

строительстве из этого материала в 10–15 раз меньше, чем из кирпича, и в 5 раз меньше расходуется ресурсов.

Минимальная стоимость самого маленького производства составляет всего 50 тыс. руб.

Стоимость наружного ограждения из него, при сопротивлении теплопередачи 3,8 (в 3 раза больше чем строились стены раньше), составляет всего 800 руб. кв. метр.

А при изготовлении своими силами - всего 400 руб. кв. метр.

Дома из него долговечны, гигиеничны, комфортны, ни в чем не уступают кирпичным.

Главная проблемы – 95% жителей не знают об этом материале или относятся к нему с неким недоверием (легкий какой-то такой и несолидный материал).

С Новосибирскэнерго сейчас готовится инвестиционный проект по изготовлению блоков с использованием золы ТЭЦ, что позволит решить проблему золоотвалов. Крупный завод 50000 кубов с расширением до 100000 кубов в год, обеспечивающий

строительства жилья объемом 100–200 000 кв. м, причем затраты составят всего 20 млн. руб.

С Администрацией Новосибирской области прорабатывается проект по созданию сети минизаводов в сельской местности.

Мы готовим также по просьбе комитета ООН предложения по массовому строительству дешевого жилья для небогатых слоев населения, что актуально, в том числе и для США и Германии, имеющих большие проблемы со своими трущобами, являющимися элементами, нарушающими устойчивость общества.

Ячеистые бетоны, особенно неавтоклавные, позволяют с минимальными затратами обеспечить высококачественным жильем людей с невысокими доходами, уменьшить расходы топлива, леса и сырья на строительство и содержание жилья, улучшить здоровье населения и социальную устойчивость общества.

Это пример, когда совпадают интересы потребителей и экологических служб, и идет реальное энергосбережение.

О.А.Никулин, Ю.М.Новиков, А.В. Пивник
Институт Алтайского Технического Университета
им. И.И. Ползунова

Б Е С П Л О Т И Н Н Ы Е ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Энергия потока воды в настоящее время повсеместно используется в плотинных и бесплотинных гидроэлектростанциях (ГЭС).

Плотинные ГЭС имеют серьезные недостатки, к которым, прежде всего, относится их вредное влияние на окружающую среду. Кроме этого, электрическую энергию плотинных ГЭС сложно и дорого передавать в труднодоступные районы, где, в свою очередь, протекает множество рек, относимых к разряду малых, например, Горный Алтай.

В этих районах необходимо использовать альтернативные варианты, например, бесплотинные ГЭС.

К бесплотинным ГЭС (БПГЭС), использующих преобразование потока воды в механическую энергию и далее в электрическую энергию, относятся:

- I. Напорные ГЭС.
 1. Рукавные ГЭС.
 2. Наплавные ГЭС.
- II. Свободнопоточные ГЭС.
 1. Поперечная (гирляндная) ГЭС.
 2. Продольная (упругозамкнутая) ГЭС.
- III. Гидроударные ГЭС.

Такое многообразие конструкций бесплотинных ГЭС (БПГЭС) связано с рациональным использованием речного потока и гидрологическим режимом местности.

В этой статье рассматриваются свободнопоточные ГЭС (СПоГЭС), которые длительное время нами разрабатывались, где мы имеем определенный опыт работ, и гидроударные, которые наиболее перспективны для равнинных рек (при скоростях течения рек от 0,52 м/с).

Поперечные СПоГЭС

В статье [1] подробно изложен принцип действия поперечных СПоГЭС и их возможности в обеспечении необходимым количеством электричества Горного Алтая вместо Катунско-Чемальской плотинной ГЭС (КЧГ). Расчеты показали, что только из малых рек Горного Алтая можно снять с помощью только поперечных СПоГЭС расчетную мощность 1500 Мвт, что близко к проектной мощности КЧГ (1900 Мвт). С учетом реки Катунь поперечные СПоГЭС могут дать мощность 3100 Мвт.

