

## БЕСПЛОТИННЫЕ ГЭС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГИДРОЭНЕРГОБЛОКА\*

*Н. И. Ленева*

Тел. (095) 354-30-90, 101-56-83, т/ф 202-46-76.  
www.lni.h12.ru, lenevgeb@mail.ru

Предлагается оригинальный способ использования энергии любого водного потока (реки, ручья, приливов, морской волны и т. д.) и движения воздушных масс. Способ не требует строительства дамб, каналов, напорных труб.

Данный способ отъема мощности водного потока наиболее выгоден и с экологической точки зрения, так как, занимая от 1 до 10 % площади естественного русла реки, не препятствует свободному перемещению речной фауны и флоры, в отличие от существующих ГЭС.

Конструкция представляет собой два ряда лопастей прямоугольной формы, оси которых делят их на две неравные части, большая из которых всегда под действием потока находится за осью дальше по потоку. Тем самым достигается минимальное ее вращение вокруг своей оси и, следовательно, наименьшие турбулентные завихрения. Верхние и нижние концы лопастей закреплены на замкнутых в кольца цепях ПРЛ (либо на любом другом гибком элементе). Цепи передают усилие через звездочки (рабочие колеса) на два вертикальных вала, с которых механическая энергия через гибкую муфту и промежуточный вал передается на валы электрогенераторов. Валы установки через подшипники скольжения (качения) жестко закреплены на каркасе установки с закрытыми на 2/3 боковыми и глухой нижней стенкой, дополнительная вода из потока поступает через верх и 1/3 боковых стенок. В одном каркасе рационально размещать минимум три установки. Положение лопастей по отношению к основному потоку регулируется неподвижными направляющими для цепи и подвижными для большей из сторон лопасти, а, меняя расстояние между подвижной направляющей для лопасти и неподвижной для цепи мы задаем необходимый угол поворота между лопастью и направлением основного потока от 0° до 45°, добиваясь тем самым оптимального режима работы установки либо останавливая ее полностью.

Таким образом, поток воздействует на лопасть фактически под углом 90°. Один из валов установки имеет натяжное устройство, регулирующее натяжение цепей. Лопасти должны иметь свободу вращения на своих осях, а оси так же свободно вращаться в креплениях к цепям. Между лопастью и местом крепления к цепи на осях должны устанавливаться ролики, которые и будут катиться по неподвижным направляющим, удерживая тем самым цепь постоянно в перпендикулярном положении относительно направления основного потока.

В отличие от ныне существующих источников электроэнергии данная конструкция приемлема для ручного изготовления, монтажа и обслуживания. Она позволяет использовать комплектующие из отслужившей свой срок техники, например, сельскохозяйственной, автотранспорта и прочего подходящего «железа». Это многократно удешевляет изготовление первого изделия, которое за два-три месяца не только окупится, но и заработает на следующее.

Геометрические размеры такой детали, как звездочка (рабочее колесо), для установок любых габаритов желательно выдерживать в пределах 350–500 мм, так как от этого напрямую зависит число оборотов вала. Диаметр самого вала рассчитывается под каждые конкретные нагрузки и условия эксплуатации и колеблется от 25 до 50 мм. Размеры лопастей, их количество, соответственно, и прочность цепи подбираются в зависимости от ширины и глубины реки, а количество установок по длине реки — от необходимой мощности потребления.

Под принятые характеристики изготавливается соответствующий корпус, желательно из трубы, для получения дополнительной плавучести. Каркас делается разборным, что позволит собирать его на месте эксплуатации без привлечения грузоподъемных механизмов.

Размеры блоков не ограничены, зависят от необходимой мощности и размеров реки. Напри-

\* Пат. № 2166664 России. Двигатель для утилизации энергии текущей среды/Ленева Н. И. // Изобретения. Полезные модели. 10.05.01 г.

