

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БИРОТОРНОЙ МИКРОГЭС

Акпаралиев Руслан Абдысаматович, к.т.н., КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66, e-mail: rus8314@mail.ru [ORCID iD 0000-0001-9427-603X](https://orcid.org/0000-0001-9427-603X)

Медеров Таалайбек Тынчтыкович, к.т.н., КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66, e-mail: mtt-kg@mail.ru [ORCID iD 0000-0001-9915-9123](https://orcid.org/0000-0001-9915-9123)

Жоошбаева Чнара Жээнбаевна, преподаватель, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66, e-mail: zchnara@mail.ru

Аннотация. В настоящей статье изложены результаты работ по созданию конструкции бироторной микроГЭС с описанием его основных элементов и принципа автоматического балластного регулирования электрической нагрузки для стабилизации выходных параметров. Результаты работ по разработке испытательного стенда для проведения экспериментальных исследований, описание его работы и измерительных аппаратур. Приведена методика экспериментальных исследований, а также обработка и анализ результатов эксперимента.

Ключевые слова: бироторная гидротурбина, бироторный генератор, микроГЭС, лопасть, электрическая энергия, мощность, напряжение, гидравлический поток, расход воды, ток.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE BIROTOR TYPE MICRO HYDRO POWER PLANT

Akparaliev Ruslan Abdysamatovich, Candidate of Technical Sciences, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, av. Ch. Aitmatov, 66, KSTU named after I. Razzakov. e-mail: rus8314@mail.ru [ORCID iD 0000-0001-9427-603X](https://orcid.org/0000-0001-9427-603X)

Mederov Taalaibek Tynychtykovich, Candidate of Technical Sciences, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, av. Ch. Aitmatov, 66, KSTU named after I. Razzakov. e-mail: mtt-kg@mail.ru [ORCID iD is 0000-0001-9915-9123](https://orcid.org/0000-0001-9915-9123)

Zhooshbaeva Chnara Zheenbaevna, lecturer, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, av. Ch. Aitmatov, 66, KSTU named after I. Razzakov. e-mail: zchnara@mail.ru

Abstract. This article describes the results of the development design birotor type micro hydro power plant the description of its major elements and the principle of the automatic ballast regulating the electrical load to stabilize the output parameters. The results of the development test bed for the carrying out of experimental research, a description of its operation and measurement instruments. The technique of experimental studies, as well as the processing and analysis of experimental results, are presented.

Keywords: birotor type hydro turbine, birotor type generator, micro HPP, blade, electric energy, power, voltage, hydraulic flow, water flow, current.

Кыргызстан богат гидроресурсами, и поэтому целесообразно устранять существующие проблем с доступом к экологически чистым, недорогим и возобновляемым источникам энергии рассеянных маломощных потребителей путем использования микроГЭС. Поиск новых наиболее эффективных, простых, дешевых и не требующих установки гидротехнических сооружений микроГЭС всегда актуальная задача. В связи с этим нами ранее проводились исследования по разработке и созданию таких микроГЭС,

которые разработаны с учетом многих недостатков аналогов, так называемые бироторные микроГЭС [1]. В данной работе излагаются результаты разработки и экспериментального исследования.

Основные элементы конструкции бироторной микроГЭС показаны на рис.1. Как видно из рис.1 конструкция достаточно сложная и состоит из наконечника 1, конус обтекателя 2, первого рабочего колеса 3 правого вращения (вращающейся по часовой стрелке), второго рабочего колеса 4 левого вращения (вращающейся против часовой стрелке), графитовой набивки 5, вала ротора 6, гайки грундбукса 7, вала статора 8, переднего подшипника вместе с корпусом и крышкой 9, генератора 10, щетки токосъемника 11, кольца токосъемника 12, задней перегородки с монтированным на ней подшипником 13, заднего обтекателя 14, турбинной камеры 15, втулки 16, генераторного отсека 17, боковых водоотводных каналов 18, болтов крышки генераторного отсека 19, крышки генераторного отсека 20. Рабочие колеса гидротурбин состоят из двух деталей: а) лопасть; б) втулка. Каждое рабочее колесо имеет три лопасти, они равномерно расположены по диаметру силовой втулки.

