

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МИКРОГЭС НА БАЗЕ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА

*Однокопылов Г.И., д.т.н., проф.,
Стоянов А.С., студент гр. 5А07
НИ ТПУ, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
тел. (3822) 70-17-77, вн. 1961
E-mail: ass175@tpu.ru*

В настоящее время возрастают требования к возобновляемым источникам электроэнергии в плане экономичности, энергоэффективности и экологичности [1]. В связи с этим разрабатываются принципиально новые конструктивные решения.

В данной статье представлена модель устройства сбора энергии потока на основе автоколебательного контура [2]. Рассматриваемое устройство может быть использовано в составе микроГЭС как элемент, преобразующий кинетическую энергию потока жидкости в механическую энергию колебаний. Контур представляет собой автоколебательную систему, кинематическая схема которой представлена на рис. 1.

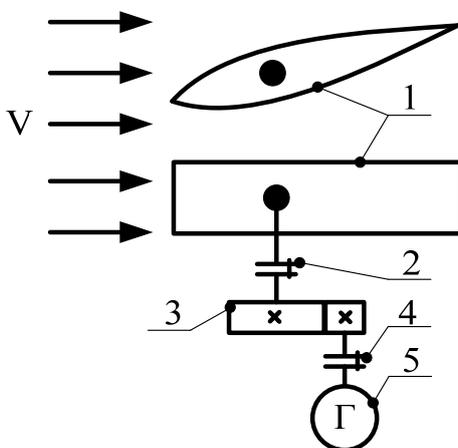


Рис. 1. Кинематическая схема автоколебательного контура

Поток воды со скоростью V в диапазоне от 1,5 до 6 м/с поступает на крыло 1 , связанное посредством муфты 2 с мультипликатором 3 , быстроходный вал которого с помощью муфты 4 соединён с валом генератора постоянного тока 5 .

При отклонении крыла 1 возникают аэродинамические давления, зависящие от угла отклонения φ .

Усилия, возникающие при отклонении крыла относительно оси шарнира, создают момент, подаваемый на вал генератора. В рамках исследования генератор 5 работает в режиме динамического торможения.

Динамика рассматриваемого автоколебательного контура описывается следующими дифференциальными уравнениями [3]:

$$\begin{cases} J \cdot \ddot{\varphi} + B \cdot \dot{\varphi} + C_{\text{торс}} \cdot \varphi = M(\varphi) \\ M(\varphi) = \frac{\rho v^2}{2} \cdot C_y \cdot S \cdot l \end{cases} \quad (1)$$

где B – коэффициент демпфирования (экстракции), Н·с; J – приведенный момент инерции крыла, кг·м²; $C_{\text{торс}}$ – жесткость торсиона, Н·м/рад; $M(\varphi)$ – момент возбуждения, Н·м; ρ – плотность воды, кг/м³, S – площадь крыла, м²; l – длина от центра давления до центра вращения, м; C_y – полярная характеристика крыла.

Имитационная модель микроГЭС на базе автоколебательного контура в среде Matlab Simulink приведена на рис. 2. Модель основана на системе уравнений (1). Блок «Генератор» представлен моделью электрической машины постоянного тока с независимым возбуждением из библиотеки Simscape.

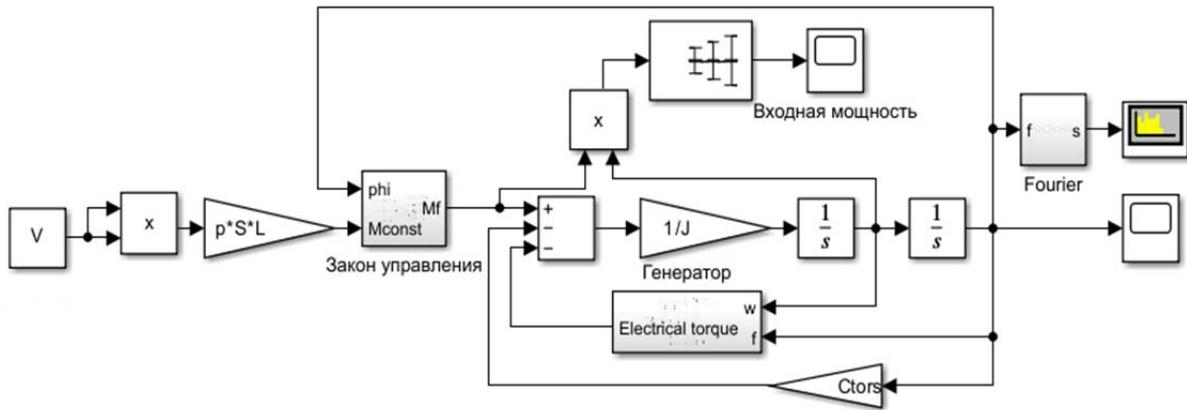


Рис. 2. Имитационная модель микроГЭС

Результаты моделирования в виде графиков входной механической и выходной электрической мощностей для параметров $V = 4$ м/с, $J = 0,4$ кг·м², $S = 1$ м², $l = 0,2$ м представлены на рис. 3.

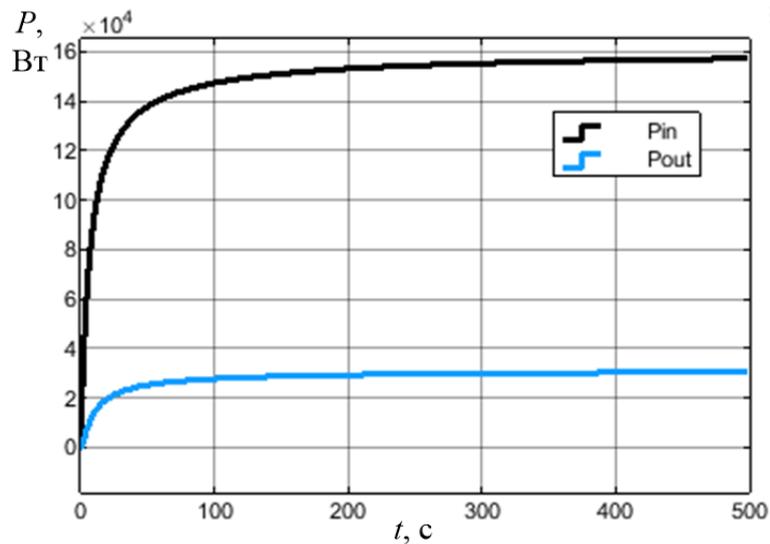


Рис. 3. Кривые входной и выходной мощностей

Согласно полученным характеристикам можно заключить, что КПД процесса генерации энергии посредством автоколебательного контура небольшой и составляет порядка 20 % относительно максимальной мощности потока жидкости на крыло. Несмотря на этот факт, применение подобных гидроэлектростанций оправдано сравнительно небольшими массогабаритными показателями агрегата.

Разработанная модель позволяет оценивать энергоэффективность линейки микроГЭС на базе автоколебательного контура на этапе разработки.

Список литературы

1. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., стереотип. – Москва: КноРус, 2021. – 229 с.
2. James Glynn, Design of Biomimetic Passive Control for Optimisation of Oscillating Hydrofoils in Tidal Energy Capture / A Thesis for the degree of Master of Science / University of Strathclyde Department of Mechanical Engineering Energy Systems Research Unit, 2006.– 100 p.
3. Харкевич А.А. Автоколебания. Изд. 2-е – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 176 с.