Статья поступила в редакцию 05.01.2005 г. The article has entered in publishing office 05.01.2005

мер: объем  $1 \text{ м}^3$  (ширина 1200 мм, глубина 700 мм, длина 1250 мм) позволяет разместить 3 установки с 17 лопастями в каждой, имеющих ширину 150 мм и длину 500 мм ( $0,075 \text{ м}^2$ ), а так как две лопасти всегда будут находиться на поворотах, тогда общая рабочая площадь одной установки  $1,125 \text{ м}^2$ , а сумма трех в одном каркасе ( $1 \text{ м}^3$  потока) —  $3,375 \text{ м}^2$ !

Это и позволяет наиболее полно использовать каждый кубический метр потока движущейся среды, а также возникающие центробежное и центростремительное ускорения, значительно увеличивающие как скорость движения потока, так и действие силы тяжести разделенного на секции потока движущейся среды, в нашем случае — реки.

Из каких материалов следует изготавливать данную установку? Из любых подручных. Дерево, пластмасса, алюминий, железо, титан — все, что угодно, что по карману. От этого будут зависеть только сроки эксплуатации вашей установки. На выработку электроэнергии это никак не повлияет. Назовите мне хотя бы одну из существующих конструкций, допускающих такой выбор материалов для изготовления!

Обратите внимание, число оборотов установки довольно низкое (45/60), и работает она постоянно в воде, т. е. износ материалов будет минимальным.

Много вопросов о ее заиливании, зарастании водорослями и т. д. От бревен, веток, прочего крупногабаритного мусора можно защититься сеткой, а все остальное пройдет через установку.

В зимний период применим давно используемый плотогонами способ поднятия теплых нижних слоев воды с помощью нескольких бревен перед установкой имеющих на одном конце груз, а на другом — поплавков. Вода, поднимаясь, размывает во льду необходимую нам майну.

Рассмотрим установку длиной 1250 мм, шириной 1200 мм, глубиной (высотой) 700 мм (объем  $1 \text{ м}^3$ ). Возможны другие комбинации размеров: например, для ручья — уменьшаем глубину, но увеличением количества установок вдоль длины набираем необходимую мощность. Скорость воды в ручьях обычно значительно выше, чем в реке. Например, при скорости потока 10 м/с с каждого кубического метра мы можем снять  $10 \cdot 10 \cdot 0,2 = 500 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $F = 1000 \cdot 500 = 500000 \text{ н}$ ;  $P = 500000 \cdot 0,63 = 315000 \text{ н}$  или  $N = 315 \text{ кВт}$ !

Количество материалов, необходимых для изготовления рассматриваемой установки:

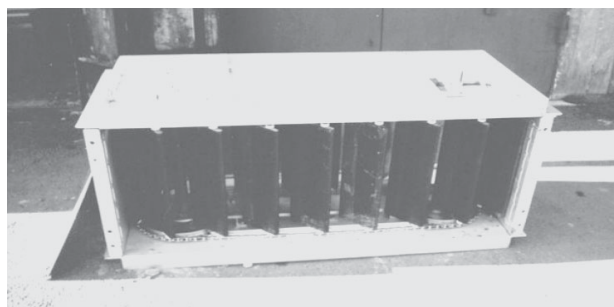
- каркас: 8 деревянных брусков  $50 \times 50$  мм
  - длина 1250 мм, или  $0,025 \text{ м}^3$ ;
  - ширина  $1200 \cdot 8 \cdot 50 \cdot 50 = 0,024 \text{ м}^3$ ;
  - глубина  $700 \cdot 4 \cdot 50 \cdot 50 = 0,007 \text{ м}^3$ .

Итого на изготовление корпуса  $0,056 \text{ м}^3$ .

