

УДК 621.311.25

**Нефедов Юрій Іванович**, канд. техн. наук, доцентХарківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна. Пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166. Тел. +38-057-702-16-72. E-mail: [yuriy\\_nefedov@mail.ru](mailto:yuriy_nefedov@mail.ru)**ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ГІДРОУДАРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**

*У статті доводиться можливість виробляти дешеву поновлювальну енергію за рахунок використання сил інерції води. Показано, що на відміну від гребельних електростанцій, де сила тиску на лопатки гідротурбіни створюється масою падаючої води при сталому прискоренні (9,8 м/с<sup>2</sup>), в гідродарних енергетичних устаткуваннях така ж сила тиску й потужність можуть бути досягнуті за рахунок зміни швидкості потоку води (прискоренні) при сталій її масі. Розглядаються головні принципи функціонування гідродарних електростанцій і теплогенераторів, захищені патентами України. Вказуються переваги гідродарних електростанцій над гребельними, тепловими та іншими електростанціями. К головним перевагам гідродарної енергетики відносяться: отримання великої кінетичної енергії потоку води без використання вуглеводневих та будь яких інших природних джерел енергії, екологічна чистота та малі витрати на виготовлення та експлуатацію гідродарних електростанцій та теплогенераторів.*

**Ключові слова:** гідродар, гідроаккумулятор, гідротурбіна, гідрогенератор.

**Нефедов Юрій Іванович**, канд. техн. наук, доцентХарьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина. Пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166. Тел. +38-057-702-16-72. E-mail: [yuriy\\_nefedov@mail.ru](mailto:yuriy_nefedov@mail.ru)**О ПЕРСПЕКТИВАХ ГИДРОУДАРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

*В статье показана возможность вырабатывать дешёвую возобновляемую энергию, используя силы инерции воды. Доказывается, что в отличие от плотинных электростанций, где сила давления на лопатки гидротурбины создаётся массой падающей воды при постоянном её ускорении (9,8 м/с<sup>2</sup>), в гидроударных энергетических установках такую же силу давления и мощность можно достичь за счёт изменения скорости потока воды (ускорения) при постоянной её массе. Рассматриваются основные принципы работы гидроударных электростанций и теплогенераторов, защищённые патентами Украины. Указываются преимущества гидроударных электростанций перед плотинными, тепловыми и другими электростанциями. Основными преимуществами гидроударной энергетики являются: получение большой кинетической энергии потока воды без использования углеводородных и любых других природных источников энергии, экологическая чистота и малая стоимость изготовления и эксплуатации гидроударных электростанций и теплогенераторов.*

**Ключевые слова:** гидроудар, гидроаккумулятор, гидротурбина, гидрогенератор.

**Nefedov Yuriy Ivanovich**, Candidate of Engineering, Associate Professor.Kharkov National University of Radio electronics. Kharkov, Ukraine, Ave. Lenin 14, Kharkov, Ukraine, 61166, tel. +38-057-702-16-72. E-mail: [yuriy\\_nefedov@mail.ru](mailto:yuriy_nefedov@mail.ru)**ON THE PERSPECTIVES OF HYDROBLOW ENERGETICS**

*It is shown in the article an ability to produce inexpensive renewable energy using inertial force of water. It is proved that in contrast from hydroelectric dam station, where pressure force on the vanes of hydraulic turbine is created with falling water mass at a constant acceleration (9.8 m/s<sup>2</sup>), in a hydroblow energy plant the same pressure force and power could be reached by changing the flow rate of water (acceleration) with its constant mass. It is considered the main maxims of the work of hydroblow power stations and heat-generators, patented in Ukraine. It is pointed the preferences of hydroblow power stations from ram, heat and other stations. The main preferences of hydroblow energetics are following: generation of large kinetic energy of water flow without hydrocarbon energy sources, pollution-free and low cast of production and exploitation of hydroblow power station and heat generators.*

**Key words:** hydroblow, hydraulic accumulator, hydraulic turbine, hydraulic generator.

**Введение**

Как известно, тепловые электростанции используют для производства электроэнергии дорогостоящие углеводородные источники энергии – нефть, газ и уголь, которые при сгорании отравляют воздух, воду и почву. Атомная энергетика не менее безопасна для человека и окружающей среды. Строительство плотинных гидроэлектростанций требует

