

$$N_z = \frac{N_a}{z} \quad (7)$$

Как известно из законов гидродинамического подобия для турбин при переходе от диаметра одиночной турбины  $D$  к диаметру сдвоенной турбины  $D_z$ , отношение их мощностей  $N$  и  $N_z$  выразится как

$$\frac{N}{N_z} = \frac{D^2}{D_z^2} \quad (8)$$

Отсюда

$$Z = \frac{D^2}{D_z^2}; n_z = n \frac{D}{D_z}; n_z = n\sqrt{Z} \quad (9)$$

следовательно, при сдвигании турбин получаемое число оборотов агрегата  $n_z$  увеличивается по сравнению с числом оборотов одиночной турбины такой же мощности  $N$  на величину корня квадратного из числа сдвоенных колес  $Z$ , и коэффициент быстроходности выражается как

$$n_{sa} = \frac{n\sqrt{Z}\sqrt{N}}{H\sqrt{H}} \quad (10)$$

Последовательное соосное расположение рабочих колес одного за другим возможно при одном направляющем аппарате либо совсем без направляющего аппарата. При вращении соосных гидротурбин в противоположные стороны как ротора и контрротора создаются предпосылки к наивыгоднейшему гидродинамическому режиму их работы и значительному увеличению коэффициента быстроходности агрегата.

#### Список литературы

1. <http://www.vestifinance.ru/articles/42870/>
2. Кривченко Г.И. Гидравлические машины: Турбины и насосы. Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1978. – 320 с.
3. Степанов Г.Ю. «Гидродинамика решеток турбомашин», М.: Физматгиз, 1962г. – 512 с.
4. Виктор Г.В. «Гидродинамическая теория решеток», М., «Высш. школа», 1969г. – 368 с.
5. Готовский Е.В., Колтон А.Ю. Теория и гидродинамический расчет гидротурбин. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1974.

УДК: 621.311.21

#### МИКРО ГЭС С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ ПРИВОДОМ

**И. Г. Кенжаев, Р. Ж. Ураимов**

Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан. E-mail: [kenjaevig@rambler.ru](mailto:kenjaevig@rambler.ru)

#### MICRO HYDRO POWER PLANTS WITH DIFFERENTIAL DRIVE

**I.G. Kenjaev, R.Zh.Uraimov**

Osh State University, Osh city, Kyrgyzstan. E-mail: [kenjaevig@rambler.ru](mailto:kenjaevig@rambler.ru)

В настоящей статье, приведено описание конструкции и принцип работы разработанной микроГЭС, в которой использован мультипликатор с дифференциальным приводом, позволяющий выравнять и увеличивать частоты вращения и крутящие моменты на роторах. Повышения эффективности работы гидроустановки достигается за счет ветроколес установленных на другом конце роторов генераторов, предназначенных для дополнительного увеличения значения крутящих моментов.

This article is about the design and operation of the developed micro Hydro Station, where the multiplier with differential drive is used, which allows to align and increase the speed and torque on the rotor. Improvement of the efficiency of water systems is achieved by wind wheels installed on the other end of the generator rotor, which is intended to further increase of the torque values.

В настоящее время вырабатывание электрической энергии в Кыргызстане осуществляется в основном каскадом гидроэлектростанций, построенные в советское время на реке Нарын и всего до 5% приходится на долю теплоэлектростанций городов Бишкек и Ош. В последние годы, особенно в зимнее время, население республики испытывало трудности с частыми перебоями в подаче электроэнергии. Частые перебои в подачи электроэнергии и аварии в ГЭСах связаны с уменьшением воды на Токтогульском водохранилище из-за засухи. С учетом того, что в республике наблюдается тенденция к увеличению потребности в электрической энергии актуальной проблемой остается использование гидроэнергетического потенциала малых водотоков. По оценке авторов [1], суммарный, технически возможный для освоения энергетического потенциала малой энергетики Кыргызстана составляет 5-8 млрд. кВт.ч. электроэнергии в год. При этом потенциал гидроэнергетических ресурсов малых рек и водостоков со среднесезонными расходами от 3 до 50 куб. м/секунд используется всего на 3%.

Малая энергетика - это на сегодняшний день наиболее экономичное решение энергетических проблем для территорий, относящихся к зонам децентрализованного электроснабжения. Обеспечение энергией удаленных и энергодефицитных регионов требует значительных затрат. И здесь далеко не всегда выгодно использовать мощности существующей энергосистемы. Гораздо экономичнее развивать мощности малой энергетики, экономический потенциал которой в Кыргызстане намного выше, чем потенциал таких возобновляемых источников энергии, как ветер и биомасса. Необходимо отметить, что одним из наиболее экономически выгодным решением энергетических проблем для территорий, относящихся к зонам децентрализованного электроснабжения, является развитие строительства именно микроГЭС. В этом направлении в республике проводится определенная работа. Освоено промышленное производство и успешно эксплуатируется микрогидроэлектростанции с установленной мощностью 1; 5; 16 и 22 кВт [2]. Разрабатываются и создаются оригинальные конструкции микроГЭС, которые установлены по заказу потребителей в разные уголки нашей страны и успешно эксплуатируются [3].

