УДК 621.311.212-022.53

ГРАВИТАЦИЯЛЫК МИКРО ГЭСТИН КЛАССИФИКАЦИЯСЫ

Ашимбекова Бекайым Ашимбековна, аспирант, И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети Кыргызстан, 720044, Бишкек ш., Ч.Айтматов пр., 66.

Обозов Алайбек Джумабекович, техника илимдеринин доктору, профессор, И.Раззакова атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети, Кыргызстан, 720044, Бишкек ш., Ч.Айтматов пр.66. Тел: 0559190606, e-mail: obosov-a@mail.ru

Аннотация. Бул макала гравитациялык микро ГЭСти түзүү тажрыйбасын талдоого жана жалпылоого арналган. Илим-изилдее институттарынын адабияттарына жана илимий басылмаларына обзор жургузулду. Анын негизинде техникалык чечимдерди түзүүгө деталдуу талдоо жана баа берүү жүргүзүлдү. Микро ГЭСтерди, ошондой эле конструкциянын негизги бөлүктөрүнүн элементтерин тандоонун ыкмалары жана эсептөөлөрү каралат. Микро ГЭСтердин мүмкүн болгон схемаларын кошуу. Гравитациялык микро ГЭСтин квалификациясы сунушталууда.

Ключевые слова: гравитациялык микро ГЭС, гравитациялык-бурунду электр станциясы, методу, классификациясы, гидравликалык куюндук турбинасы.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГРАВИТАЦИОННОЙ МИКРО ГЭС

Ашимбекова Бекайым Ашимбековна, аспирант, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел:0709415908, e-mail: ashimbekova9590@gmail.com

Обозов Алайбек Джумабекович, д.т.н., профессор, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел:0559190606, e-mail: obozov-a@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья посвящена анализу и обобщению опыта создания гравитационной микро ГЭС. Проведен обзор литературы и научных публикаций исследовательских институтов. На основе которых, проведен детальный анализ и оценка создания технических решений. Рассмотрены методы и расчеты выбора микро ГЭС, а также элементов основных частей конструкции. Дополнение возможных схем размещения микро ГЭС. Предлагается квалификация гравитационной микро ГЭС.

Ключевые слова: гравитационная микро ГЭС, гравитационная-вихревая электростанция, метод, классификация, гидравлическая вихревая турбина.

CLASSIFICATION OF GRAVITY MICRO HPP

Ashimbekova Bekaiym Ashimbekovna, post-graduate student, Kyrgyz State Technical University named after. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, 66 Ch. Aitmatov ave.

Obozov Alaibek Dzhumabekovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kyrgyz State Technical University named after. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov Ave. 66. Tel: 0559190606, e-mail: obozov-a@mail.ru

Annotation. This article is devoted to the analysis and generalization of the experience of creating a gravitational micro hydroelectric power station. A review of the literature and scientific publications of research institutes was carried out. On the basis of which, a detailed analysis and evaluation of the creation of technical solutions was carried out. Methods and calculations for the selection of micro hydroelectric power plants, as well as elements of the main parts of the structure, are considered. Addition of possible schemes of placement of micro hydroelectric power stations Qualification of gravitational micro hydroelectric power station is offered.

Key words: gravitational micro HPP, gravitational-vortex power plant, method, classification, hydraulic vortex turbine.

Нынешняя ситуация в энергосекторе Кыргызской Республики определяет необходимость поиска новых путей в выработке электроэнергии. Дальнейшее развитие традиционных подходов связывают с использованием углеводородного топлива, нефти, угля, газа и т.п. Это приводит к масштабным вредным воздействиям на окружающую среду, поэтому использование экологически чистых источников энергии представляется весьма перспективным и актуальным. Гидроэнергетика, является одним из вариантов альтернативной энергетики. Она также считается «чистой энергией» без какого-либо вреда для окружающей среды. Воздействие малых гидроэлектростанций на окружающую среду минимально. Система микро ГЭС работающая на основе использования энергии воды для энергоснабжения домов, автономных сельских потребителей является весьма эффективным решением [1]. Одним из важных преимуществ микро ГЭС является доступность, автономность, высокая эффективность, простота и прочность в работе [2]. Поэтому выработка электроэнергии из небольших открытых источников воды с использованием микро ГЭС является эффективным способом получения чистой энергии [16,17].

