

УДК 621.

Ф.Т. Юсупова, докторант (ФерПИ) Узбекистан, г. Фергана

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ПРОИЗВОДИМОЙ АРХИМЕДОВЫМ ВИНТОМ ПИКОГЭС

Аннотация

Разработана компьютерная программа определения количества электроэнергии, вырабатываемой винтом Архимеда пикоГЭС, на программу получен сертификат. С помощью программы можно повысить КПД архимедовой винтовой турбины, найдя оптимальный угол отклонения.

Ключевые слова: гидроэлектростанция, турбина, электрическая энергия, угол отклонения, гидростатическая сила, винт.

Введение

Доля выработки электроэнергии из возобновляемых источников энергии в мире составляет 16%. Наиболее передовым видом возобновляемых источников энергии является гидроэнергетика, которая составляет 87% мировой [1].

В Узбекистане предпринимаются смелые шаги по развитию этого сектора. В постановление Президента Узбекистана от 22 августа 2019 года №ПП-4422 определено, что в 2030 году доля возобновляемых источников энергии в общем объеме производства электроэнергии в Узбекистане достигнет 25%. В настоящее время этот показатель составляет 10-12% [2].

Ресурсы 650 рек, множество оросительных каналов и водохранилищ, протекающих по территории Узбекистана, обеспечивают технические возможности для строительства множества гидроэлектростанций, производящих 21 ТВт/ч электроэнергии в год. Эта электрическая мощность будет увеличиваться после того, как будет определен потенциал микро-ГЭС [3].

Теоретическая часть

Важно выбрать турбину для выработки электроэнергии из потока воды. Совершенствуются и развиваются различные типы турбин. Различают типы Каплана, Фрэнсиса, Пелтона, Оссбергера, ортогональные и другие. Эти турбины предназначены для рек и морей с высоким давлением и в основном используются на крупных гидроэлектростанциях. Для малых

и микро-ГЭС подходят винтовые турбины низкого давления и архимедовы винтовые турбины. Эти турбины предназначены для оросительных каналов, ручьев и арыков и безопасны для природы.

Винт Архимеда считается древней гидравлической машиной и до сих пор используется в качестве турбины [4]. Архимедовы винтовые турбины используются на малых (1–10 МВт) или мини (<1 МВт) гидроэлектростанциях. Обычно он имеет высоту 8–10 м и расход 1–10 м³/с. Винты вращаются наклонно вокруг оси на угол от 22° до 35° по отношению к горизонтали [5].

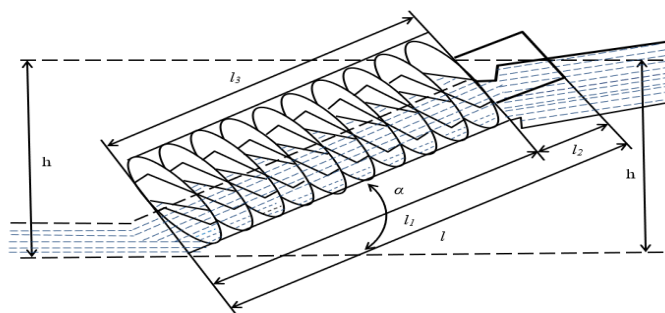


Рис1. Конструкция винтовой турбины Архимед.

Угол отклонения α находится с помощью тригонометрической функции:

$$\sin \alpha = \frac{h}{l_1} \quad (1)$$

Здесь: h — высота (м), l_1 — длина погруженной в воду части турбины (м).

Из выражения (1) находится длина погруженной части турбины:

$$l_1 = \frac{h}{\sin \alpha} \quad (2)$$

Потенциальная энергия определяется по следующей формуле:

$$E = mgh = m_{\text{суб}}gh \quad (3)$$

Здесь: $m_{\text{вода}}$ — масса воды (кг), g — скорость свободного падения ($g = 9,81 \frac{m}{c^2}$).

Потенциальная энергия генерирует механическую энергию за счет вращения турбины, а механическая энергия, в свою очередь, преобразуется в электрическую энергию.

Важно найти массу потока воды, которая находится путем вычитания массы трубы и винта из массы цилиндра.

$$m_{\text{вода}} = m_{\text{цилиндр}} - m_{\text{труба}} - m_{\text{констр}} \quad (4)$$

Масса трубы находится по следующей формуле:

$$m_{\text{труба}} = \rho V_{\text{труба}} = \rho S l \quad (5)$$

Здесь: ρ — плотность воды ($\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$), $V_{\text{труба}}$ — объем трубы (м^3), S — поверхность цилиндра (м^2).

Плотность воды, которая почти в 1000 раз превышает плотность воздуха, вызывает силу и крутящий момент что влияет на турбину еще больше [6].

$$V = S l \quad (6)$$

Масса конструкции определяется по следующей формуле:

$$m_{\text{констр}} = \rho V_{\text{констр}} = n \rho_{\text{железо}} h_0 (\pi r_1^2 - \pi r_2^2) \quad (7)$$

Здесь: n — количество винта, ρ — плотность железа ($\rho = 7,874 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$), h_0 — толщина шурупа, π — постоянное число ($\pi = 3,14$), r_1 — радиус винта (м), r_2 — радиус трубы (м).