Сравнение поперечных СПоГЭС и плотинных ГЭС при одной и той же мощности в 250 квт показало, что затраты на строительные работы в 10 раз меньше,

монтажные работы в 70 раз меньше, материальные затраты в 30 раз меньше, а полное время запуска в действие в 75 раз меньше для поперечных СПоГЭС, чем для плотинных ГЭС. Более того, СПоГЭС может быть легко демонтирована и перенесена в другое место реки без всякого ущерба окружающей среды. В настоящее время гиляндрные ГЭС широко используются во Вьетнаме и Китае.

Преобразователем кинетической энергии водного потока в механическую энергию вала (троса) СПоГЭС является ротор. От конструкции ротора зависит мощность – N , коэффициент полезного действия – h и эффективность роторной линии. Для гиляндрной ГЭС известны более десяти различных конструкций роторов. Наиболее удачна была конструкция Бирюкова Б.С. [2], которая имела $h=41\%$. Новиков Ю.М. при создании гиляндрной ГЭС на реке Бия в районе села Турочак мощностью 250 квт [2] использовал ротор собственной конструкции, который имел h на 30% выше, чем ротор Бирюкова Б.С.

Ротор Новикова Ю.М. – парокрытый моментосбалансированный ротор поперечной турбины был также более технологичен в изготовлении, чем ротор Бирюкова Б.С.

Поперечный ротор Новикова Ю.М.

Достаточно взять трубу диаметром (d) равным $d=1/3 D$, чтобы получить ротор диаметром (D). Трубу разрезать на два полуцилиндра, а полуцилиндры еще разрезать вдоль на две равные части. Простота сборки очевидна. Ротор защищен А.С. №1786280 с приоритетом изобретения от 4.06.1990 года. Ротор прошел полные стендовые испытания в институте гидродинамики СО АН РФ [3] вместе с различными другими конструкциями, в том числе испытывались роторы Воронина Я.А., Кажинского Б.Е., Иванова В.А., Блинова Б.С., Угринского К.А., Бирюкова Б.С.

При работе на гибком валу ротор Новикова Ю.М. отличается от других не только высоким h , но также тем, что не вызывает пульсации частоты вращения троса под действием набегающего потока, исключая возникновение крутильных колебаний гибкого вала, а, следовательно, и вала генератора тока.

На роторной линии гиляндрной ГЭС Новиковым Ю.М. предложено попарное закрепление роторов (А.С. №1778355 от 3.05.1988 г.). *Узел крепления карданного типа*. Такое выполнение роторной линии позволило повысить h за счет снижения потерь на прецессию.

Роторы гиляндрной ГЭС, как правило, располагаются в ядре потока (на 0,2 глубины от поверхности летом и 0,5 глубины от поверхности льда зимой). Глубина реки в месте установки гиляндрной ГЭС не превышает 1,5 м. При глубине реки более 1,5 м. Возможно использовать роторы расположенные в два ряда.

Вертикальные СПоГЭС

При больших глубинах, более 2,5 м, например,

для реки Чулышман, на участке Балыкча-6 (в 300 м выше стоянки «Тен») была предложена вертикальная мультиплицирующая СПоГЭС (А.С. №1789742 от 8.08.1988 г.).

В вертикальной мультиплицирующей СПоГЭС используются роторы Новикова Ю.М. телескопического типа. Такое расположение роторов существенно сокращает габариты установки, и водный поток используется на всю глубину.

Другим преимуществом вертикальной компоновки может быть запатентованный «триплексный мультиплицирующий бесплотинный гидроэлектрический модуль» (патент №1763704 от 30.12.1988 г.).

Был разработан технический проект вертикальной мультиплицирующей СПоГЭС мощностью 30 квт, которая составляла j полезной мощности живого сечения створа Балыкча-6 при низкой воде (в межень) в октябре месяце. Были изготовлены все детали роторов. Дальнейшие работы застопорились из-за отсутствия финансирования.

Имеется модель триплексного гидродвигателя, которая также не была испытана.