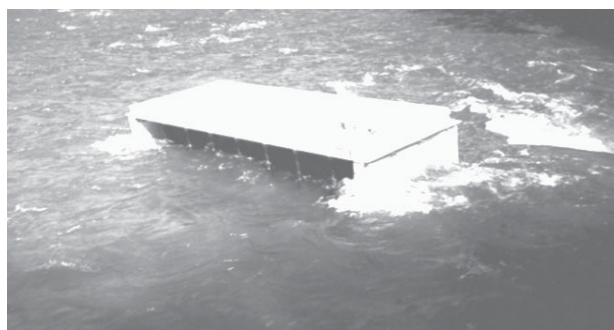
- лопасти: 17 шт.  $\times$  3 уст. = 51 шт.

$$150 \cdot 500 \cdot 20 = 0,0765 \text{ м}^3;$$

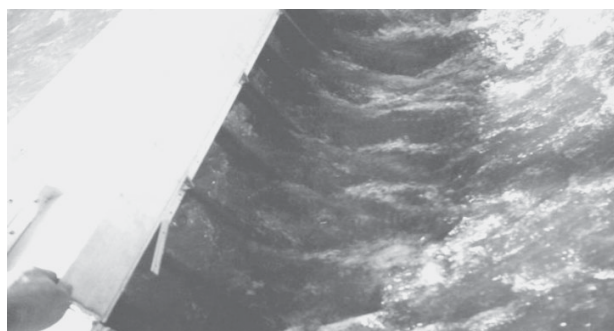
- обшивка дна и  $2/3$  боковых стенок:  
 $(1250 + 500 + 500) \cdot 1200 \cdot 20 = 0,054 \text{ м}^3$ .



Перед погрузкой



Поток на входе в установку, скорость 1 м/с



Поток на выходе установки, скорость 3,14 м/с



На р. Шушь происходит революция в области энергетики

*Всего (корпус + лопасти + обшивка):*

$$0,056 \text{ м}^3 + 0,0765 \text{ м}^3 + 0,054 \text{ м}^3 = 0,2 \text{ м}^3;$$

• валы  $1,6 \text{ м} \times 3 \text{ уст.} = 4,8 \text{ пог. м}$  трубы диаметром  $25\text{--}50 \text{ мм}$ ;

• звездочки, 12 штук (материал — сталь, дюраль, дерево);

• направляющие: 4 уголка + 4 трубки  $\times 1000 \text{ мм} \times 3 \text{ уст.} = 24 \text{ пог. м}$ .

*Общая стоимость материалов:*

2000–5000 руб.

*Работа:* 10000–15000 руб.

*Всего:* 20000 руб.

*Стоимость электрогенератора:*

500–5000 руб. за 1 кВт мощности вместе с регулирующей аппаратурой.

**ИТОГО:** 10000–100000 руб.

Полная стоимость нашей установки мощностью 20 кВт не более 50–120 тыс. руб., т. е. не более 5000 руб. за 1 кВт.

Материалоемкость 1 кВт нашей установки в зависимости от используемых материалов будет варьироваться от нескольких сотен граммов (пластмасса) до 2–3 кг (сталь).

Сроки изготовления зависят от технической подготовленности изготовителя: дни или меся-

цы, а при серийном изготовлении на профильном заводе — часы и минуты!

Сроки монтажа. На монтаж и установку (вместе с надуванием наплавного понтона) переносной установки для туристов, охотников, рыбаков потребуется полчаса–час. Если же речь идет о ГЭС мощностью в несколько мега- или гигаватт для крупного города или промышленного предприятия, то на монтаж потребуется от года до трех в зависимости от того, какие средства будут на это отпущены.

В настоящее время к осуществлению данного проекта подключились:

– предприятие «Экоэнергия» (директор Козлов В. Н.) — серийное производство 10-киловаттных ГЭС на базе вертолетного завода в г. Дубне;

– ФИАН (ст. научный сотрудник кандидат физ.-мат. наук Захаров С. Д.) — научное сопровождение проекта;

– ВНИИ электрификации сельского хозяйства (академик Российской академии сельскохозяйственных наук, профессор, доктор техн. наук, директор института Стребков Д. С.) — сопровождение в области создания и испытания опытных моделей различных модификаций бесплотинных ГЭС.