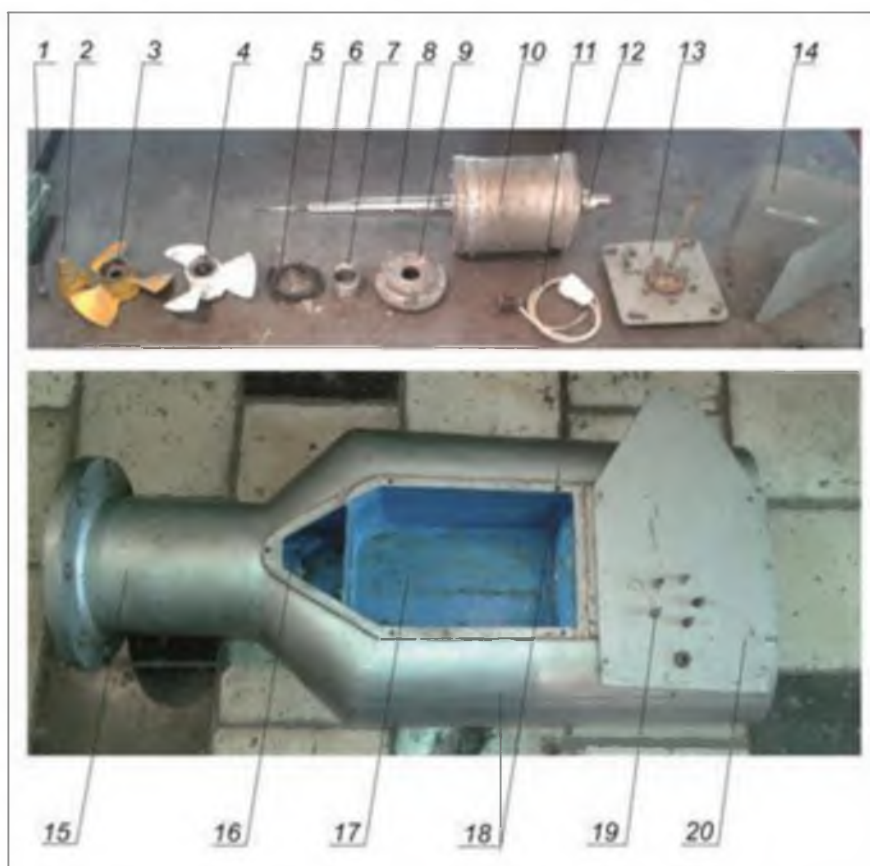


Рис.1. Элементы конструкции бироторной микроГЭС

1 – наконечник; 2 – конус обтекателя; 3 – рабочее колесо правого вращения; 4 – рабочее колесо левого вращения; 5 – графитовая набивка; 6 – вал ротора; 7 – гайка грундбукса; 8 – вал статора; 9 – передний подшипник; 10 – генератор; 11 – щетка токосъемника; 12 – кольца токосъемника; 13 – задний подшипник; 14 – задний обтекатель; 15 – турбинная камера; 16 – корпус грундбукса; 17 – генераторный отсек; 18 – боковые водоотводные каналы; 19 – болты крышки; 20 – крышка генераторного отсека.

Лопастей представляются в виде симметричных правильных геометрических фигур, имеющих расширенную часть в периферийной зоне с последующим плавным сужением по мере приближения к поверхности силовой втулки. Все лопасти жестко связаны с втулкой. Углы смещения лопастей относительно друг друга составляют 120° . Крепление рабочего

колеса к валу генератора осуществляется при помощи шпонки, которая размещается в теле втулки и вала для чего в них предусмотрены шпоночные канавки. Максимальный диаметр рабочего колеса составляет 200мм. Рабочие колеса первой и второй (правого и левого вращения) гидротурбины отличаются лишь размерами втулок и углами установок лопастей. Конус обтекателя исполняет роль гидравлического рассекателя и направляющего элемента. Корпус состоит из одиннадцати деталей соединенных между собой герметично сваркой. Как видно из рис.1 турбинная камера 15 и боковины 18 выполнены из куска стальной трубы с диаметром 218 мм. Корпус грундбукса 16 сделан из нержавеющей стали 12х49гт с диаметром 70 мм и длиной 75 мм. Все остальные детали корпуса: днище, обшивка, перегородки и крышка 20 выполнены из стали толщиной 5 мм.

Генератор бироторный состоит из трех сборочных единиц: а) ротора генератора; б) статора генератора; в) обмотки возбуждения.