Масса цилиндра определяется на основе следующей формулы:

$$m_{\text{цилиндр}} = \rho_{\text{вода}} V = \rho_{\text{вода}} \left(V_1 + \frac{V_2}{2} \right) = \rho_{\text{вода}} \left(S l_3 + S \frac{(l_1 - l_2)}{2} \right) =$$

$$\rho_{\text{вода}} S \left(l_3 + \frac{(l_1 - l_3)}{2} \right) = \rho_{\text{вода}} S \left((l - d) + \frac{(l_1 - (l - d))}{2} \right)$$

$$l = l_3 + d$$

$$d = l - l_3$$

$$V_1 = S l_3$$

$$V_2 = \frac{S(l_1 - l_3)}{2} = \frac{S(l_1 - (l - x))}{2} = \frac{l_1 x^2 \pi - (l - x) x^2 \pi}{2}$$

$$S = \pi r^2 = \pi x^2$$

Здесь: d — диаметр турбины (м).

Учитывая, что $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3600000 \text{ Дж}$ равно [7], на основании приведенных выше формул формула электрической энергии находится по следующему выражению.

$$W = \frac{E}{3600000} = \frac{m_{\text{вода}} g h}{3600000} = \frac{(m_{\text{цилиндр}} - m_{\text{труба}} - m_{\text{констр}}) g h}{3600000} =$$

$$= \frac{g h \left[\rho_{\text{вода}} S_{\text{цилиндр}} \left((l - d) + \frac{\left(\frac{h}{\sin \alpha} - (l - d) \right)}{2} \right) - \rho_{\text{вода}} S_{\text{труба}} l - n \rho_{\text{тело}} h_0 (\pi r_1^2 - \pi r_2^2) \right]}{3600000}$$

При установке Архимедовой винтовой турбины на воду важно значение угла отклонения α . Чем больше угол отклонения турбины, тем

больше вероятность того, что вода не сможет провернуть турбину. Чем меньше угол отклонения, тем длиннее будет турбина и возрастет стоимость. Поэтому была разработана компьютерной программа C++ для определения оптимального угла отклонения.

Qiyimatlar:

| | | | | |
|----------|------------|------|------|--------------|
| h | S(silindr) | l | d | sin α |
| 1 | 95 | 2 | 0,9 | 45 |
| S(quvur) | n | h(0) | r(1) | r(2) |
| 80 | 9 | 30 | 0,8 | 9 |

Hisoblash

Aniqlangan natija:

W

1,17182374000549

Dastur haqida

Chiqish

Рис 2. Программа для определения количества электроэнергии, вырабатываемой винтом Архимеда пикоГЭС

На основе разработанной программы C++ можно определить количество выработанной электроэнергии в результате изменения значений параметров турбины.

Выводы

Разработана компьютерная программа определения количества электроэнергии, вырабатываемой винтом Архимеда пикоГЭС, получен сертификат программного обеспечения. В программу вносятся значения геометрических параметров турбины, в результате чего можно определить количество электроэнергии, вырабатываемой турбиной. Это обеспечивает эффективность работы пикоГЭС с винтом Архимеда.

Список литературы

1. Ясинский В.А, Мироненков А.П, Сарсембеков Т.Т. Современное состояние и перспективы развития малой гидроэнергетики в странах СНГ-Алматы, 2011.- с.36.
2. Перспективы “зеленой” энергетики [Электронный ресурс]. <https://yuz.uz/news/yashil-energetika-istiqbollari>
3. Т.Носиров, А.Восиков, Б.Жуул-Кристенсен, Л.Завьялова, П.Позичанюк. Перспективы развития возобновляемой энергетики в Узбекистане.

- Публикация в поддержку Целей развития тысячелетия Цель 7: Обеспечение экологической устойчивости. Ташкент 2007.
4. Lashofer A, Hawle W, Pelikan B (2012) State of technology and design guidelines for the Archimedes screw turbine. <https://tethys-engineering.pnnl.gov/publications/state-technologydesign-guidelines-archimedes-screw-turbine> (Access on 1 October 2012)
 5. Quaranta E, Revelli R (2018) Gravity water wheels as a micro hydropower energy source: A review based on historic data, design methods, efficiencies and modern optimizations. *Renew Sustain Energy Rev* 97:414–427. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.08.033>
 6. Deaconu, S. I., Babău, R., Popa, G. N., & Gherman, P. L. (2018). Hydroelectric power plant with variable flow on drinking water adduction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 294(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/294/1/012023>
 7. Киловатт-час [Электронный ресурс]. <https://ru.wikipedia.org/wiki>.

Юсупова Феруза Турдалиевна, докторант, ФерПИ, г.Фергана, ул. Ферганская, дом.86, feruzaxon.yusupova.ferpi@gmail.com