К вертикальной СПоГЭС можно отнести «строительный элемент» ГЭС – кубик $40X40X13$ м³, на каждый генератор которого будет работать 16 турбин Горлова А[4].

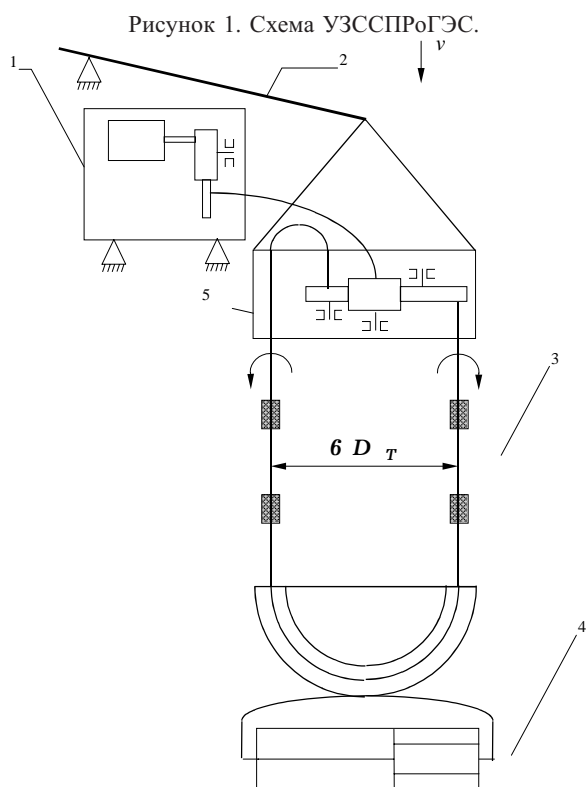
Продольный гидромодуль

В отличие от вертикальных гидромодулей, где ось вращения ротора перпендикулярна направлению потока, в продольном гидромодуле ось вращения ротора – турбины направлена параллельно оси потока, что имеет ряд преимуществ:

1. Роторы располагаются вдоль одного берега реки, на этом же берегу располагается электрогенератор и другое оборудование, что позволяет легко произвести монтаж, демонтаж роторной линии с использованием грузоподъемных средств, оперативно удаляя или приближая к берегу реки продольный гидромодуль.
2. Из-за небольшой ширины упругозамкнутой роторной линии (около 1 м), легко оградить продольный гидромодуль от плывущего мусора и производить очистку ограждений.
3. Можно оперативно производить осмотр и замену роторов и других деталей продольного гидромодуля.
4. Резко уменьшаются затраты на монтаж гидромодулей малой мощности (до 1 квт);
5. Продольный гидромодуль легко поддается агрегатированию.

На рисунке 1 представлена схема упругозамкнутой свободнопоточной роторной ГЭС (УЗССПРОГЭС).

В таблице 1 представлены некоторые результаты расчетов мощности модулей УЗССПРОГЭС в зависимости от скорости потока, глубины реки и длины роторной линии. Оптимальный диаметр ротора должен быть не более 20% глубины реки.



местах, где в настоящее время используются карбюраторные и дизельные электростанции, то срок окупаемости УЗССПРОГЭС в сравнении с эксплуатационными затратами для карбюраторных и дизельных электростанций аналогичной мощности составляет два года, а эксплуатационная надежность в 8 раз выше [5].

К настоящему моменту разработана методика расчета элементов конструкции продольного и поперечного роторов и роторной линии.

Для привязки к конкретным условиям работы УЗССПРОГЭС необходимо произвести гидрологические исследования участка реки, где предполагается установка УЗССПРОГЭС. Результаты исследования являются входными данными для расчета УЗССПРОГЭС. Такие исследования были проведены на реке Катунь в районе дома отдыха «Катунские пороги» и разработаны технические предложения по проектированию УЗССПРОГЭС на мощность 50 кВт.

Теоретические расчеты базируются на изготовленной и поставленной на испытания в поселок Верхние Важины Пряженского района в Карелии УЗССПРОГЭС, мощностью – 15 кВт. Испытания проводил Новиков Ю.М., и они прошли успешно.