В настоящее время существует два способа получения электроэнергии из малых водных источников: байпасный метод и метод открытого канала. Байпасный метод предусматривает перепуск воды через микро ГЭС из деривационного канала. Метод открытого канала предусматривает установку микро ГЭС непосредственно в канал. Преимущество байпасного метода в том, что вытесняемая из системы вода сразу возвращается в канал и в дальнейшем может быть использована по назначению. Этим методом в настоящее время пользуются многие компании, занимающиеся проектированием и эксплуатацией гравитационной микро ГЭС. В последние годы широкое внимание стали привлекать, так называемые, гравитационно-вихревые микро ГЭС, использующие свободный поток воды в качестве источника кинетической энергии. Кинетическая энергия

вырабатывается за счет вихря, обтекающего вертикально сверху гравитационно-вихревую силовую турбину в цилиндрическом корпусе с дренажем внизу. Эта система может ускорять поток воды и преобразовывать его в кинетическую энергию для приведения в движение турбины [3,4]. В этой области исследований Франц Зотлотерер первым разработал генератор с вихревым приводом [5]. Он построил низконапорную электростанцию, приводимую в движение турбину от безнапорного вихря. Свободный вихревой поток представляет собой разновидность механической энергии, генерируемой силой вращения жидкости. В этой системе вся масса жидкости вращается либо под действием силы тяжести, либо под действием самого давления жидкости, и масса жидкости вращается без приложенной внешней контактной силы. Водяная турбина свободного вихря, состоящая в основном из бака и рабочего колеса [6], вырабатывает электроэнергию, вводя поток воды в бассейн и используя свободный вихрь, образующийся при сливе воды со дна бассейна [7]. Поэтому в нем задействована водяная турбина, которая вырабатывает электроэнергию с малым расходом и низким напором воды [8]. Благодаря компактной структуре, простоте конструкции и возможности изготовления на месте, он может быть полезен для сельских районов при автономном снабжении [7].

Гравитационная микро ГЭС является одним из представителей низконапорных микро ГЭС. Скорость водотока, на котором способна работать данная микро ГЭС от 0,7 до 2 метров, выходная мощность варьируется от 500 Вт до 100 кВт [8]. Такие мощности достигаются благодаря тому, что турбина работает не по перепаду давления, а по динамической силе вихря. На данный момент нет точных геометрических, гидравлических зависимостей от входных параметров, формы бассейна и лопастей. В мировой практике используются примерные расчетные формулы, исходя из них подбираются основные части. Факторы, ограничивающие размер устройства, не ясны, но могут представлять собой образование вихря и ограничения по размеру входного и выходного отверстий. Вихрь может не образовываться на более крупных бассейнах и с большими выходами. Недостаток исследований и доступной литературы по-прежнему остаются основными проблемами для того, чтобы технология вышла за пределы стадии проектирования.

На данном этапе исследования был проведен анализ имеющихся данных и новых технологических решений. Была составлена классификация микро ГЭС по следующим параметрам:

1. По способу подачи воды в бассейн
2. По форме бассейна
3. По месту расположения микро ГЭС в зависимости от потока воды
4. По схеме соединения микро ГЭС в каскад
5. По форме лопастей турбины

1. Подача воды в бассейн

Подача воды в бассейн возможна двумя способами, это ирригация или установка микро ГЭС на линии потока воды.

Способ ирригации состоит в том, что поток воды направляется в бассейн микро ГЭС по каналам, они могут быть открытые, закрытые или под землей. Основным требованием к ирригационным каналам является их пропускаемая способность, так как гравитационная микро ГЭС работает на низких напорах и больших расходах. Необходимо поддерживать постоянную пропускную способность ирригационного канала чтоб сохранить и не оказывать влияния на образования водяного вихря [16,17]

Установка микро ГЭС на линии потока воды мало изученный способ, он возможен при небольшой ширине реки или канала. Однозначно, что этот способ менее надежен, так как отпадает возможность контроля расхода и напора воды поступающего в бассейн. Так же необходима установка фильтрации и сороудерживающих систем.

2. Форма бассейна

В практике используются две формы, цилиндрическая и коническая. Цилиндрическая

форма. (Рис.1) Сила гравитации направляет поток воды по касательной прямой, где, спускаясь закручивается в спираль. Сток находится в самом центре бассейна, где образуется вихрь. Это один из самых безопасных и экологически чистых способов. Лопасти турбины не только не приносят вреда рыбам, они также не препятствуют их миграции. Вода всасывает воздух благодаря вихрю, что создает дополнительную аэрацию. Это помогает микроорганизмам быстрее очищать воду от загрязнений [9]. Входное отверстие имеет прямоугольную форму длиной L. Диаметр цилиндра D, высотою Hc. Оптимальная вихревая устойчивость достигается в диапазоне соотношений диаметра отверстия к диаметру бассейна (d / D) от 14 до 18% для участков с низким и высоким напором соответственно [10].