Анализ публикаций и патентного исследования последних времен показал, что одним из перспективных направлений в разрабатываемых конструкциях микроГЭС является использования двух гидротурбин[4]. По задумке авторов, одна из турбин соединена с валом ротора гидрогенератора, а другая, с валом статора, имеющим противоположное вращение. При этом каждая из турбин расположена в одной из двух отдельных параллельных труб приема воды. Предлагаемая авторами конструкция обеспечивает повышение мощности гидроагрегата при сохранении его размеров и при наличии двух отдельных несоосных турбин за счет двойной суммарной скорости ротора и статора (за счет противоположных направлений их вращение) эффективность и четырехкратную компактность генератора, отсутствие гидравлических потерь, свойственных соосному контрроторному агрегату. Однако, подавляющее большинство микроГЭС бироторного типа в своей конструкции предусматривают гидротурбины, которые работают при достаточно больших напорах и невозможно применять на низконапорных водотоках.

В настоящей работе приведено описание конструкции и принцип работы разработанного нами микроГЭС с комбинированным приводным механизмом работающем при небольших напорах.

Известно, что основным недостатком водяных колес является малая частота вращения колеса, что не позволяет прямое соединение оси колеса с валом электрического генератора и как правило, для повышения оборотов генератора используются дополнительно различные мультипликаторы.

В предлагаемом варианте микроГЭС, использован механизм мультипликатора с дифференциальным приводом, что дает возможность увеличивать или уменьшать скорость вращения генераторов. МикроГЭС оснащен ветряными колесами, способствующие дополнительному увеличению значения крутящих моментов на генераторах микроГЭС.

Отличительной особенностью этой гидроустановки является применение вращающихся в противоположных направлениях рабочих колес закрепленных на двух валах, помещенных один внутри другого, которые соединены с дифференциалом с полуосями. Передача крутящих моментов к роторам генераторов осуществляется посредством шестерен, установленных на концах полуосей и роторов. Диаметры ведущих и ведомых шестерен дифференциала, а также, диаметры шестерен установленных на полуосях и роторах имеют разные размеры, что в конечном итоге приводит к увеличению частоту вращения роторов генераторов. С целью повышения эффективности работы гидроустановки на другом конце роторов генераторов установлены ветроколеса для дополнительного увеличения значения крутящих моментов.

Основной целью разработанного микроГЭС является улучшение энергетических характеристик гидроустановок работающих на низконапорных потоках воды и предназначенных для электроснабжения.

МикроГЭС состоит из следующих элементов: в корпусе 1 (рис.1.) гидроустановки, установлены две рабочие колеса, состоящие из основных 4 и дополнительных 5, крыльчаток. Рабочие колеса расположены соосно на двух валах 2 и 3, из которых, вал 2 находится внутри вала 3. На внутренний вал, жестко установлены нижнее рабочее колесо и верхняя ведущая шестерня 9 дифференциала. Внутренний вал установлен в корпусе при помощи подшипников 6. Таким же образом, на наружный вал установлены верхнее рабочее колесо и нижняя ведущая шестерня дифференциала. Ведомые шестерни дифференциала и полуоси выполнены как одно целое. На свободный конец полуосей установлены шестерни для привода ротора генератора. Полуоси также, установлены в корпусе при помощи подшипников. На другом конце генераторов 12, установлены ветряные колеса 13, для дополнительного увеличения крутящих моментов. Для установки гидроустановки на мелководье свободный конец нижнего вала снабжен опорным наконечником 16. На верхней части корпуса 1, расположен поплавок 8, для установки гидроустановки на более глубокой воде.

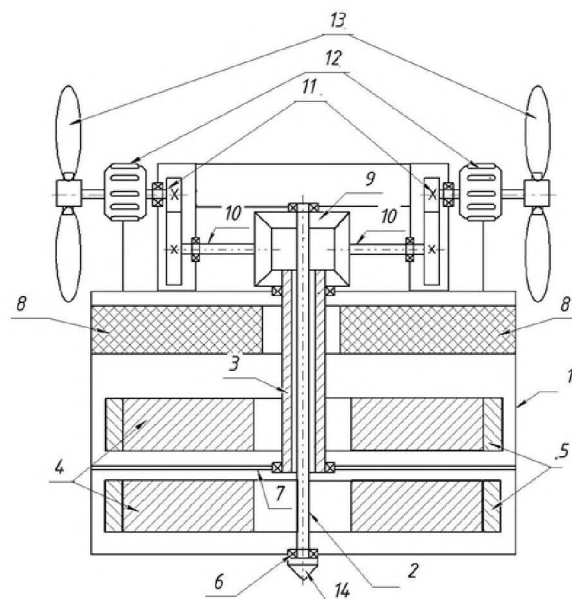


Рис.1. Кинематическая схема микроГЭС с дифференциальным приводом.