огромных капиталовложений и приводит к необратимым изменениям окружающей среды. Альтернативой плотинной гидроэнергетике, в которой для производства электроэнергии используется энергия падающей воды (гравитационная энергия), может быть гидроударная энергетика, где альтернативой гравитационной энергии является энергия инерции воды, высвобождаемая при быстром изменении скорости (ускорении) потока воды. Такое ускорение создается, например, при гидроударе - мгновенном кратковременном прерывании потока воды в гидротаране. Как при ускорении, так и при торможении потока возникает гидроудар, следствием которого является значительное повышение давления жидкости, определяемое формулой Жуковского [1]:

$$p = \rho vC . \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность жидкости;  $v$  – скорость потока;

$C = 1350$  м/с – скорость ударной волны, возникающей после гидроудара.

Из формулы (1) следует, что даже при небольших скоростях потока воды ( $v = 1$  м/с) давление  $p$  будет составлять примерно 13,5 атм. Высокое давление воды, возникающее в результате гидроудара, является источником энергии в гидротаранах, которые уже более 200 лет используются для подъема воды. Однако, в обычном гидротаране создается сравнительно небольшое давление воды (не более 20 атм.), незначительная часть которого (~ 10 %) используется для подъема воды. Современные технологии позволяют создавать значительно большие давления и использовать всю энергию гидроудара для вращения гидротурбины электростанции. Величину этой энергии  $E_{ин.}$  можно определить, зная объем воды  $V$ , падающей на лопатки гидротурбины за один цикл (период  $T$ ) работы гидроударной электростанции:

$$E_{ин.} = pV = \rho vCV = m_{ин.}vC, \quad (2)$$

где  $m_{ин.} = \rho V$  – инертная масса воды, давящая на лопатки гидротурбины за один период  $T$  работы;

$\rho$  – плотность воды.

Определим мощность  $N$  гидроудара:

$$N = (m_{ин.}vC) / T = mvC, \quad (3)$$

где  $m = m_{ин.}/T$  – массовый расход воды.

Для сравнения определим, при каком напоре  $h$  будет работать плотинная гидроэлектростанция такой же мощности при одинаковом массовом расходе воды  $m$ .

Работа падающего с высоты  $h$  потока воды массой  $m_{гр.}$  равна его потенциальной энергии:

$$E = m_{гр.}gh \quad (4)$$

Если масса воды, падающей на лопатки турбины за 1 с -  $m$ , то мощность потока, подаваемого на лопатки гидротурбины плотинной электростанции составит:

$$N = mgh \quad (5)$$

Приравняв мощности гидроударной (3) и плотинной (5) гидроэлектростанций, определим возможный напор:

$$h = (vC) / g \quad (6)$$

Принимая реальные значения [ 2 ] скорости потока воды в момент гидроудара  $v=10$ м/с, скорости ударной волны в турбулентной среде  $C = 800$  м/с,  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>, получим из соотношения (6)  $h = 816$  м ! Такой напор при расходе воды  $Q = 0,2$  м<sup>3</sup>/с (или 200 кг/с), соответствует мощностям существующих гидроагрегатов в 1 Мвт [ 3,4,5 ]. Проведенные

расчёты для в 2 раза большего расхода воды при таком же напоре дают увеличение мощности гидроударной электростанции до 4 Мвт [ 3 ] .

### Принцип работы гидроударной электростанции

Общий принцип работы простой гидроударной электростанции, одинаковый для всех разработанных ГУЭС [2,6,7,8 ], можно пояснить при помощи функциональной блок-схемы, изображённой на рис. 1. Наименования функциональных блоков и выполняемые ими функции следующие:

1 – напорный бак с водой, предназначенный для создания небольшой начальной скорости потока воды;

2 – гидроударная установка, состоящая из прерывателя потока, питающей трубы, отбойного и нагнетательного клапанов и предназначенная для создания высокого давления воды на выходе;