Ротор генератора выполнен явнополюсным с двумя парами полюсов. Вал ротора выполнен из нержавеющей стали (немагнитен) с общей длиной 639 мм. Полюса (правая и левая) выполнены одинаковыми из стали марки 30ХГСЛ с внешним диаметром 115 мм и длиной 122 мм. Диаметр посадочного отверстия на вал 32 мм. Единственное отличие заключается в том, что шпоночные пазы полюсов повернуты относительно друг к другу на 90° . *Статор генератора* в отличие от традиционных генераторов выполнен подвижным. В качестве сердечника применены стандартные пластины асинхронного двигателя с параметрами 2 кВт и 750 об/мин. Толщина одной пластины 0,81 мм. Общее количество пластин в сердечнике 100 штук. Число пазов 36. Корпус генератора выполнен из стального материала с толщиной 10 мм, в виде полого цилиндра с длиной 216 мм. Во внутренней поверхности корпуса генератора для прокладки проводов штрабируется канал с длиной 100 мм, высотой 8 мм и шириной 5 мм. *Обмотка возбуждения* расположена с двух сторон на подшипниковых щитах, которые в свою очередь выполняют и роль крышки генератора. На каждую стороны обмотаны по 300 витков эмалированной медной проволоки с диаметром 1,4 мм. Подшипниковые щиты (левая и правая) выполнены одинаковыми, и из того же материала что и полюса ротора, отличается левый щит от правого щита лишь наличием отверстия для вывода провода. На подшипниковый щит, со стороны сердечника насаживается боковина обмотки возбуждения, выполненная из текстолита с внешним диаметром 164 мм, и с внутренним диаметром 100 мм. Наматывается слой электротехнического картона с толщиной 0,5 мм, затем сверху картона обматываются витки обмотки возбуждения, и фиксируется боковиной. Два конца витков первой обмотки возбуждения соединяются с соответствующими концами витков второй обмотки возбуждения через диодный мост. Переменное напряжение 12В образующееся в силовой обмотке поступает на вход диодного моста, где преобразуется в постоянное напряжение и питает обмотки возбуждения рис. 2.

Для стабилизации выходных параметров микроГЭС применен принцип автоматического балластного регулирования [2]. Автобалластное регулирование предназначено стабилизировать частоту вращения гидроагрегата при переменной частоте вращения гидротурбины. Сущность данного способа заключается в регулировке величины электрической нагрузки микроГЭС. Изменение величины нагрузки достигается путем включения на выход генератора управляемой балластной нагрузки. На рис.3 показано структурная схема стабилизации выходных параметров бироторной микроГЭС. Принцип работы автобалластного регулирования довольно прост: параллельно полезной нагрузке микроГЭС через блок управления подключается блок балластной нагрузки с такой же мощностью. Когда изменяется величина полезной нагрузки, при помощи блока управления изменяется величина и балластной нагрузки так, чтобы суммарная нагрузка генератора оставалась неизменной. Блоком балластных нагрузок является тепловой электронагреватель мощностью 1 кВт.

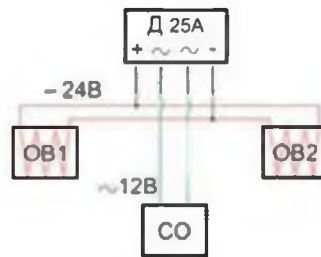


Рис. 2. Схема диодного моста

Д – диодный мост; *ОВ1* – первая обмотка возбуждения; *ОВ2* – вторая обмотка возбуждения; *СО* – силовая обмотка.

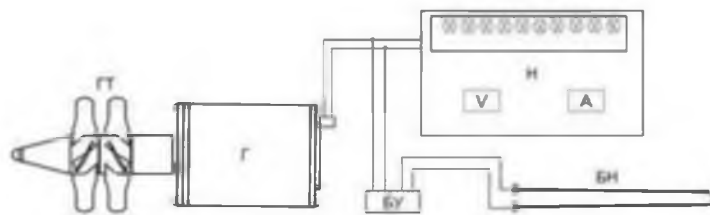


Рис.3. Структурная схема стабилизации выходных параметров бироторной микроГЭС
ГТ – бироторная гидротурбина; *Г* – генератор; *Н* – нагрузка; *БУ* – блок управления; *БН* – балластная нагрузка.

Блок управления состоит из корпуса, на панели которого расположены выпрямительные устройства, элементы контроля и управления. Он выполняет следующие функции: преобразует однофазный переменный ток, вырабатываемый генератором, в постоянный; включает и отключает балластную нагрузку.

Для изучения поведения бироторной гидротурбины микроГЭС был создан экспериментальный стенд на пойме БЧК (Большого Чуйского канала) вблизи ГЭС-3 «Чакан ГЭС» рис.4.

