

КОНТР-РОТОРНЫЙ ГИДРОАГРЕГАТ НА ОСНОВЕ РЕАКТИВНОЙ ГИДРОТУРБИНЫ С СОПЛОМ

1 Бозаров Ойбек Одилович,

2 Бозоров Дилшодбек Одилович

1 Ташкентский государственный технический университет, доцент, Узбекистан

Тел: (94) 278 81 70. E-mail: obozarov7@inbox.ru

2 Инженер по электроснабжению, Узбекистан

По данным Минэнерго Республики Узбекистан, до 2030 года доля возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии будет постепенно увеличена с 11,8% до 25%. Из этого 5% составит солнечная энергия, 3% ветровая энергия, а 3,8% должны быть получены за счет гидроэнергии, определено в Концепции Республики Узбекистан [1].

Если обратить внимание на гидроэнергетический потенциал республики по производству указанной энергии в сфере гидроэнергетики, что является одной из таких задач, то можно увидеть, что существует возможность строительства малых и микроГЭС низкого давления преимущественно на существующих источниках воды [1]. В частности, есть много мест, где может быть создано давление воды в 2-5 метров. В настоящее время для использования при таких давлениях разрабатываются в основном гидротурбины Каплана и пропеллерные. Но эти гидротурбины менее эффективны из-за больших потерь энергии при таких низких давлениях. Поэтому в настоящее время микроГЭС не используются в больших масштабах. Однако сегодня на основе «колеса Сегнера» разработана реактивная гидротурбина с соплом, скорость разработанной гидротурбины составляет 255 об/мин при давлении воды 2 метра, КПД 76% [2]. При более высоких давлениях скорость и эффективность увеличиваются еще больше. Абсолютная скорость потока воды, вытекающей из сопла этой гидротурбины, высока, а его кинетическая энергия не используется. В данной работе гидротурбина была усовершенствована за счет добавления к гидротурбине дополнительного активного рабочего колеса с тем же соплом, то есть была разработана противороторная гидроагрегат.

В работах [3,4] был разработан противороторный гидроагрегат, в котором использованы два соосных рабочих колеса Каплана, вращающиеся в разные стороны. В противороторной гидротурбине поток воды поочередно подается на рабочее колесо (ротор и контрротор). Преимуществами противороторного гидроагрегата по сравнению с обычными гидротурбинами являются: использование при высоких давлениях (за счет распределения давления между двумя рабочими колесами гидротурбины) можно уменьшить габариты и вес гидрогенератора (поскольку ротор и статор генератора вращаются в противоположных направлениях, частота вращения контрротора по

сравнению с обычным ротором значительно увеличивается, размеры генератора уменьшается). При этом поток воды поступает от первого рабочего колеса ко второму через нижние направляющие лопатки. При этом создается восходящее давление. Кроме того, энергия теряется из-за местного сопротивления вторых направляющих аппаратов. В результате эффективность этой системы низкая, а при давлениях 2-10 м комплекс не дает желаемого результата. Также сложность и трудность технического обслуживания стали причиной неиспользования данных гидроагрегатов.

Предложенный контрроторный гидроагрегат содержит реактивную и активную рабочую колеса, установленные на валы, которые соосно связаны через подшипники. Реактивное рабочее колесо закреплено к внешнему валу 3, содержит внутренний цилиндрический направляющий аппарат, и направляющие лопасти 12 закреплены между внутренним коаксиальным конусом 11, который обеспечивает равномерные распределения и сжатие воды по внутреннему периметру цилиндра 8, из отверстия поток воды направляется к входу сопла, рабочее колесо 14. Через каналы 16 имеющее выходной конфузор 15, струи воды выходят и ударяются на лопасти 23 активного рабочего колеса на небольшом расстоянии, который закреплен на внутреннем валу 2 гидроагрегата. Активное рабочее колесо крепится к внутреннему валу диск с цапфой 20, а вал этой рабочей колесо крепится к платформе корпусными подшипниками 24. Над диском активного рабочего колеса вставлен внешний вал реактивного рабочего колеса, через подшипники 4, 19.

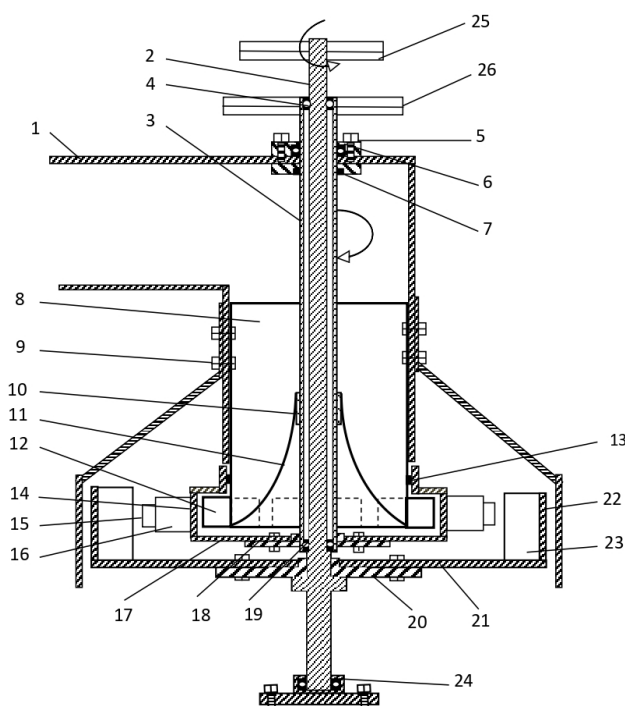


Рис. 1. Общий схематический вид контрроторного гидравлического агрегата. Активное рабочее колесо передает вращательное движение отдельно установленному генератору через шкив 25, закрепленный на внутреннем валу. Вращательное движение

реактивной гидротурбины передается второму генератору через шкив 26, установленный на внешний вал.