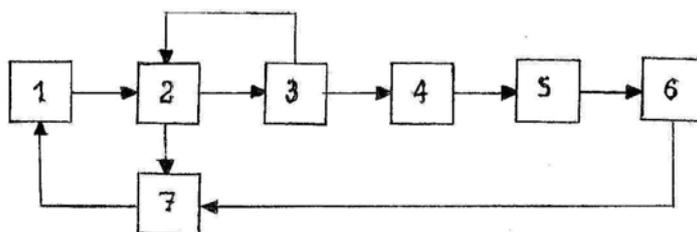


Рис. 1. Функциональная блок-схема гидроударной электростанции:

3 – водовод, кратковременно накапливающий воду под давлением; 4 – стабилизатор давления воды, стабилизирующий давление на протяжении полного цикла работы ГУЭС;

5 – стабилизатор расхода воды – сопловый аппарат гидротурбины; 6 – гидроагрегат, состоящий из гидротурбины и электрогенератора; 7 – электронасос, перекачивающий отработанную воду, вытекающую из отбойного клапана гидроударной установки и гидротурбины в напорный бак.

Гидроударная установка 2 представляет из себя модифицированный гидротаран, в котором, для увеличения скорости потока воды, а значит и выходного давления (1), гидроудар осуществляется дважды – на входе и на выходе питающей трубы. Вода под небольшим давлением из напорного бака 1 в гидроударную установку 2 поступает через прерыватель потока (открытый обратный клапан), проходит через питающую трубу и, ускоряясь, через отбойный клапан, где и осуществляется гидроудар. Возникающая при этом ударная волна, перемещаясь с высокой скоростью  $C$ , высоким давлением закрывает прерыватель потока (обратный клапан) и открывает нагнетательный клапан, из которого вода под давлением поступает в водовод 3. После выхода воды из питающей трубы гидроударной установки 2, давление на выходе обратного клапана уменьшается, и он открывается. Кратковременное прерывание потока на входе питающей трубы (первый гидроудар) приводит к значительному увеличению скорости потока воды в питающей трубе, а следовательно (1), к существенному повышению давления после второго гидроудара у отбойного клапана. Импульс высокого давления преобразуется в меньшее, но действующее на протяжении всего цикла работы ГУЭС в стабилизаторе давления 4. Для этого используется специальный гидроаккумулятор. Далее при помощи простого соплового механизма гидротурбины 5 стабилизируется расход воды, после чего стабилизированный по давлению и расходу воды поток поступает на лопатки гидротурбины гидроагрегата 6 и вращает её. Отработанная вода гидроударной установки 2 и гидротурбины гидроагрегата 6 подаётся к электронасосу 7, перекачивающему эту воду обратно в напорный бак 1. На этом заканчивается полный цикл работы ГУЭС. Далее работа осуществляется по укороченному циклу, который начинается с первого гидроудара у прерывателя потока гидроударной установки 2.

Для технической реализации ГУЭС могут использоваться существующие элементы и материалы. ГУЭС может комплектоваться гидроагрегатами производимыми в Чехии [3], в Великобритании [4] и в России [5], которые приводятся во вращение турбиной Пелтона, работающей при высоких напорах (до 1000 м) и малых расходах воды, совместимых с рассматриваемыми ГУЭС. Применение таких гидроагрегатов даст возможность вырабатывать большие электрические мощности (до 5 Мвт).

Известные опытные образцы гидроударных электростанций используют для привода гидроагрегата обычный гидротаран, не позволяющий создавать высокие давления (до 100 атм.). Поэтому мощности таких электростанций ограничиваются единицами киловатт.

### Принцип работы гидроударных теплогенераторов

Гидроударные теплогенераторы (ГТ) предназначены для производства и транспортировки к потребителю горячей воды, используемой в системах отопления и для бытовых нужд. В разработанных системах [9, 10] используется кавитационное нагревание воды. Главным элементом ГТ является гидроударная установка, действующая так же, как и в ГУЭС. В начале питающей трубы гидроударной установки возле нагнетательного клапана устанавливается кавитатор, имеющий форму полусферы. Скоростной поток воды, обтекающий кавитатор, ещё сильнее ускоряется на прямоугольных краях кавитатора. Поэтому за кавитатором давление сильно уменьшается и начинается кипение воды - кавитация, сопровождающееся образованием большой паро-газовой каверны. В конце питающей трубы у отбойного клапана создаётся гидроудар. Образующаяся при этом ударная волна распространяется с большой скоростью  $C$  в обратном направлении и высоким давлением воды разрушает (схлопывает) каверну. Процесс схлопывания каверны протекает столь быстро, что давление и температура воды в центре каверны сильно возрастают и нагревают окружающую воду, которая через нагнетательный клапан под большим давлением поступает в воздушный колпак, в качестве которого целесообразно использовать современный объёмный гидроаккумулятор, выравнивающий давление и транспортирующий горячую воду к потребителям.