Лопастей 4 и 5 рабочих колес преобразуют кинетическую энергию воды в кинетическую энергию роторов генераторов 12 посредством нижнего 2 и верхнего 3 валов, дифференциала 9, полуосей 10 и приводного механизма 11. Установленные на свободном конце роторов ветроколеса преобразуют кинетическую энергию ветра в кинетическую энергию роторов. Генераторы 12 преобразуют кинетическую энергию вращения в электрическую энергию (электромагнитная индукция).



Рис.2. Фотоснимок макетного образца микроГЭС с дифференциальным приводом.

Принцип работы предлагаемого типа микроГЭС заключается в следующем: микроГЭС устанавливается на водоток (ручейка, река, и т.д.) вертикально. При этом, фиксатор 14(рис.1.) должен достигать дно водотока. При необходимости возможно использование дополнительного оборудования (тросы, упоры, подпорки и т.д.) для обеспечения надежности установки. Водяные колеса, установленные на двух валах расположенных один в другом, под напором проточной воды вращаются в противоположных направлениях. Вал 3, верхнего водяного колеса жестко соединен с нижней ведущей шестерней дифференциала, а вал нижнего водяного колеса, с верхней шестерней дифференциала. Понятно что, при вертикальном расположении водяных колес на проточной воде, крыльчатки каждого колеса испытывают разные напоры и естественно разные давления воды в зависимости от глубины. Использование дифференциала с жестко соединенными ведущими шестернями с валами водяных колес позволяет с одной стороны, выравнять частоты вращения колес, а с другой, суммируются крутящие моменты, создаваемые каждым водяным колесом в отдельности.

Из рисунка 2 видно, что диаметры ведущих и ведомых шестерен дифференциала выполнены разных размеров. Такое решение было принято, чтобы исключить применение в дополнительных мультипликаторов для увеличения частоты вращения роторов генератора. В данном случае, дифференциал одновременно играет и роль мультипликатора.

Предлагаемая конструкция обеспечивает синхронность работы генераторов и открывает возможность установки каскадной схемы генераторов на одной гидроустановке.

#### Список литературы

1. Рахимов К.Р., Беляков Ю.П. Гидроэнергетика Кыргызстана. – Бишкек: «Техник», 2006.
2. Липкин В.И., Богомбаев Э.С. Микро и малые гидроэлектростанции в Кыргызской республике. Справочное пособие, -Бишкек, 2012.-С.116
3. Кенжаев И.Г., Айдарбеков З.Ш., Жороев А.М. Опыт внедрения микроГЭСов для отдаленных потребителей и методика расчета их технико-экономических показателей. –Ош: «Вестник Ошского государственного университета», 2014 г., №3, стр. 132-135.
4. Авторское свидетельство СССР №2179260 Кл. С2, F 03В3/02.

УДК 321.316

### ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С УЧЕТОМ ИХ ПОТЕРИ

**Калимбетов Галим Примжанович**, старший преподаватель, Центральный Азиатский Университет, Казахстан, г. Алматы, ул. Жандосова 60, e-mail: gala\_84\_11@mail.ru

Потребители электроэнергии имеются повсюду. Электроэнергию не удастся консервировать в больших масштабах. Она должна быть потреблена сразу же после получения. Поэтому возникает необходимость в передаче электроэнергии на большие расстояния. Передача энергии связана с заметными потерями. Согласно основам теории цепей «потерянная» энергия в элементах электрической сети зависит от величины протекающих по ним электрических токов и количественно оценивается выделяемой в них теплотой. В данной статье рассматриваются особенности моделирование передачи электроэнергии с учетом их потери.

**Ключевые слова:** электроэнергия, потери электроэнергии, передача электроэнергии, метод оценки потерь, макропроекты.

### THE FEATURE OF MODELLING TRANSFER ENERGY WITH CALCULATION OF THEIR LOSES

**Kalimbetov Galym P.**, Senior teacher, Kazakhstan, c. Almaty, Central Asian University, e-mail: gala\_84\_11@mail.ru

Electric power consumers are everywhere. Electricity is not possible to preserve a large scale. It should be consumed immediately after receiving. Therefore there is a need for power transmission over long distances. Therefore arises need to power transmission over long distances. The transfer of energy connected with appreciable loss. According to the basics of circuit theory "lost" energy in the elements of the electrical network depends on the amount flowing through them electric currents and quantified allocated to them warmth. The features of modeling power transmission in accordance with their losses are discussed in this article.

**Keywords:** electricity, power losses, power transmission, method of assessing the losses microprojects.

В настоящее время главной задачей в рамках приоритета развития казахстанской энергетики является наращивание энергетической базы и обеспечение растущих потребностей населения и экономики необходимыми энергетическими ресурсами на основе развития современных энергетических комплексов и альтернативных источников энергии в увязке с реализуемыми и планируемыми макропроектами. Это особенно касается энергодефицитных регионов страны, так как потребители электроэнергии имеются повсюду.