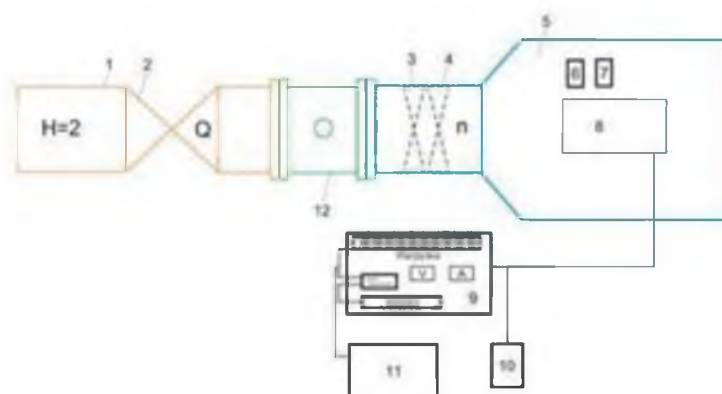


Рис. 4. Схема экспериментального стенда

Экспериментальный стенд состоит из следующих основных элементов: 1 - подводный трубопровод; 2 - вентиль; 3 - первое рабочее колесо; 4 - второе рабочее колесо; 5 - бироторная микроГЭС; 6,7 - цифровой тахометр; 8 - гидрогенератор; 9 - панель с нагрузкой, блоком управления, балластом, вольтметром и амперметром; 10 - многофункциональный измерительный прибор «Metrel»; 11 - осциллограф; 12 - счетчик воды.

Подводящий трубопровод 1, выполнен напорным из стальной трубы с диаметром 100 см. Он предназначен для транспортировки воды с верхнего бьефа в нижний бьеф, где

непосредственно расположена испытуемая бироторная микроГЭС. Задвижка 2 чугунная клиновидная двухдисковая типа РУ-10-300, с выдвигным шпинделем и органом ручного управления. Предназначено в качестве устройства запорного органа трубопровода. Жесткое и герметичное соединение всех элементов гидравлического стенда осуществлялось с помощью соединительного фланца. Опытный образец бироторной микроГЭС 5 рис.5 основной исследуемый объект подлежащая к испытанию, состоящая из гидротурбин 3, 4 и гидрогенератора. Цифровые тахометры 6, 7 предназначенные для измерения числа оборотов гидротурбин через измерения скорости вращения ротора и статора гидротурбины. Используются бесконтактные лазерные цифровые тахометры DT2234C «Memoгу» с функцией запоминания последнего измеренного значения. Панель на которой размещена полезная нагрузка 9, цифровой вольтметр, цифровой амперметр, блок управления и балластная нагрузка показан на рис.6. Полезная нагрузка состоит из лампочек накаливания 100 – 150 Вт суммарной мощностью 1 кВт. Для повышения точности измерения напряжения и тока генератора применен цифровой вольтметр и цифровой амперметр и многофункциональный измерительный прибор, анализатор качества электрической энергии «METREL» 10. Осциллограф 11, типа Hantek DSO 2090 USB. Использовался для снятия визуальных характеристик. DSO2090 USB работает на основе программного обеспечения с помощью компьютера. В режиме реального времени осциллограф накапливает 10,000 измерений входного сигнала. Отображение массива значений сигнала и измерение следующего массива значений сигнала происходят параллельно. Счетчик воды 12, Ду-200 (водомер) MZ-200 PoWoGaz, турбинный счетчик воды диаметром 200 мм, номинальный расход 250 Куб/час, максимальный расход 650 Куб/час, монтажная длина 350 мм, соединение фланцевое. Предназначена для измерения объема воды проходящей через трубопровод и поступающей к бироторной микроГЭС.



Рис. 5. Опытный образец бироторной микроГЭС

1 – подводный трубопровод; 2 – турбинный отсек; 3, 5 – опорные перегородки с подшипниками; 4 – бироторный генератор; 6 – электропровод; 7 – счетчик воды; 8 – измерительные приборы; 9 – нагрузка.