Тепловая мощность ГТ определяется из соотношения [9]:

$$N = (P - P_k)V_k / T, \quad (7)$$

в котором  $P$  – давление фронта ударной волны,  $P_k$  – давление газа внутри каверны;

$V_k$  – объём паро-газовой каверны;

$T$  – время одного периода работы ГТ.

Преимущество гидроударных кавитационных теплогенераторов перед иными кавитационными теплогенераторами заключается в том, что, как следует из формулы (7), большая разность давлений  $P - P_k$  и большой объём каверны  $V_k$ , в ГТ позволяют получать значимые тепловые мощности. Расчёты выполненные для небольшой питающей трубы гидроударной установки длиной 2 м и диаметром 0,12 м тепловая мощность составляет  $N = 30,4$  кВт при расходе циркулирующей воды  $Q = 8,3$  кг/с [10]. Такой мощности вполне достаточно для обогрева небольших зданий. Увеличение тепловой мощности можно достичь, увеличивая длину и диаметр питающей трубы.

### Преимущества гидроударной энергетики

Проведенные исследования [2,5–10] позволяют сделать выводы о том, какими преимуществами могут обладать гидроударные электростанции (ГУЭС) по сравнению с плотинными гидроэлектростанциями (ПЭС), тепловыми электростанциями (ТЭС) и атомными электростанциями (АЭС) такой же мощности.

1. Затраты на проектирование, строительство и эксплуатацию ГУЭС на порядки меньше.

2. В качестве источника возобновляемой энергии в ГУЭС используется постоянный объём циркулирующей воды. Поэтому ГУЭС, в отличие от ПЭС, можно эксплуатировать в местах, удалённых от рек и водоёмов.

3. ГУЭС и ГТ могут находиться непосредственно в месте потребления электроэнергии

и тепла, поэтому исключаются потери на их транспортировку.

4. ГУЭС и ГТ не влияют на изменения окружающей среды, не загрязняют воздух, воду и почву.

5. На строительство ГУЭС и ГТ требуется намного меньше времени, чем на строительство ПЭС, ТЭС и АЭС.

6. При эксплуатации ГУЭС и ГТ полностью отсутствует потребление энергоносителей (углеводородного или ядерного топлива).

7. Быстрая окупаемость строительства и безопасность эксплуатации.

К недостаткам ГУЭС следует отнести повышенный шум, создаваемый гидроударной установкой. Однако звукоизоляция помещения, в котором находится ГУЭС, позволяет ликвидировать шум.

В отличие от ветровых и солнечных электростанций, работа ГУЭС не зависит от изменений окружающей среды (наличия ветра, солнца).

#### **О экономических аспектах внедрения гидроударной энергетики**

Перечисленные преимущества гидроударной энергетики позволяют сделать выводы об экономической, экологической и энергетической эффективности разработки, внедрения и эксплуатации систем гидроударной энергетики ГУЭС и ГТ.

Особенно малую стоимость имеют ГТ, так как для их изготовления не требуется закупки немало стоящего гидроагрегата, содержащего гидротурбину Пелтона и электрогенератор. Выполненная калькуляция всех расходов на проектирование и изготовление оригинальных узлов, на закупку готовых элементов, на сборку, наладку и проведение испытаний первого экземпляра ГТ мощностью 30 квт составляет примерно 200 тыс. гривен (по ценам 2014 г.). Каждый последующий экземпляр ГТ по себестоимости не будет превышать 100 тыс. гривен. Собственник такого ГТ будет навсегда избавлен от расходов на энергоносители, потребляемую системой воду на эксплуатационные расходы и будет иметь надёжную систему отопления, а при небольших расходах холодной воды, систему горячего водоснабжения в собственном доме или в небольшом производственном помещении. Особенно целесообразно с экономической точки зрения использование ГУЭС и ГТ в местах, удалённых от любых источников энергии, включая ветер, воду и солнце. Такие же системы повышенной мощности могут эффективно использоваться и в промышленных районах для автономного энергоснабжения жилых и производственных помещений. Широкое внедрение ГУЭС и ГТ позволит навсегда избавиться от использования дорогостоящих энергоносителей на производство электроэнергии и тепла и сохранит в чистоте среду обитания человека.