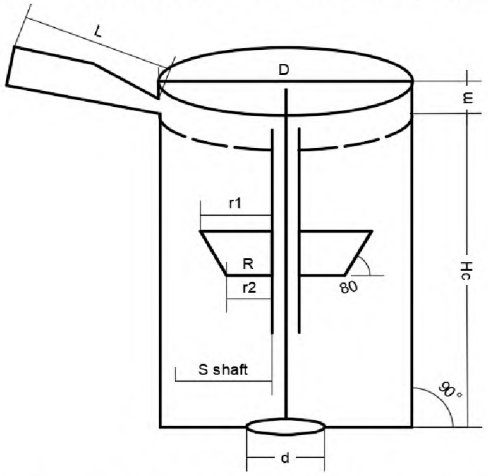

Рис.1 Схема цилиндрической формы бассейна

Коническая форма. Коническая конструкция бассейна использует принцип, когда вода движется вниз по вихрю в круговом движении, и энергия может быть извлечена на каждом уровне (Рис. 2). Отличительной особенностью конструкции является то, что вода проходит серию лопастей (R1, R2,R3 …) на пути к выпускному отверстию (d) конической конструкции тем самым обеспечивая большой отбор энергии от гидропотока. В настоящее время такой способ находится на теоретической стадии исследования, пока нет известных рабочих моделей [11].

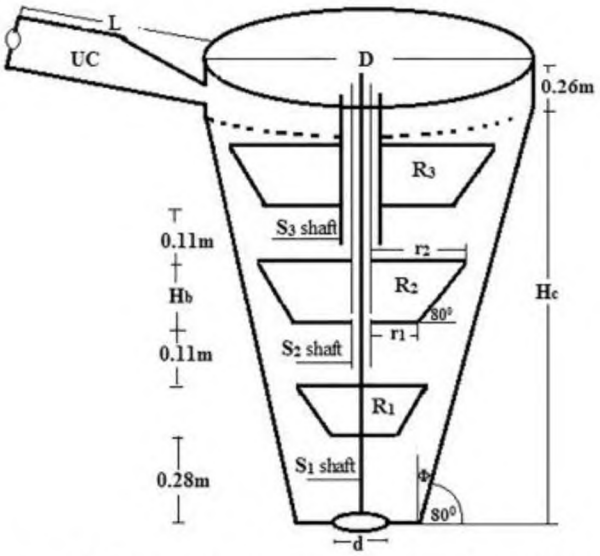

Рис.2 Схема конической формы бассейна

3. Место расположения

Существуют различные схемы расположения микро ГЭС, которые удовлетворяют необходимые требования потребителей. Известны следующие возможные варианты [12]:

- Подземная установка гравитационной микро ГЭС, где все подводящие каналы скрыты под землей для сохранения экологии и ландшафта.
- Гравитационная микро ГЭС работающая параллельно уже с существующими гидросооружениями или в местах недоступных для строительства других гидросооружений.
- Гравитационная микро ГЭС может быть установлена на естественном склоне, на дне водопада.
- Гравитационную микро ГЭС можно установить на пологом склоне с удлиненным входным патрубком.

4. Схемы соединения гравитационной микро ГЭС

Гравитационная микро ГЭС может работать в каскаде с параллельной или последовательной схемой соединения в сеть

К настоящему времени научно-обоснованные методы расчета и оптимизации схемных решений отсутствуют. Эта задача ждет своего решения [13].

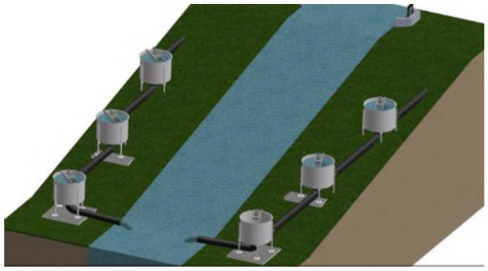

Рис. 3 Параллельно- последовательное соединение гравитационной микро ГЭС

5. Форма лопастей гидравлической турбины

Большое внимание было уделено проектированию лопастей турбины в цилиндрических бассейновых системах с целью повышения эффективности преобразования энергии. Были исследованы различия типов турбин, форм, количеств лопастей и т.п. Установлено, что для гравитационного типа микро ГЭС наиболее приемлемой и рациональной являются ротационная турбина, которая отличается высокой эффективностью, простой и надежностью. Положение лопастей в вихре также было рассмотрено. Доказано, что эффективность уменьшается с увеличением числа лопастей, поскольку они вызывают большее искажение в вихре. Эффективность также уменьшается с увеличением радиусов лопастей. [14,17].