Таблица 1. Мощность модулей СПО ГЭС в кВт в зависимости от скорости течения реки в м/с

Диаметр турбин D _т , м	Глубина, м	Длина уклона, м	Скорость течения, м/с										
			1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5
0,06	0,3	5	0,02	0,04	0,07	0,1	0,16	0,23	0,31	0,4	0,5	0,7	0,8
0,1	0,5	10	0,07	0,13	0,23	0,36	0,54	0,77	1,1	1,4	1,8	2,3	2,9
0,2	1	20	0,2	0,5	0,9	1,4	2,1	3	4,2	5,6	7,3	9,2	11,5
0,24	1,2	40	0,4	1,3	2,2	3,5	5,2	7,4	10,1	13,6	17,6	22,4	27,9
0,24	1,2	45	0,5	1,4	2,5	3,9	5,9	8,4	11,5	15,3	19,9	25,3	31,6
0,24	1,2	90	0,9	2,9	5	7,9	11,8	16,8	23	30,6	39,8	50,6	63,1
0,3	1,5	100	1	3,3	6,9	10,9	16,4	23,3	34,9	42,6	55,3	70,3	87,7
0,4	2	40	0,43	1,30	3,3	5,8	8,6	12,3	16,8	22,4	29,1	36,9	46,2

Из таблицы видно, что переносная туристическая установка мощностью 1 кВт будет иметь диаметр D=100 мм, длину роторной линии 10 м, при скорости потока 2,5 м/с и глубине реки 500 мм; роторы располагаются на глубине 300–400 мм от дна. Мощность 50 кВт можно получить при диаметре D=300 мм, длине роторной линии 90 м, глубине реки 1,2 м, при скорости потока 3,25 м/с, что реально для перекаатов реки Бии в районе с. Лебяжье Красногорского района. Конструкция УЗССПРОГЭС защищена патентом РФ №№2049929, а система электрического преобразования напряжения, предложенная Пивником А.В. (патент №2173928 от 23.08.1999 г.), позволяет вырабатывать трехфазное напряжение 380 В, 50 Гц. Учитывая то обстоятельство, что УЗССПРОГЭС предназначена для энергоснабжения потребителей в труднодоступных

Кроме УЗССПРОГЭС к продольным гидромодулям можно отнести бесплотинную ГЭС, в которой поток воды приводит во вращение шнековую турбину, разработанную Боцвиным В.С. [6] (патент №2022155).

Гидроударный модуль

Мощность свободнопоточных ГЭС зависит от скорости течения реки в третьей степени

$N = K V^3$ кВт, (1) где V – скорость набегающего потока на ротор, м/с;

K – коэффициент, зависящий от формы и размеров ротора, количества роторов в роторной линии.

Давление, действующее на ротор, пропорционально скоростному напору $\rho V^2/2$, т.е.

$$P_c = K_c \rho V^2/2 < \rho V^2, \quad (2)$$

где P_C – давление, действующее на ротор;

K_1 – коэффициент пропорциональности, зависящий от коэффициента сопротивления – C_X ($K_1 < 2$).

Формулы (1) и (2) показывают, что с увеличением скорости течения потока, растет секундный расход – Q , растет мощность БПГЭС. Как показали натурные испытания, БПГЭС с поперечнороторными гидродвигателями, для получения электроэнергии 1 квт необходимо пропустить расход воды $Q = 2 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для многих промышленных участков реки это выполняется, а для горных районов БПГЭС может быть использована на 60% летом и на 35% зимой. Что касается равнинных рек, то здесь БПГЭС поперечно – роторного типа может использоваться на 40%, а на притоках на 10%, т.к. при скоростях меньше 1 м/с мощность БПГЭС резко падает, теоретический предел 0,52 м/с, при которой БПГЭС перестает работать (см. формулу 1).