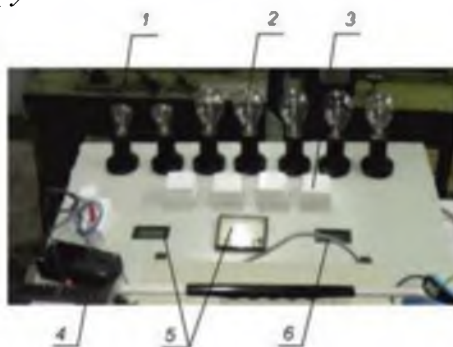


Рис. 6. Нагрузочный стенд с измерительными приборами и блоком управления
1 – лампочка на 100 Вт; 2 – лампочка на 150 Вт; 3 – тумблеры; 4 – блок управления;
5 – вольтметр; 6 – амперметр.

Работа экспериментального стенда осуществляется следующим образом. Сначала запускается сифон, для этого закрывается вентиль 2 и при помощи вакуумнонасоса в наивысшей точке сифона создается разрежение. Разность между атмосферным давлением действующем на свободную поверхности воды в канале, и пониженным давлением в верхней части сифона порождает подъем и движение воды по сифону в водовод 1. Далее поток воды по подводящему водоводу 1 проходя через счетчик воды 12 прибывает к турбинной камере испытываемой микроГЭС 5. В турбинной камере под воздействием водяного потока вращается по часовой стрелке и вращает вал ротора генератора первая гидротурбина 3, другая вторая гидротурбина 4, вращается в обратном направлении и вращает вал статора, таким образом, происходит противоположное вращение двух валов, на, которых отдельно расположены ротор и подвижной статор. После, водяной поток отдав свою энергию гидротурбинам через отводящую камеру удаляется обратно в водоток. Расход воды регулируется вентилем 2, частоты вращения гидротурбин измеряются бесконтактными цифровыми тахометрами 6,7, мощность, напряжение и ток измеряются измерительным прибором «Metrel» 10.

Основными задачами проведения экспериментов на гидравлическом стенде были следующие:

- Оценка конструкции микроГЭС с бироторной гидротурбиной при его работы в натуральных условиях на воде: визуальное определение отсутствия протечек в узлах конструкции машины; установление правильности центровки валов ротора и статора; определение отсутствия вибрации и нагревания; установление противоположности вращения гидротурбин.
- определение достоверности и соответствия расчетных параметров и выходных параметров;
- установление распределения потока воды поровну в двух гидротурбинах: изучение особенностей взаимного влияния гидротурбин.

Натурные испытания экспериментального образца бироторной микрогидроэлектростанции проводились при следующих климатических условиях: при температурах от +20 до +35⁰С и относительной влажности до 98% при 20⁰С.

Основными измеряемыми и вычисляемыми параметрами являлись: расход воды на турбине Q , л/сек; число оборотов гидротурбины ротора n_1 , об/мин; число оборотов гидротурбины статора n_2 , об/мин; напряжение генератора U , В; сила тока на нагрузке I , А; напряжение холостого хода генератора U_{xx} , В.

На первом этапе проведения экспериментов были осуществлены испытания опытного образца бироторной микроГЭС в режимах холостого хода (хх), при номинальных и других значениях нагрузки. Испытание установки производится при различных открытиях регулирующего органа (вентиля). Сначала в режиме холостого хода, когда отсутствует нагрузка на генератор, исследуется общая работоспособность узлов опытного образца и отсутствие протечек воды в генераторную часть. При этом измеряемыми параметрами являются: частота вращения гидротурбин; напряжение холостого хода на генераторе; и расход воды. Затем исследуются номинальные параметры бироторной микроГЭС. Для этого на установку подается расчетный номинальный расход воды $Q_p = 90$ л/сек, при имеющемся расчетном напоре $H = 2$ м. После на нагрузочном стенде включаются все лампочки с полной номинальной мощностью $N = 1000$ Вт. Далее с помощью измерительных приборов снимаются данные о числах оборотов гидротурбин ротора и статора (n), напряжение (U) и ток (I) генератора, а также регистрируется форма выходного сигнала. После этого исследуется несколько режимов соответствующих различным значениям нагрузки. Для этого на опытный образец подается номинальный расход воды с помощью открытия регулирующего органа. Затем на нагрузочном стенде включается лампочка мощностью 100 Вт и с помощью измерительных приборов определяются все перечисленные выше параметры установки. Остальные выработанные 900 Вт мощности при помощи блока управления автоматически переключаются на балластную нагрузку. Дальше на нагрузочном

стенде к нагрузке 100 Вт подключается следующая лампочка мощностью 150 Вт, тогда к балластной нагрузке переключается 750 Вт. Таким образом, шаг за шагом увеличивая мощность нагрузки, вплоть до номинальной мощности 1000 Вт, измеряются выходные параметры бироторной микроГЭС.