## Отзыв на изобретение Н. И. Ленева «Гидроэнергоблок»

**С. Д. Захаров**

старший научный сотрудник ФИАН, кандидат физ.-мат. наук

Принципиальная особенность изобретения — трансформация энергии водного потока в энергию поперечного движения цепи типа тракторной гусеницы, в которой прямоугольные пластины-траки ориентированы под углом  $45^\circ$  к направлению течения. Пластины, действуя как паруса, заставляют двигаться цепь, а она вращает колеса, на которые натянута — налицо обращение идеи гусеничного трактора. Техническое решение привлекает внимание не только оригинальностью, но и внутренней красотой. Каждая из пластин цепи как бы «разлагает» вектор скорости набегающего потока на две равные взаимно перпендикулярные компоненты, которые затем, при надлежащем сдвиге фаз, могут давать круговое вращение. Заранее предсказать, каким будет течение внутри, нельзя, но могут быть неожиданности. Действительно, устройство с габаритами  $1,5 \times 0,6 \times 0,6 \text{ м}$  в потоке со скоростью 1 м/с после преобразования вращения в электроэнергию развило мощность 3,2 кВт (40 В, 80 А постоянного тока), причем, по утверждению автора, это не предел. Гидротурбина сравнимого поперечного сечения, по нашим оценкам, не позволяет снять в аналогичных условиях более 0,5 кВт (по следствиям известного уравнения Бернулли для потенциальных течений).

Столь резкое расхождение между результатами эксперимента и оценочного расчета нуждается в теоретическом обосновании. В данном случае течение нестационарное, и, казалось бы, следует воспользоваться наиболее общим уравнением Навье – Стокса. Однако оно, являясь обобщением закона Ньютона для движения вязкой жидкости, не содержит в себе ничего такого, что могло бы привести к появлению нового источника энергии. Нетрудно убедиться в этом, не решая уравнений.

Основной гидродинамический параметр, характеризующий взаимодействие потока с отдельной пластиной, число Рейнольдса, велико —  $Re \sim 10^5$ , следовательно, течение внутри устройства является турбулентным. Используя стандартный полуэмпирический подход, можно оценить реакцию потока на неподвижную пластину, вынуждающую ее смещаться в поперечном направлении:

$$F_{\text{раб}} = (1/6)\rho u^2 S \sin 2\varphi,$$

где  $\rho$  — плотность;  $u$  — скорость набегающего потока;  $S = L^2$  — площадь погруженной части пластины ( $L$  — ее размер);  $\varphi = 45^\circ$  — угол атаки. Смещению противостоит сила сопротивления, выражаемая аналогично:

$$F_c = (1/3)\rho v^2 S \sin \varphi,$$

где  $v$  — скорость поперечного движения (численные коэффициенты учитывают конструктивные особенности конкретной модели), откуда  $v \sim u$ . Умножая силу на скорость и число одновременно работающих пластин, получим ту же предельную мощность  $\sim 0,5$  кВт.

Очевидно, что в действующем устройстве входной и выходной участки цепи движутся с равными и противоположно направленными скоростями. Игнорируя их дискретную периодическую структуру и рассматривая как два отдельных тела, следует ожидать возникновения между ними области повышенного давления, препятствующей сквозному прохождению потока. В опыте давление внутри, судя по кадрам видеосъемки, действительно увеличивается, но на выходе поток приобретает дополнительную скорость — согласно автору, более 3 м/с против  $u = 1$  м/с. Возрастание скорости свидетельствует о том, что пассивное, на первый взгляд, устройство на самом деле таковым не является. По внешним признакам его следует классифицировать как усилитель, точнее, гидродинамический автогенератор.

