и сама передаёт её валу. Поэтому удельная материалоемкость (на единицу мощности) при тех же параметрах напора ковше винтовой турбины намного меньше, чем ковшевой. Лопасть ковшевинтовой турбины (и возможно некоторые детали) желательно изготавливать литьём (один раз изготовив модель на станке), что значительно удешевит её производство. Учитывая то, что ковшевинтовая турбина, как и ковшевая, не имеет спиральной камеры, направляющего аппарата и отсасывающей трубы, можно сказать, что ковшевинтовая турбина является самой малообъёмной и самой дешёвой турбиной из всех известных типов турбин.

2 Коэффициент полезного действия (КПД) турбины.

Ковшевинтовые также как ковшевые не имеют отсасывающей трубы. Поэтому у них кроме внутренних гидравлических потерь имеются дополнительные потери. Сопла этих турбин находятся выше уровня нижнего водоёма на некоторую величину h . Скорость на выходе сопел определится не полным напором H (разность уровней ВБ и НБ), а разностью $H-h$. $V=\sqrt{2 \cdot g \cdot (H-h)}$. Это вызывает уменьшение мощности и потери. У ковшевинтовой диаметр колеса меньше, чем у ковшевой, поэтому сопло находится ниже и потери напора h меньше. Кроме того в ковшевинтовой турбине струя внутри турбины двигается вниз по гравитационному полю и дополнительно получает от него энергию. К другому виду относятся потери от выходной из турбины скорости воды, энергия которой теряется. У других типов турбин, имеющих отсасывающие трубы, в диффузоре которых, скорость

уменьшается на выходе (давление после турбины тоже уменьшается) и потери уменьшаются. В ковшевинтовой турбине выходная скорость определяется радиальной составляющей скорости струи. В расчёте её можно уменьшать, но для сохранения мощности приходится увеличивать длину или диаметр турбины. Следовательно надо находить компромисс между потерями и объёмом турбины.

3 Быстроходность. Число оборотов в единицу времени.

Главное отличие ковшевинтовой турбины от ковшевой, это значительно увеличенное число оборотов, при тех же параметрах напора и мощности. Вода двигаясь вдоль поверхности осевого сечения одновременно скользит (и испытывает трение) по поверхности лопасти за счёт её окружной скорости. Окружная скорость определяется равенством $V_{ок} = \omega * r$, где ω - угловая скорость лопасти, r - радиус.

Имитационная осевая скорость лопасти равна половине осевой скорости струи, следовательно

$\omega = 2 * \pi * (V_0 / 2) / b$, где b - ход винта лопасти. $V_{ок} = \pi * V_{ок} * r / b$. Хотя $V_{ок}$ влияет на потери её можно выбирать больше V_0 и вследствие малого диаметра турбины мы получаем большую угловую скорость турбины. Угловая скорость (число оборотов пропорционально ω) влияет на объём и стоимость генератора (или редуктора с генератором)