На втором этапе эксперимента фиксируем неподвижно поочередно гидротурбину статора и гидротурбину ротора, затем при различных открытиях вентиля исследуем выходные параметры установки. Для осуществления второго этапа экспериментальных исследований в первую очередь останавливаем гидротурбину статора, и подавая расход меньше расчетного ($Q_1 < Q_p$) при нагрузке 150 Вт измеряем частоту вращения гидротурбины ротора, напряжение и ток генератора. Далее подаем расчетный расход Q_p при той же нагрузке и измеряем параметры. Затем подаем расход больше расчетного ($Q_2 > Q_p$), нагрузку оставляем неизменной и проводим измерения. Остановка гидротурбины статора осуществляется со стороны генератора, для этого в генераторном отсеке с помощью тормозных механизмов тормозится статор генератора. Затем выполняем остановку гидротурбины ротора и проводим серию измерений аналогично первому. Вал ротора фиксируется неподвижно с помощью специального приспособления.

Замеренные во время испытаний данные и результаты заносятся в протокол, составляемый для каждого этапа эксперимента и испытания, в виде таблицы 1, 2 и 3.

Таблица 1.

Параметры установки в режиме холостого хода

Напор H, м	Нагрузка P, Вт	Расход Q, л\сек	Число оборотов ротора об/мин n ₁ ,	Число оборотов статора об/мин n ₂ ,	Напряжение U _{хх} , В	Ток I, А
2	0	50	490	570	175	0
2	0	90	755	767	225	0
2	0	120	1057	1097	245	0

Таблица 2.

Параметры установки в номинальном режиме

Напор H, м	Нагрузка P, Вт	Расход Q, л\сек	Число оборотов ротора об/мин n ₁ ,	Число оборотов статора об/мин n ₂ ,	Напряжение U, В	Ток I, А
2	1000	90	747	767	215	4,65

Таблица 3.

Параметры установки при различных нагрузках

Напор H, м	Нагрузка P, Вт	Расход Q, л\сек	Число оборотов ротора об/мин n ₁ ,	Число оборотов статора об/мин n ₂ ,	Напряжение U, В	Ток I, А
2	100	90	755	770	222	0,45
2	250	90	752	768	220	1,1
2	400	90	750	770	220	1,8
2	550	90	750	765	218	2,5
2	700	90	749	767	219	3,2
2	850	90	749	769	216	3,9
2	1000	90	750	767	215	4.5

В режиме холостого хода когда нагрузка равна нулю при расчетном расходе $Q_p = 90$ л/сек, установка имеет следующие параметры: $U_{хх} = 225В$; $n_1 = 755$ об/мин; $n_2 = 767$ об/мин.

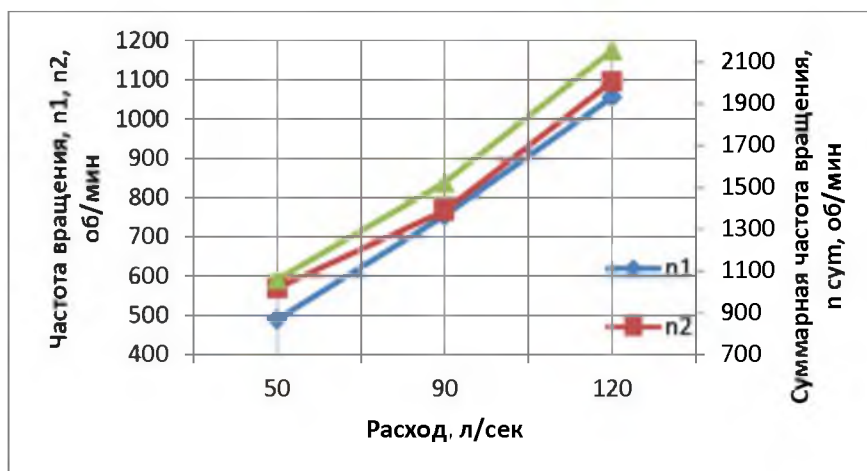


Рис. 7. График зависимости частот вращения гидротурбин от расхода воды на холостом ходу

График зависимости частоты вращения гидротурбины вращающей ротор генератора (n_1), статор генератора (n_2), а также суммарная частота вращения гидротурбин ($\text{sum } n$) от расхода воды представлен на рис.7. Как видно из диаграмм эти зависимости имеют линейный характер и что при расчетном расходе $Q_p = 90$ л/сек достигается необходимая суммарная частота вращения 1500 об/мин. В режиме холостого хода на диапазоне суммарных оборотов от 1000 об/мин до 2100 об/мин напряжение холостого хода на генераторе составила от 175 до 245 В.