Дальнейший поиск средств повышения мощности бесплотинных гидродвигателей оказался возможным лишь при снятии ограничений, налагаемых моментом импульса, и переходе на объемные машины, позволяющие использовать импульс силы, например, гидроудар, где давление определяется по следующей формуле

$$P_d = \rho C V, \quad (3)$$

где C – скорость звука в воде, определяемая с учетом модуля упругости материала, из которого изготовлена труба, и она равна

$$C = \frac{\sqrt{K/\rho}}{\sqrt{1+K D/\delta E}} \quad (4)$$

где K – объемный модуль упругости жидкости (воды);

E – модуль упругости материала трубы;

D – диаметр трубы;

δ – толщина стенки трубы;

ρ – плотность жидкости;

$a = \sqrt{K/\rho}$ – скорость звука в воде, равная 1400 м/с;

Таким образом, при одинаковых сечениях ротора и канала трубы отношение давлений будет равно

$$P_d / P_c = C / V. \quad (5)$$

Так, если скорость течения воды будет 1 м/с и менее (до теоретического предела), то эффективность применения гидроудара будет более чем в 1000 раз.

Эффективность установки с применением гидроудара будет значительно превосходить и плотинную ГЭС. Покажем это подробно на двухцилиндровом гидроимпульсно – силовом реверсивнопоршнедвигательном линейноспидоинвертирующем модуле электрогенерирования (ГИС-РПД) (патент №2014485 от 4.12.1990 г.).

Рассмотрим работу установки ГИС-РПД. За начало работы примем момент перекрытия питательной трубы затвором. Вытекающая вода останавливается, передавая свой импульс затворной заслонке. В

результате этого у заслонки образуется область повышенного давления, в которой вода находится в состоянии покоя. Граница этой области перемещается по трубе со скоростью звука C . За время Dt останавливаются те частицы, которые находятся в объеме

$$W = SC\Delta t, \quad (6)$$

где S – площадь сечения питательной трубы.

Масса этого объема воды равна

$$m = \rho SC\Delta t, \quad (7)$$

где ρ – плотность воды.

Изменение импульса

$$\Delta K = \rho m \Delta V = \rho SC\Delta t V, \quad (8)$$

где $\Delta V = V - V_1 = V$;

$V_1 = 0$ – соответствует остановке воды.

Следовательно, сила, действующая на заслонку со стороны воды, равна силе, действующей на воду со стороны заслонки (которая считается абсолютно жесткой). Она равна

$$F = \Delta K / \Delta t = \rho SCV. \quad (9)$$

Давление в воде при этом будет

$$P_d = F/S = \rho CV. \quad (10)$$

Подставляя численные значения $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $C = 1000 \text{ м/с}$ и $V = 10 \text{ м/с}$ (минимальная скорость струи на лопатке плотинной ГЭС), получим

$$P_d = 107 \text{ н/м}^2$$

Сравним это давление с давлением на лопатку гидротурбины плотинной ГЭС. Для этого рассмотрим силу, действующую на струю со стороны плоскостей лопатки турбины, которая равна скорости изменения проекции импульса K_y струи на ось γ перпендикулярную плоскостям лопатки турбины

$$K_y = K \sin \alpha, \quad (11)$$

где α – угол между направлением струи и осью γ .

За время Δt на плоскость лопаток попадет объем жидкости

$$W = SV\Delta t, \quad (12)$$

где S – площадь сечения струи;

V – скорость струи.

При этом масса струи определяется

$$M = W \rho = \rho SV\Delta t. \quad (13)$$

Импульс определится из формулы

$$K = M V = \rho SV^2 \Delta t. \quad (14)$$

Тогда сила определится

$$F_{\Pi} = K_y / \Delta t = K \sin \alpha / \Delta t = \rho SV^2 \sin \alpha. \quad (15)$$

Давление на лопатке будет

$$P_{\Pi} = F/S = \rho V^2 \sin \alpha. \quad (16)$$

Если принять скорость струи $V = 10 \text{ м/с}$ и $\alpha = 90^\circ$, то получим $P_{\Pi} = 105 \text{ н/м}^2$, т.е. при одном и том же расходе воды давление на турбину плотинной ГЭС в 100 раз меньше, чем то, которое получает поршень в установке ГИС-РПД. Модуль электрогенерирования –