Простая форма лопастей вращается при движении воды в горизонтальной плоскости (Рис. 4). Количество лопастей варьируется в зависимости от конструкции, но исследования показали, что производительность улучшается при уменьшении количества лопастей.

Обтекаемые лопасти создаются с перегородками сверху и снизу для полного захвата воды (Рис. 4). Исследования показывают, что оптимальный размер перегородки составляет 30% от закрытия. Большие размеры перегородок, как правило, задерживают воду и увеличивают инерцию лопасти. [15,16]

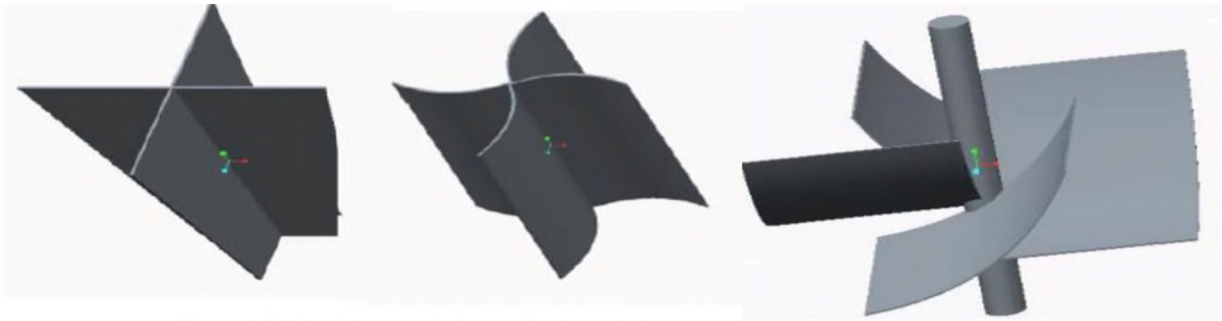

Рис. 4 Прямоугольные, изогнутые и угловые формы лопастей

По итогам исследования строения, принципа работы, места расположения и схемы соединения была составлена классификация гравитационной микро ГЭС. (Схема 1)

