

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ НИЗКОДАВЛЯЮЩИХ ПОТОКОВ ВОДЫ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Миронов В.В., Миронов Д.В., Гульбинас А.С.

*ФГБОУ ВПО Тюменский Государственный Архитектурно-строительный университет, г. Тюмень, Россия (625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2)*

---

Гидроэнергия имеет ряд весомых преимуществ по сравнению с традиционными в наше время невозобновляемыми энергоресурсами (уголь, газ, дизельное топливо). Предлагаемый способ преобразования энергии водного потока в тепловую и/или электрическую мощность базируется на преобразовании энергии водного потока при инициировании в замкнутом объеме жидкости периодического гидравлического удара за короткий промежуток времени. Под действием потенциальной энергии (энергии давления воды) совершается механическая работа по радиальному перемещению подвижных нагнетательных клапанов-мембран. Подвижные стенки клапанов-мембран соединены с рабочими органами линейных тепло- и электрогенераторов, которые вырабатывают тепловую и электрическую энергию для автономного тепло- и/или энергоснабжения. Описаны аналитические зависимости, описывающие преобразование энергии потока воды маловодных низконапорных водотоков в механическую мощность, достаточную для автономного тепло- и/или энергоснабжения зданий и сооружений.

---

Ключевые слова: автономное тепло- и энергоснабжение, малая гидроэнергетика, энергия гидравлического удара.

## **THE POSSIBILITY OF USING LOW-PRESSURE WATER STREAMS ENERGY FOR AUTONOMOUS HEATING AND ELECTRICITY SUPPLYING**

Mironov V.V., Mironov D. V., Gulbinas A. S.

*Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, Tyumen, Russia (625001, Tyumen, St. Lunacharskogo 2)*

Hydropower has great advantages over traditional nowadays energy sources (coal, gas, diesel fuel). The suggested method of water flow energy conversion into heat and electrical power is based on the transformation of water flow energy with the help of initiation of hydraulic impact in the definite volume of fluid. Mechanical work on radial shifting of moving valves-diaphragms is made with the help of potential energy (water pressure energy). Moving walls of valves-diaphragms are connected with working parts of linear electric generators producing electric and thermal power for autonomous electric and thermal supplying. The article contains a description of the analytical dependence describing the transformation of water flow energy of shallow low-pressure water flows into mechanical power sufficient for autonomous heat and electric supplying of buildings and other structures.

Key words: autonomous power generation, small-scale hydropower industry, hydraulic impact.

Автономная энергетика в последнее десятилетие в России начинает развиваться бурными темпами. Несмотря на высокий темп развития основные виды оборудования автономных установок, такие как энергоблоки на базе ДВС, турбинное оборудование и парогазовые установки, остаются, претерпевая только небольшие преобразования. Только отойдя от традиционных невозобновляемых ресурсов (уголь, газ, дизельное топливо) и

сделав основным источником тепло- и электроэнергии возобновляемые источники, например, гидроэнергию, можно добиться качественного изменения в автономной энергетике.

Гидроэнергия имеет ряд весомых преимуществ по сравнению с традиционными в наше время энергоресурсами. Для гидроэнергетики нет необходимости добывать, обрабатывать и транспортировать сырье (как, например, топливо для дизельных генераторов). Но в нашей стране используется гидроэнергетический потенциал в основном только крупных рек и только для производства электроэнергии с необходимостью сооружения высоких и массивных плотин. К сожалению, гидроэнергетический потенциал малых рек остается почти без внимания.

Предлагаемый в статье способ получения тепловой и электрической энергии [2,3,6] базируется на преобразовании кинетической энергии всего объема воды, движущегося с начальной скоростью в замкнутом водоводе низконапорных водотоков, в энергию гидравлического удара за короткий промежуток времени при помощи автоматического клапана гидротаранной установки. Под действием гидравлического удара в установке начинается волновой процесс, давление в трубопроводе повышается, совершается механическая работа по радиальному перемещению подвижных нагнетательных клапанов-мембран гидропривода, соединенных с подвижными рабочими органами линейных тепло- и электрогенераторов [1,4]. При работе линейных электрогенераторов происходит нагрев и выделение значительного количества тепловой и электрической энергии.