Однако любое олигархическое общество не заинтересовано лишиться сверхприбылей от использования дорогостоящих углеводородных и других источников энергии для производства электроэнергии и теплой воды. Станут не нужными теплоцентрали, тепловые и атомные электростанции, приносящие огромные прибыли олигархам и монополистам и загрязняющие окружающую среду. Только в общественной системе, заботящейся о благе человека, о сохранении чистоты окружающей среды возможна широкая реализация проектов гидроударной энергетики. Остаётся надеяться на смелых предпринимателей, готовых вложить небольшой капитал в новую гидроударную энергетику для получения собственной выгоды и внедрения прогрессивных технологий в энергетическую безопасность страны.

#### **Список используемой литературы:**

1. Скворцов Л. С., Долгачёв Ф. М., Викулин П. Д., Викулина В. Б. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения. – М., «Архитектура-с». – 2008. – 255 с.
2. Нефедов Ю. И. Гидроударная электростанция с замкнутым циклом работы без потребления энергии от внешних источников. В ж. «Энергосбережение·Энергетика·Энергоаудит», 2014, № 12, С. 17–21.
3. Small hydro ( <http://www.ckdsh.cz/en/products> ).
4. Gilkes hedropower ( <http://www.gilkes.com/Hedropower> ).
5. ИНСЕТ Продукция ( [http://www.inset.ru/r\\_offers/Pelton.type.htm](http://www.inset.ru/r_offers/Pelton.type.htm) ).
6. Патент UA 98216 F03B 13/12, опубл. 27.04. 2015, бюл. № 8.
7. Патент UA 101445 F03B 13/12, опубл. 10.09.2015, бюл. № 17.

8. Неведов Ю. И. Гидроударная электростанция. В ж. «Энергосбережение · Энергетика · Энергоаудит», 2015, № 4, с. 36-39.
9. Патент UA 88309 F24H 1/00, опубл. 11.03.2014, бюл. № 5.
10. Патент UA 93223 F24H 1/00, опубл. 25.09.2014, бюл. № 18.

#### References:

1. Skvorcov L. S., Dolgachov F. M., Vikulin P. D., Vikulina V. B. Hydraulic of System Water-Supply and [Gidravlika system vodosnabgenija i vodootvedenija] // Disposal. – M., “Arhitektura-c”, 2008, 255 p.
2. Nefedov J. I. Hydraulic Shock Electric Station with Closed Circle of Work Without Energy Consumption from External Source. [Gidroudarnaja elektrostancija s zamknutim ciklom raboti bez potreblenija energii ot vneshnih istochnikov] / Nefedov J.I. // Energy saving · Power engineering · Energy audit, № 12, 2014 – Kh. P. 17–21.
3. Small hydro ( <http://www.ckdsh.cz/en/products> )
4. Gilkes hedropower ( <http://www.gilkes.com/Hedropower> )
5. INSET Produkcija ( [http://www.inset.ru/r\\_offers/Pelton.type.htm](http://www.inset.ru/r_offers/Pelton.type.htm) )
6. Patent UA 98216 F03B 13/12, opubl. 27.04.2015, bul. № 8
7. Patent UA 101445 F03/B 13/12, opubl. 10.09.2015, bul. № 17
8. Nefedov J. I. Hydraulic Shock Electric Station [Gidroudarnaja elektrostancija] // Energy saving · Power engineering · Energy audit, № 4, 2015. – Kh.: – P. 36–39.
9. Patent UA 88309 F24H 1/00, opubl. 11.03.2014, bul. № 5.
10. Patent UA 93223 F24H 1/00, opubl. 25.09.2014, bul. № 18.

Поступила в редакцию 15.10 2015 г.