Объективным свидетелем гидродинамического усиления является существующий на выходе мощный бурун — впадина глубиной около 20 см и длиной 0,6 м, а за ней — высокий и более узкий вал. Общая масса воды в буруне  $m$ , оцениваемая в 200 кг, поднята в среднем на высоту  $\Delta h \approx 25 \dots 30$  см, откуда рассчитывается запасенная в нем энергия  $E = mg\Delta h$ . Мощность, необходимая для поддержания буруна, должна быть равна полезной мощности устройства. Она подводится за время  $\tau = d/v$ , составляющее малый цикл, или шаг движения цепи, в течение которого на место любой пластины приходит соседняя. В данных условиях  $\tau = 1/8$  с, мощность  $E/\tau \sim 5$  кВт, но оценка в рамках гидростатики указывает лишь на нижнюю границу.

Итак, мощность, рассчитанная по кинетической энергии потока, отнесенной ко времени его прохождения через устройство, составляет примерно полкиловатта, — откуда же тогда берется еще, по крайней мере, порядок? Заметим, что кинетическая энергия цепи, в самом деле, невелика; работающее устройство чем-то напоминает массивный инерционный маховик.

Возникновение anomalно большой инерции связано, по нашему мнению, с самовозбуждением колебаний в так называемом пограничном слое на поверхности пластин. Хотя пограничный слой имеет малую толщину ( $\delta_{cp}$  в данном случае не превышает 1 мм), его структура определяет характер течения всей массы жидкости. «Раскачка» колебаний происходит вследствие резонансного взаимодействия между волновыми возмущениями внутри слоя и движением водных частиц в вихревых доменах, генерируемых встречным движением пластин. В зоне самовозбуждения доме-

ны со скоростью вращения, немного превышающей фазовую скорость, вероятно, вихревой волны, в среднем преобладают над теми, у которых скорость чуть ниже. Волна приобретает энергию от первых и отдает вторым, но поскольку первых больше, то происходит усиление.

Вихревые домены обычно быстро дробятся вплоть до мельчайших размеров и сносятся потоком. В рассматриваемом устройстве крупные ( $\lambda \sim L/2$ ) домены коррелированно генерируются внутри, согласованно дробятся и возвращаются на пластины. Там они взаимодействуют с пограничным слоем и трансформируются в другой вид движения, синхронизованный по времени и месту с генерацией новых доменов. Вся масса жидкости становится единой пульсирующей системой с иерархией масштабов движений. Высокая степень динамической упорядоченности соответствует понижению энтропии системы (слагаемое  $Tds$  в уравнении Бернулли, которое обычно полагают постоянным!). Вклад энтропии в энергию, по-видимому, и приводит к anomalной инерции. Ни затормозить, ни ускорить движение цепи в установившемся режиме без приложения очень большого импульса невозможно.

Вихревые домены генерируются пограничным слоем, «гибнут» на нем и вновь им порождаются. Это дает ключ к выяснению потенциальной мощности устройства. Поскольку активным элементом циклического процесса является пластина, то характерные длины задачи должны быть связаны именно с ней. Используя принцип подобия, широко применяемый в гидродинамике, можно оценить коэффициент гидродинамического усиления  $k \sim \lambda/\delta_{cp}$ . (Не исключено, что вместо  $L$  в  $\lambda$  лучше подставить  $\delta$  или расстояние между рядами цепи, но они того же порядка.) В данных условиях  $k \sim 100$ , значит, от конкретного устройства можно ожидать предельную мощность  $\sim 50$  кВт. Подчеркнем, что эта мощность имеет не кинетическую, как обычно, а энтропийную природу.

Подводя итог, прихожу к заключению, что изобретение Н. И. Ленева заслуживает самого пристального внимания и поддержки со стороны лиц, отвечающих за развитие экономики страны. Практическое применение идеи обещает открыть доступ к дешевой энергии из практически неисчерпаемого источника. Не стоит смущаться тем, что некоторые параметры устройства, в особенности расстояние между рядами цепи, размерами и состоянием поверхности пластин, пока не оптимизированы — главное, найден ведущий принцип. Детальное научное обоснование, несомненно, актуально, оно на многое откроет глаза, но должно вестись параллельно, в тесном взаимодействии с инженерными разработками, которые целесообразно включить в планы самых неотложных мероприятий.