Величина кинетической энергии  $E_k$  объема воды плотностью  $\rho$ , движущейся в установке с первоначальной скоростью  $v$ , на длине водовода равной  $c$  определяется по известной физической формуле

$$E_k = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \rho \cdot c \cdot v_0^2}{8} \quad (1)$$

где,

$v_0$  – первоначальная скорость движения воды, м/с;

$\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$D$  – внутренний диаметр водовода, м.

Механическая работа  $A$ , совершаемая за счет энергии инициированного в водоводе гидравлического удара при последовательном перемещении подвижных клапанов-мембран установки на величину  $\Delta h$ , на длине  $c$  от ударного клапана к началу трубопровода в течение одной секунды, за счет среднего во времени ударного давления в водоводе, равного половине его максимального значения, определяется по формуле

$$A = \frac{D_1 \cdot \Delta h \cdot c \cdot \Delta P}{2} \quad (2)$$

где,

$D_1$  – поперечный размер подвижных частей стенок водовода, м;

$\Delta h$  – радиальные перемещения подвижных нагнетательных клапанов-мембран водовода при совершении механической работы под действием давления  $\Delta P$ , м;

$c$  – скорость распространения ударной волны от автоматического клапана установки к началу водовода, м/с;

$\Delta P$  – величина ударного давления, Па.

Эта механическая работа приводит в действие линейные тепло- и электрогенераторы [1,4], соединенные с подвижными нагнетательными клапанами-мембранами и равномерно распределенные по всей его длине. Выполненная механическая работа по радиальному перемещению подвижных частей водовода и, соответственно, рабочих органов линейных тепло- и электрогенераторов, соединенных с ними, является одновременно снимаемой механической мощностью, так как выполняется эта работа в течение одной секунды.

Процесс преобразования кинетической энергии движущейся в водоводе жидкости в механическую работу при помощи установки является дискретным и периодическим. Полезная механическая работа снимается на первой фазе гидравлического удара в водоводе, когда потери энергии незначительны, далее следует пауза для накопления кинетической энергии воды в водоводе, и процесс повторяется. Для непрерывного во времени снятия механической мощности необходимо наличие, как минимум, двух одинаковых гидроагрегатов, работающих в противофазе.

При пробеге волны давления  $\Delta P$  в течение одной секунды на расстояние  $c$  средняя удельная энергия единицы объема жидкости будет равна половине величины ударного давления, значение которого определяется по известной формуле Н.Е. Жуковского (5). Волна давления распространяется в водоводе со скоростью  $c$ , в свою очередь, скорость зависит от упругих свойств воды и стенок водовода, от площади подвижных частей стенок водовода и величины их радиального перемещения. Скорость распространения ударной волны  $c$  в водоводе и величина ударного давления  $\Delta P$  определяется, решая совместно систему уравнений:

$$v_0 = c^2 \cdot v_0 \cdot \rho \cdot \left( \frac{k \cdot D}{E_2 \cdot \delta} + \frac{1}{E_1} \right) + c \cdot \frac{\Delta h \cdot D_1 \cdot 4}{\pi \cdot D^2}; \quad (3)$$

$$\Delta P = \rho \cdot v_0 \cdot c, \quad (4)$$

где

- $E_1$  – модуль упругости воды, Па;  
 $E_2$  – модуль упругости материала стенок водовода, Па;  
 $\delta$  – толщина стенок водовода, м;  
 $k$  – коэффициент, учитывающий долю подвижных частей стенок водовода в периметре его поперечного сечения,  $k = \frac{\pi \cdot D - D_1}{\pi \cdot D}$

На рис.1 приведены результаты расчета механической мощности гидроагрегата, работающего по вышеизложенному способу, выполненного из водовода (трубопровода) диаметром  $D_{нар} = 1,42$  м с толщиной стенки  $\delta = 0,025$  м, поперечный размер подвижных частей стенок водовода и радиальные перемещения подвижных нагнетательных клапанов-мембран принимаются  $D_1 = 0,3$  м и  $h = 0,01$  м соответственно. Коэффициент расхода трубопроводной системы гидроагрегата  $\mu$ , характеризующий потери энергии в гидравлических сопротивлениях, зависящий в основном от конструкции автоматического ударного клапана установки, принимается, для примера, равным 0,2.