В рассматриваемой работе в качестве основного энергогенерирующего устройства используется контрроторный гидроагрегат. Контрроторный гидроагрегат состоит из сопловой реактивной гидротурбины и активного водяного колеса, прикрепленного к внутреннему и внешнему валам, расположенным в общем центре. Энергетические параметры контрроторного гидроагрегата в основном зависят от геометрических и динамических параметров конструктивных частей реактивной гидротурбины.

Из общей теоремы об изменении кинетического момента твердого тела был получен следующий результат, представляющий момент вращающей силы [4]:

$$M_z = -N\rho\pi R_c^3 \vartheta_c (\vartheta_c - \omega_z R_c) = -N\rho\pi R_c^3 \vartheta_c^2 (1 - \cos \beta). \quad (2)$$

Здесь R_c - расстояние от оси вращения до центра водовыпускного сопла, r_c - радиус водовыпускного канала сопла, N - количество сопел, ϑ_3 , ϑ_c - скорости поступающей воды и выходе из сопла соответственно.

Абсолютная скорость и степень сжатия при ударе на лопасти активный колес.:

$$\vartheta = \frac{q}{2L\ell_0} \left[1 + \frac{1}{\chi_0} \int_0^{\chi} \sin \theta \operatorname{tg} \frac{\pi\theta}{2\chi} d\theta \right]; \quad (3)$$

$$\frac{\ell_1}{\ell_0} = \frac{q}{2L\ell_0\vartheta} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\chi_0} \int_0^{\chi} \sin \theta \operatorname{tg} \frac{\pi\theta}{2\chi} d\theta}; \quad (4)$$

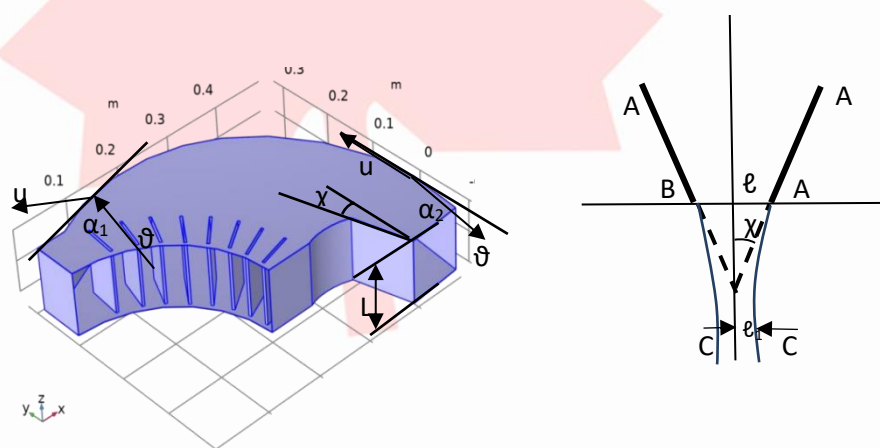


Рис. 2. Сопло реактивной гидротурбины.

Полученные выше результаты представляют собой относительную скорость ϑ_1 потока воды относительно сопла. Скорость попадания струи воды на лопасти активного колеса j равна скорости v_j потока воды, выходящего из сопла в наземной системе координат. Результат $u_t=0.62\vartheta$ был получен путем построения треугольника скоростей при угле $\alpha_1=35^\circ$ струи воды, входящей в сопло, и $\alpha_2=10^\circ$ относительно выходной стенки сопла и решения его относительно u_t , тогда:

$$v_j = \frac{0,38q}{2Ll_0} \left[1 + \frac{1}{\chi_0} \int \sin \theta \operatorname{ctg} \frac{\pi\theta}{2\chi} d\theta \right] \quad (5)$$

Выводы:

-один входящий поток в гидроагрегат используется дважды. Соответственно, энергия воды используется полностью. Эффективно работает на высокой скорости даже при низком давлении.

-внешний и внутренний валы соединены простым способом, и эффективно работают в источниках воды низкого давления. Конструкция гидроагрегата проста, его легко эксплуатировать и реализовывать.

Литература

1. Bozarov O.O., Usarov Kh.S., Kiryigitov B.A., Opportunities and prospects for alternative sources of electricity, The role of alternative energy sources in the development of the energy sector. Namangan, 2021. p. 92-94.
2. S.F.Ergashev, R.U.Aliev, O.O.Bozarov, H.S.Osarov, Testing on a test stand of a hydro turbine with an internal diverter structure, 8th - International Conference on Research in Humanities, Applied Sciences and Education Hosted from Berlin, Germany <https://conferencea.org> Dec. 30th 2022, pp.72-76.
3. A.B. Bekbaev, P.G. Esyrev, T. M. Munkyzbai, M. T. Tolemis, K. Kadirbay, Abdish N., hydraulic turbine "ALEMSAK", Republic of Kazakhstan, patent KZ (13) A4 (11) 25685, (51) F03B 7/00 (2011.01).
4. Semenov V.V. Once-through hydraulic units of high and in excess of high speed, M - L. Gosenergoizdat, 1959.