В номинальном режиме т.е. при подключенной номинальной нагрузке 1000 Вт и при расчетном расходе $Q_p = 90$ л/сек, установка имеет следующие параметры: $U = 215$ В; $n_1 = 747$ об/мин; $n_2 = 767$ об/мин.

По результатам проведенного нами моделирования и расчета величина выходного номинального напряжения должна быть 220В при суммарном эксплуатационном значении частоты вращения 1500 об/мин. Однако, по результатам эксперимента выходное напряжение генератора измеряемое цифровым вольтметром показало значение 215 В при фактических числах оборотов ротора 747 об/мин, и статора 767 об/мин. Величину отклонения экспериментально полученного напряжения от номинального можем оценить следующим образом:

$$\Delta U = \frac{U_1 - U_2}{U_1} \cdot 100\% = \frac{220 - 215}{220} \cdot 100\% = 2.2\%$$

Величина отклонения соответствует порядка 2.2 %. Следует отметить, что отклонение незначительное, и связано это с неточностью, а также с погрешностью измерительных приборов.

Таким образом, можно утверждать, что при режиме номинальной мощности по результатам эксперимента выходное напряжение установки соответствует допустимому параметру напряжения.

График зависимости оборотов гидротурбин от подключаемых нагрузок в режиме переменных значений нагрузок, когда нагрузка меняется от 100 Вт до 1000 Вт, при расчетном расходе $Q_p = 90$ л/сек представлен ниже на рис.8.

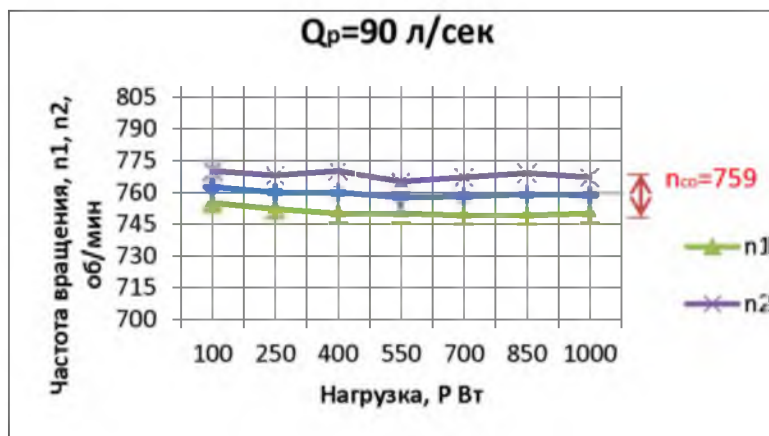


Рис. 8. График зависимости частот вращения гидротурбин от различных нагрузок

Анализируя данную диаграмму построенной по результатам экспериментальных данных при расчетном расходе $Q_p = 90$ л/сек можно видеть, что частота вращения как гидротурбины ротора так и гидротурбины статора практически мало отличаются друг от друга, средняя величина которой составляет $n_{cp} = 759$ об/мин, что для суммарной составит 1518 об/мин. Таким образом, для режима переменных нагрузок суммарная частота вращения во всем диапазоне изменения нагрузок фактически устойчиво, а величина напряжения имеет значение от 222 до 215В т.е. незначительно падает при соответствующих изменениях нагрузки от 100 до 1000 Вт. Такое падение частоты вращения а следовательно и величины напряжения с повышением мощности нагрузки находится в рамках допустимого отклонения.

На рис.9 представлена зависимость напряжений и токов от подключаемых нагрузок в режиме переменных значений нагрузок от 100 Вт до 1000 Вт, при расчетном расходе $Q_p = 90$ л/сек.

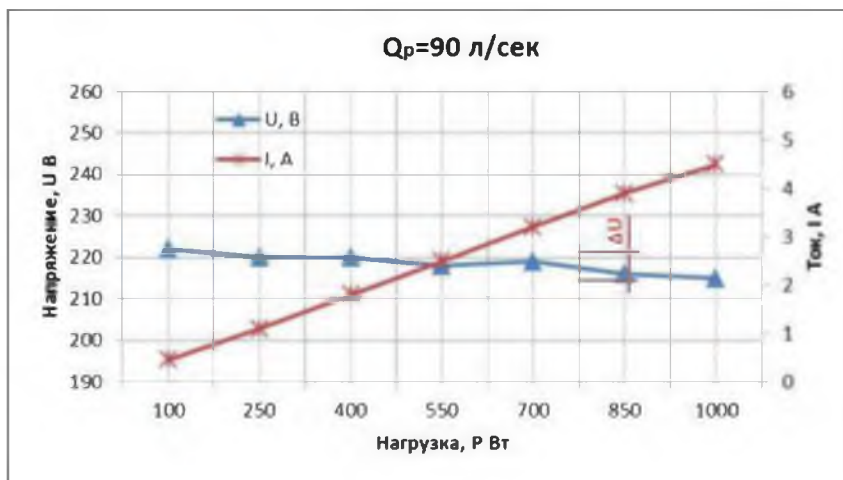


Рис. 9. График зависимости напряжения и тока установки от нагрузок

Абсолютное отклонение величины при изменении нагрузки в полном диапазоне на 1 кВт изменения напряжения происходит на величину $\Delta U = 7$ В, а отклонение напряжения от стандартной номинальной величины 220В составляет $\Delta U = 5$ В, что соответствует 2.2%. Отсюда можно видеть, что при номинальном режиме, что и в режиме переменных нагрузок величина отклонения напряжения в целом находятся в пределах 2.2% что еще раз подтверждается.

Таким образом, анализ полученных результатов показывает, величина требуемого расчетного значения частоты вращения $n=1500$ об/мин достигается при расчетном расходе $Q_p = 90$ л/с и соответствует требуемым условиям работы микроГЭС. Изменение выходной

мощности соответствует расчетным данным. Выход на номинальную мощность происходит при средней относительной частоте вращения турбин 759 оборотов. Также можно утверждать, что созданная бироторная микроГЭС достаточно стабильно обеспечивает выходные значения напряжения при изменении нагрузки. Результаты данных достаточно хорошо подтверждают достоверность разработанного алгоритма и модели.

Список литературы

1. Медеров, Т.Т. Особенности работы бироторных микрогидроэлектростанций [Текст] / Т.Т. Медеров // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И Раззакова, материалы международной научно-тех. конф. молодых ученых, аспирантов и студ. «Инновация - вектор для молодежи», №31. –Б.: 2014. -С. 205 – 208.
2. Липкин, В. И. Микрогидроэлектростанции [Текст]: Пособие по применению / В. И. Липкин, Э. С. Богомбаев. – Б.: 2007. – 30 с.
3. Викторов, Г.В. Гидродинамическая теория решеток [Текст] / Г.В. Викторов. - М.: «Высш. школа», 1969. – 368 с.
4. Гутовский, Е.В. Теория и гидродинамический расчет гидротурбин [Текст] / Е.В. Гутовский, А.Ю. Колтон. - Л.: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1974. – 365 с.
5. Орго, В.М. Гидротурбины (рабочий процесс, конструкции, расчет) [Текст] / В.М. Орго. - Л.: изд-во Ленингр. ун-та, 1975. – 318 с.
6. Медеров, Т.Т. Бироторная микрогидроэлектростанция. [Текст]: / Т.Т. Медеров, Р.У. Ураимов. // Материалы международной научно-практической конференции на тему «Качественное образование, передовая наука, зеленая экономика – будущее планеты». Алматы, 2014. –С. 279-282.
7. Медеров, Т.Т. Бироторный гидрогенератор. [Текст]: / Т.Т. Медеров, А. Дж. Обозов, Р.А. Акпаралиев. // Материалы 8й-международной научной конференции, «Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия», США, Северный Чарльстон, Южная Каролина, 2015.-С 115-119.
8. Патент на изобретения Бироторная микрогидроэлектростанция. [Текст]: / Т.Т. Медеров, А. Дж. Обозов, Р.А. Акпаралиев, Р.Э. Исаев, Р.М. Ботпаев. // Государственная патентная служба КР.-№ 1506, от 31 октября 2012.
9. Патент на изобретения Комбинированная гидроустановка. [Текст]: / Т.Т. Медеров, А. Дж. Обозов, И.Г. Кенжаев, А. Жамалов, Р.А. Акпаралиев, Р.Ж. Ураимов. // Государственная патентная служба КР.-№1808, от 30 ноября 2015.
10. Кривченко, Г.И. Гидравлические машины: Турбины и насосы [Текст]: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. / Г.И. Кривченко. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.