гидромашина таранного типа с питательной гидромагистралью, управляемым гидроустройством, гидроаккумулятором и выходным звеном. Питательная гидромагистраль выполнена в виде двух параллельных жестко зафиксированных питательных труб. Каждая труба снабжена установленным на ней гидродвигателем, полости которого сообщены с трубой и поршнем силового цилиндра, который расположен соосно с аналогичным поршнем другого гидродвигателя. Выходное звено выполнено в виде муфт свободного хода, модуль снабжен вальным генератором тока и реверсивным механизмом для изменения направления движения муфт свободного хода, выполненным в виде штока для сопряжения поршней, штанг, присоединенных к штоку, рейки для передачи поступательного движения на выходное звено, задвижек для переменного перекрытия питательных труб, заворной штанги для привода задвижек и затворных штанг – водил, соединенных под прямым углом с рейкой и затворной штангой. При этом каждый гидродвигатель снабжен гидроаппаратом для регулирования давления силы импульса, выполненным в виде золотника с присоединенным к нему цилиндрической задвижкой и пружиной сжатия, а муфты свободного хода кинематически связаны с валом генератора. Гидромодуль может работать на любых гидроисточниках, на малых глубинах от 0,15 м при свободной поверхности и подо льдом. Использование таких гидроустройств полностью исключают плотинные ГЭС из применения в энергетике. В настоящее время разрабатывается методика расчета таких гидромодулей.

Выводы:

1. Предложенные Новиковым Ю.М. конструкции свободнопоточных ГЭС и гидроударной установки для (равнинных рек) полностью исключают строительство любых плотинных ГЭС, как в горной местности, так и на равнине. Все предложенные конструкции являются экологически чистыми. Более того, при желании можно увеличить мощность СПОГЭС путем

очистки участка русла реки, т.е. облагородить реку.

2. Все СПОГЭС являются оперативными, т.е. легко демонтируются и переносятся в любое другое место реки.

3. Финансирование создания и эксплуатации СПОГЭС доступно фермерским хозяйствам, деревням и селам.

Литература.

1. Новиков Ю.М. *Возможности бесплотинных ГЭС. Сб. научных трудов «Энергетика и экология», СОАН СССР, институт теплофизики. Новосибирск, 1988.*

2. Новиков Ю.М. *Отчет №126338 ОАБ «Горно-Алтайск». – Москва, 1958–1963.*

3. *Отчет лаборатории «Гидродинамики свободных потоков», Исследование поперечных роторов. Новосибирск, 1989.*

4. *Статья. ГЭС на Гольфстриме. Журнал «Техника молодежи», № 11/12, 1998 г.*

5. Никулин О. А., Новиков Ю.М., Пивник А. В. *Свободнопоточная гидроэлектростанция. Доклад на 2 семинаре «Проблемы и перспективы развития нетрадиционной энергетики в Алтайском регионе», с. Чемал, РА 2001.*

6. Бецвин В.С. *Альтернативные источники энергии и их использование. Сб. статей. «На путях к духовно-экологической цивилизации», Евразийский проект. – Казань, 1996.*

Камалов Ю.С.

Союз Защиты Арала и Амударьи, г. Нукус.
Каракалпакстан, Узбекистан.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

Ветроэнергетика является самой быстро развивающейся отраслью возобновляемой энергетики в мире. Установленная мощность всех ветродвигателей в мире достигла 50.000 МВт. Только за прошлый, 2004, год было установлено 7,976 MW ветровой мощности. Лидирует в этом отношении Германия, решившая заменить все свои ядерные

электростанции на источники возобновляемой энергии. Общая установленная мощность ветродвигателей в Германии составляет 14609 МВт.

За Германией следуют: США со своими 6352 МВт, Испания с 6202 МВт, Дания с 3115 МВт, Индия с 2120 МВт. Интересно, что Китай успел установить 566 МВт. Украина установила уже 51 МВт, а Россия