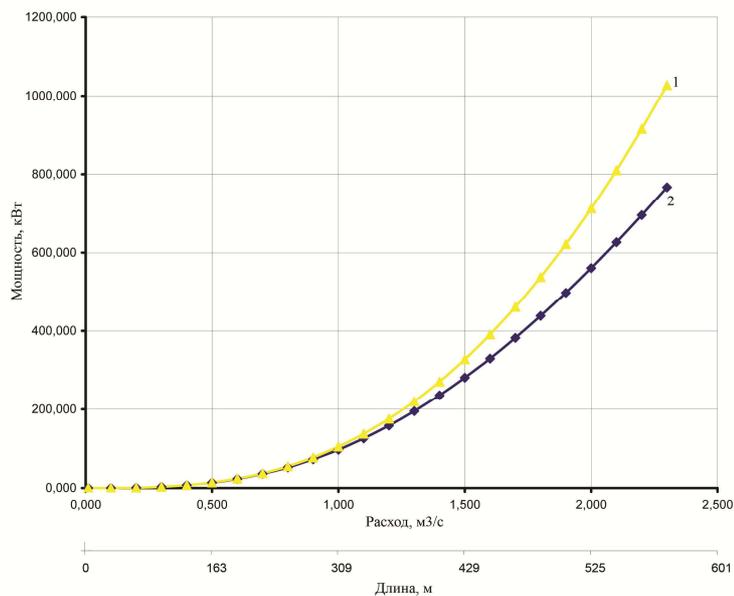


Рис.1 Результаты расчета механической работы

1 –  $E_k$  (кДж/с=кВт), величина кинетической энергии объема воды, движущегося в водоводе с первоначальной скоростью которая преобразуется в гидроагрегате в течение одной секунды в потенциальную энергию упругой деформации и полезную механическую работу (мощность); 2 –  $A$  (кВт), механическая работа, совершаемая в единицу времени при последовательном перемещении подвижных частей стенок водовода на величину  $h$ .

Как видно из графика на рис.1, часть кинетической энергии потока воды, движущегося с первоначальной скоростью, преобразуется в потенциальную энергию упругой деформации самой жидкости и стенок водовода. Остальная, большая часть кинетической энергии расходуется на совершение механической работы по перемещению подвижных частей стенок водовода.

При механической работе по радиальному перемещению подвижных частей стенок водовода, соединенных с подвижными рабочими органами линейных тепло- и электрогенераторов, происходит нагрев и выделение значительного количества тепловой энергии. Заклучив линейные электрогенераторы в теплоизолированные рубашки, по которым прокачиваются жидкие теплоносители, последние могут быть также использованы в качестве теплогенераторов. В этом случае энергия потока воды более полно преобразуется в полезную мощность. Для выработки только тепловой энергии можно использовать специальные линейные генераторы, в которых механическая работа непосредственно превращается в тепловую энергию.

Описанный способ получения энергии позволяет снимать значительную механическую мощность с маловодных низконапорных водотоков, достаточную для автономного тепло- и энергоснабжения зданий и сооружений. Кроме того, описанный способ имеет ряд описанных выше преимуществ перед автономным энергоснабжением, основанным на использовании сырьевых ресурсов.

#### **Список литературы**

1. Высочкий В.Е. Линейный генератор с постоянными магнитами для систем электропитания автономных объектов // Известия вузов. Электромеханика. – 2010. – №1. – С. 80-82.
2. Патент РФ № 2412302, 20.02.2011 Способ строительства малых гидроэлектростанций.
3. Патент РФ № 2431758, 20.10.2011 Способ получения электроэнергии и устройство для его реализации.
4. Хитерер М.Я., Овчинников И. Е. Синхронные электрические машины возвратно-поступательного движения. – СПб.: КОРОНА принт, 2004. – 368с.
5. Штеренлихт Д. В. Гидравлика. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 840 с.
6. WO 2011/102750 A1, 25.08.2011 // Международная заявка РСТ на изобретение «Способ получения гидроэлектроэнергии».

#### **Рецензенты:**

Моисеев Б.В., д.т.н., профессор кафедры промышленной теплоэнергетики, Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень.

Чекардовский М.Н., д.т.н., зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень.