

## МИКРОГЭС. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ В МИРЕ И РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

**Жумабоев Х.М.**

магистр Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт  
инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

<https://doi.org/10.5281/zenodo.8434649>

### ВВЕДЕНИЕ:

В настоящее время во всем мире и в РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН проявляется интерес к получению энергии из возобновляемых источников энергии, которыми являются энергия воды, биомассы и солнца. Применение установок, преобразующих энергию этих источников в любой другой вид энергии, направлено, прежде всего, на улучшение энергоснабжения небольших объектов, расположенных в зонах, удаленных от централизованных электрических сетей.

В Узбекистане существует множество мест компактного проживания населения, значительно удаленных от районов с развитыми электрическими сетями: это села, расположенные в труднодоступных горных районах. Кроме того, существует много временных сезонных поселений на высокогорных пастбищах, геологоразведочных объектов, станций и постов различных служб, туристические комплексы, охотничьи хозяйства, пасеки и пр.

Для энергоснабжения таких мелких рассредоточенных потребителей, в основном, применяются дизельные или бензиновые генераторы. Наряду с их преимуществами по транспортировке, простоте пуска и остановки, эти агрегаты имеют существенные недостатки – использование дорогого дизельного топлива (или бензина) и масла, загрязнение окружающей среды выхлопными газами и топливом, необходимость создания запасов горючего и высокая пожарная опасность, сложность доставки топлива на большие расстояния, высокий уровень шума.

В тоже время, как правило, характерной особенностью удаленных мест проживания является наличие в непосредственной близости от них естественных водотоков, которые являются источниками питьевой воды. На природных водотоках в горных условиях в изобилии имеются участки, где на относительно небольших расстояниях наблюдаются значительные перепады уровня русла (уклоны рек, перекаты, пороги, водопады). Такие участки обладают большим гидроэнергетическим потенциалом, использование которого путем установки микро ГЭС является эффективным решением проблемы.

### МИКРОГЭС. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ В МИРЕ И РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Принцип действия микроГЭС и разновидности конструкций

Микрогидроэлектростанция — объект малой гидроэнергетики. Эта часть энергопроизводства занимается использованием энергии водных ресурсов и гидравлических систем с помощью гидроэнергетических установок малой мощности. Малая гидроэнергетика получила развитие в мире в последние десятилетия, в основном из-за стремления избежать экологического ущерба, наносимого водохранилищами крупных ГЭС.

Принцип работы микро ГЭС заключается в том, что ее гидротехнические сооружения обеспечивают необходимый напор воды, поступающей на лопасти гидротурбины, которая приводит в действие генератор, вырабатывающий электроэнергию. Этот напор воды образуется деривацией –естественным стоком воды (если это деривационный тип микро ГЭС) или плотиной (если это плотинный тип).

Технические параметры микро ГЭС зависят от гидротехнических условий:от расхода воды –объема воды в литрах (или в метрах кубических), проходящей через турбину за 1 секунду; от напора –расстояния от верхней и до нижней точки падения воды на турбину. В зависимости от характеристик напора разделяют высоконапорные, средненапорные и низконапорные микро ГЭС[11].

Также устройство микро ГЭС зависит от схемы ее расположения. На рисунке 1.1изображена напорная микро ГЭС деривационного типа. Принцип ее работы заключается в том, что вода отводится по деривационному каналу с небольшим уклоном и за счет длиныканала достигается необходимый напор воды. Дальше, вода по напорному трубопроводу подается на гидроагрегат, расположенный внизу, после чего, использованная вода возвращается обратно в реку.

В состав всех видов микроГЭС входят гидротехнические сооружения, гидромеханическое и электротехническое оборудование. Гидротехнические сооружения служат для создания условий функционирования электромеханического оборудования микроГЭС и включают в себя (в зависимости от типа и схемы расположения микроГЭС) водозаборное сооружение; деривационный канал; напорные бассейн и трубопровод; устройства для защиты от мусора и льда; плотина; водосброс и другое.

Электромеханическое оборудование преобразует энергию воды в электрическую энергию и включает в себя гидроагрегат (гидротурбина и гидрогенератор), блоки управления водой и электрической частью .

Основные и дополнительные сооружения микроГЭС

Водозабор предназначен для отвода необходимого объема(расхода)воды из основного руслареки в деривационный канал или сразу в напорный бассейн. Кроме обеспечения бесперебойного снабжения гидроагрегата водой в нужном количестве и в требуемое время,он защищает от попадания льда, и мусорам.

Очень важно, чтобы водозабор функционировал при любых уровнях потока воды, от самого низкого до уровня паводков. Он также должен защищать оборудование микро ГЭС от ила, песка, гравия или другого мусора, приносимого течением. Правильный проект водозабора является решающим фактором для функционирования всей микро ГЭС.

*Деривационный* канал служит для подачи воды от водозаборного сооружения к напорному бассейну. Канал должен иметь уклон по всей своей длине для обеспечения естественноготока воды. Деривационный канал может быть любой длины –от нуля (если напорный трубопровод начинается от водозабора) до нескольких километров.Большинство экономически оправданных деривационных каналов –это открытые каналы, поскольку они могут строиться с малым уклоном и большим поперечным сечением и, следовательно, приводить к малым потерям напора воды.

Напорный бассейн служит для равномерной подачи воды в напорный трубопровод. Он обеспечивает затопленность напорного трубопровода водой (во избежание захвата воздуха и, соответственно, гидроудара по турбине) и режим подачи воды в трубопровод – регулируя изменяющийся объем потока воды. Вода в напорном бассейне должна быть спокойной, без бурунов и завихрений. Отверстие напорного трубопровода должно быть всегда затоплено водой (минимальное расстояние от отверстия напорного трубопровода до верхней отметки воды должно составлять не менее 30-40 см). В напорном бассейне устанавливаются: сороудерживающая решетка (для защиты турбины от мусора, камней, веток и т.д.); затвор для регулирования подачи воды в напорный трубопровод и затвор для сброса воды и донных наносов. Размер напорного бассейна обычно определяется на основании технических требований к турбине.

Напорный трубопровод служит для подачи воды из напорного бассейна к гидроагрегату. Он может быть металлическим, асбоцементным, пластмассовым, деревянным. Диаметр трубопровода должен строго соответствовать расходу воды. Напорный трубопровод можно закапывать в траншею, прокладывая по земле или располагать на опорах.

Отводящий канал предназначен для отвода воды из отводящего тракта обратно в реку. Место впадения воды в реку должно быть укреплено бетоном или камнем для предотвращения размыва этого места. В некоторых случаях (в зависимости от конструкции ГЭС), на выходе отработавшей воды из отводящего тракта необходимо сооружение гасителя.

Гидромеханическое оборудование: Кроме гидротехнических сооружений в состав микроГЭС входят гидротурбины, гидрогенераторы и электрическая система управления.

Гидротурбина состоит из подводящего тракта непосредственно рабочего колеса, направляющего аппарата и отводящего тракта.

Подводящий тракт – это система организации подвода воды непосредственно к направляющему аппарату и рабочему колесу гидротурбины из напорного трубопровода. Он может содержать различные соединительные и регулировочные устройства (фланцы, задвижки).

Отводящий тракт – это система организации отвода воды из турбинной камеры для сброса ее в реку.

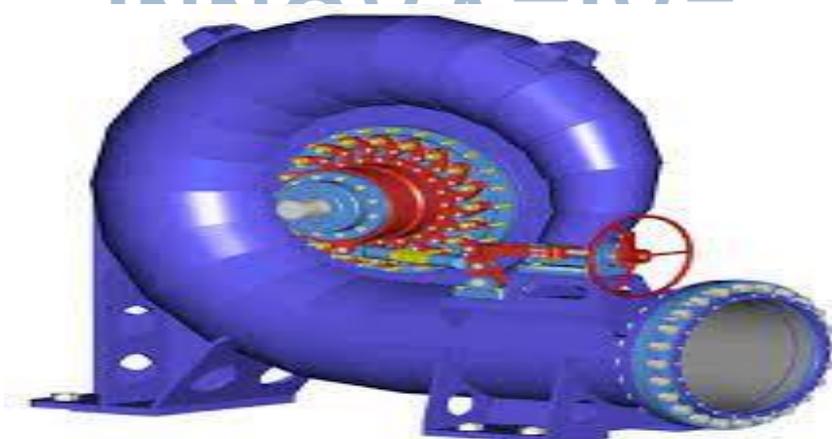
Типы гидротурбин:

Пропеллерные турбины (турбина Каплана) Пропеллерная турбина имеет самую высокую быстроходность среди всех типов турбин. Что позволяет при малых скоростях потока получать более высокую скорость вращения. Высокие обороты турбины в свою очередь позволяют применять более быстроходные, а значит, более легкие и дешевые электрогенераторы или уменьшать расходы на передаточные устройства (редукторы или ременные системы передач). Поэтому пропеллерные турбины применяют при самых низких напорах, когда скорости потока невелики.



### Радиально-осевые турбины (Турбина Френсиса)

Вода на рабочее колесо радиально-осевой турбины поступает с наружной стороны колеса и движется по радиусу к центру турбины. Пройдя между лопастями сложной пространственной изогнутой формы, вода отдает энергию ротору, заставляя его вращаться. Для правильной и равномерной подачи воды по всей окружности рабочего колеса, оно окружено спиральной камерой.



### Ковшовые турбины (Турбины Пелтона)

Этот тип турбин применяют при больших напорах. Напорный трубопровод заходит в здание гидроэлектростанции и заканчивается соплом, направляющим струю на рабочее колесо турбины. Струя воды, вылетающая из сопла, прокатывается по вогнутой поверхности ковша и изменяет направление своего движения на противоположное.



Передаточные устройства необходимы для передачи вращательной энергии от турбины к генератору. Некоторые конструкции микро ГЭС предусматривают прямую передачу энергии посредством вала (рабочее колесо и ротор генератора находятся на одном валу). Другие системы передачи (ременные или редукторные), могут, как изменять передаточное число вращения рабочего колеса к ротору генератора, так и передавать его без изменений.

Электротехническое оборудование Гидрогенератор – это генератор электрического тока, приводимый во вращение гидротурбиной. Обычно гидрогенератором является синхронный генератор, ротор которого соединён с гидротурбиной (напрямую или через передаточные механизмы). Также допустимо использование обыкновенного асинхронного электродвигателя в генераторном режиме, то есть вращение этого электродвигателя от гидротурбины будет тоже давать электрический ток, но в асинхронном режиме. Однако, такое их применение ограничивается тем, что они являются генераторами активной мощности и потребителями реактивной мощности. Поэтому, асинхронные генераторы способны работать лишь в системе, где имеется источник реактивной мощности. Реактивная мощность поступает за счет конденсаторов, включенных параллельно нагрузке, либо с целью улучшения эксплуатационных свойств. Принцип действия любого генератора основан на явлении электромагнитной индукции. Преобразование механической энергии двигателя (вращательной) в энергию электрического тока поясняет.

Принцип действия генератора.

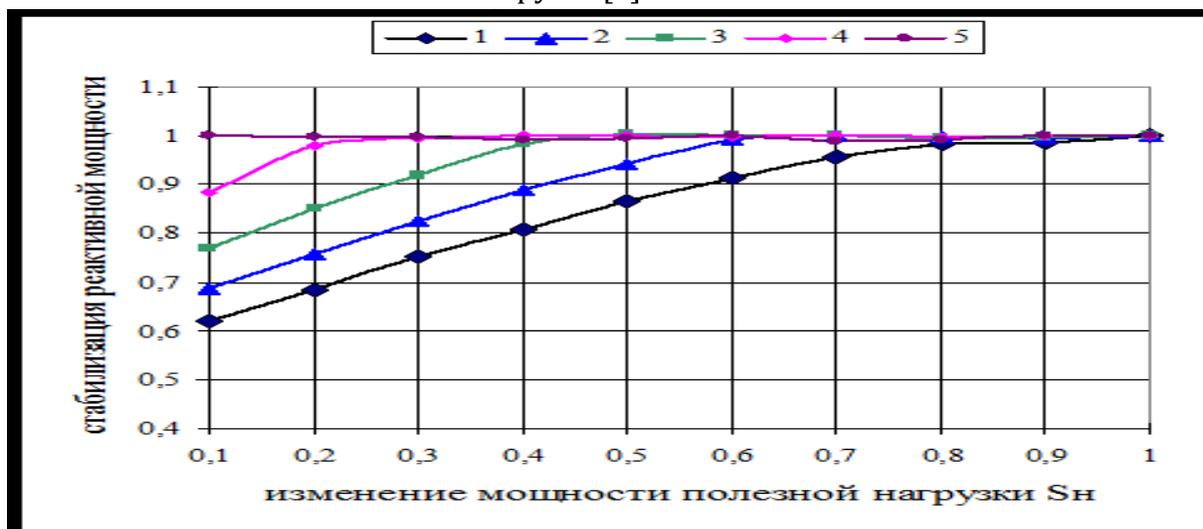
Если в однородном магнитном поле равномерно вращается рамка, то в ней возникает, переменная электродвижущая сила, частота которой равна частоте вращения рамки. Будем ли мы вращать рамку в магнитном поле, или магнитное поле вокруг рамки, либо магнитное поле внутри рамки, результат будет один – электродвижущая сила, изменяющаяся по гармоническому закону.



### Балластная нагрузка

Под балластной нагрузкой следует понимать какую-нибудь дополнительную нагрузку, предусматривающую автоматическое перераспределение электрической мощности между некоторыми потребителями, к примеру, различными бытовыми электроприборами.

Схема использования балластной нагрузки[1]



Достоинством балластной нагрузки является полное исключение электромеханических устройств из системы стабилизации частоты вращения турбины. Такая система регулирования может иметь высокое быстродействие, что положительно скажется на качестве выходного напряжения источника электропитания. Благодаря стабилизации частоты вращения гидрогенератора могут применяться общепромышленные генераторы, без большого запаса механической прочности ротора генератора[1]. Выбор сооружений зависит от места и схемы размещения микро ГЭС. Это определяются природными условиями, возможностями и желаниями будущего пользователя. Все эти вопросы имеют комплексный характер и включают в себя, как гидрологические параметры, так и электротехнические, строительные и экономические вопросы.

Новые микро-ГЭС могут обеспечить энергией тысячи небольших поселений

Проточные микро-ГЭС новой конструкции, которые можно ставить даже на маленьких речках, уже скоро изменят жизнь миллионов людей во всем мире. Небольшие установки мощностью от 5 до 500 кВт не влияют на экологию, не вредят фауне и выдают электричество 24 часа в сутки.



Проточные микро-ГЭС, разработанные компанией Vortex Micro Hydropower, сегодня тестируются в Малайзии. Именно здесь очень много небольших рек и ручьев, которые при правильном подходе, способны снабжать тысячи прилегающих поселений. Развитие инженерных технологий позволило повысить эффективность турбин и увеличить объем генерируемой энергии. Кроме того, новые микро-ГЭС способны производить электричество даже в условиях очень низкого напора водного потока.



Так, если установить новую микро-ГЭС на реке с глубиной 1,5 метра и скоростью потока 1,5 кубических метра в секунду, то можно стабильно получать 15 кВт\*ч. Этого вполне хватит, чтобы обеспечить электричеством 15-20 семей. Если найти реку больше и быстрее, то турбина Vortex способна выдать до 200 кВт\*ч.

Еще одна важная деталь – на одной реке можно поставить множество микро-ГЭС, которые практически никак не влияют на скорость потока и состояние фауны.

По мнению специалистов Vortex Micro Hydropower, новые технологии позволят обеспечить электричеством миллионы людей, живущих в удаленных районах рядом с небольшими реками. Создания микро-ГЭС обходится с небольшими вложениями, а строительные работы проходят в короткие сроки.

### References:

1. Прошкина, И.П. Малые ГЭС – экологически чистый способ получения энергии / И.П. Прошкина // Возобновляемая энергия: ежеквартальный информационный бюллетень. – 2002. – Апрель. – С. 8–12.
2. Голубчиков, С.Н. Как выбрать микро-ГЭС? /С.Н. Голубчиков, П. Петрухин // Вестник экологического образования в России. – 2014. –Т. 3, № 73. – С. 28–33.
3. Артюх, С.Ф. Экономические аспекты применения АГ на мини ГЭС мощностью до 1000 кВт /С.Ф. Артюх, А.Ю. Мезеря, Д.В. Ириков // Світлотехника та електроенергетика. – 2008. – № 3. –С. 68–72.
4. – № 32 – С. 405–407. Абдусаламов, Д. Национальный доклад по Республике Узбекистан / Д. Абдусаламов. – [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/ee21/EE21\\_Subregional\\_projects/UzbekistanAbdusalamov-Rus02a.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/ee21/EE21_Subregional_projects/UzbekistanAbdusalamov-Rus02a.pdf) (дата обращения: 23.06.2013).