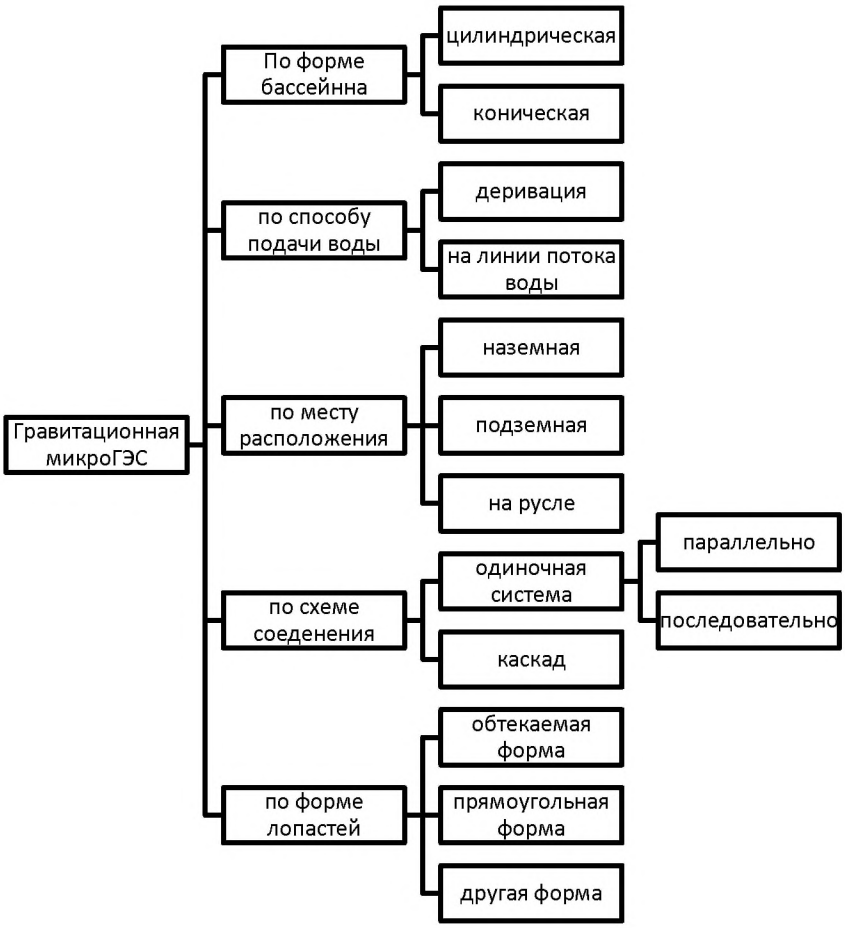

Схема 1. Классификация микро ГЭС

Заключение

Проведя обзор и анализ опыта использования и эксплуатации гравитационной микро ГЭС, было обнаружено что на данный момент нет научно-обоснованной методологии расчета и выбора основных математических и геометрических параметров. Отсутствуют стандарты по строительству и эксплуатации. Отсутствуют зависимости геометрических, гидравлических параметров гидротурбины от входных значений гидропотока и формы бассейна. Существует достаточно большое разнообразие испытуемых моделей, которые имеют разные параметры гравитационной микро ГЭС. Осуществлена их систематизация и предложена классификация.

Список литературы

1. Баклин А.А., Голощапов В.М., Асанина Д.А., Рябов А.В., «Исследование возможности применения водоворотной микрогидроэлектростанции на тихоходных реках Пензенской области» // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. – 2015. – Т. 27, №5. – С. 68-73.
2. Бесплотинные микро ГЭС [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://szemp.ru/raznoe/mikro-ges-besplotinnye.html (дата обращения: 10.02.2022).
3. Dhakal, S.; Nakarmi, S.; Pun, P.; Thapa, A.B.; Bajracharya, T.R. Development and Testing of Runner and Conical Basin for Gravitational Water Vortex Power Plant. J. Inst. Eng. 2014, 10, 140–148.
4. Dhakal, S.; Timilsina, A.B.; Dhakal, R.; Fuyal, D.; Bajracharya, T.R.; Pandit, H.P.; Amatya, N.; Nakarmi, A.M. Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of runner: Gravitational water vortex power plant. Renew. Sustain. Energy Rev. 2015, 48, 662–669.
5. Франц Зотлотерер З. Гравитационно-вихревая электростанция. ZOTLÖTERER SMART-Energy-Systems: официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.zotloeterer.com (дата обращения: 21.01.2012).
6. Rahman, M.M.; Tan, J.H.; Fadzlita, M.T.; Wan Khairul Muzammil, A.R. A Review on the Development of Gravitational Water Vortex Power Plant as Alternative Renewable Energy Resources. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2017, 217, 012007.
7. Niroj, D.; Radha, K.S.; Sajjan, S.; Sanam, M.; Shree, R.S.; Ajay, K.J. Performance Analysis of Booster based Gravitational Water Vortex Power Plant. J. Inst. Eng. 2020, 15, 90–96.
8. M Rahman, et al: “A review on the development of gravitational water vortex power plant as alternative renewable energy resources”, 2017 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.
9. Гравитационно-вихревые ГЭС [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gidrotechnologies.ru/stroitelstvo-gidrojelektrostancii/16-gravitacionno-vihrevye-gjes.html (дата обращения: 20.01.2022).
10. S Mulligan: “Design and optimisation of a water vortex hydropower plant”, Department of Civil Engineering and Construction, IT Sligo.
11. Dhakal, Subash & Thapa, Arun & Nakarmi, Sushan & Pun, Pikam & Bajracharya, Tri. (2014). Development and Testing of Runner and Conical Basin for Gravitational Water Vortex Power Plant. Journal of the Institute of Engineering. 10. 10.3126/jie.v10i1.10895.
12. TURBULENT.BE: официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.turbulent.be (дата обращения: 20.01.2022).
13. VORTEX HUDRO ENERGY: официальны сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.vortexhydroenergy.com/ (дата обращения: 2.01.2022).
14. S Dhakal, et al: “Mathematical modeling, design optimisation and experimental verification of conical basin: Gravitational water vortex power plant”.
15. Ашимбекова Б.А., Обозов А.Дж., Исследование особенностей гравитационной микро ГЭС / Материалы №62 МНТСК «Наука, техника и инженерное образование в цифровую эпоху: идеи и решения» - 2020. - С.465.
16. Акпаралиев, Р. А. Особенности работы бироторного гидрогенератора / Р. А. Акпаралиев, А. Д. Обозов // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2011. – № 23. – С. 120-124. – EDN WBKMWH.
17. Обозов, А. Д. Метод экспертной оценки эффективности солнечного коллектора / А. Д. Обозов // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2015. – № 3(36). – С. 149-151. – EDN VYZLDZ.