

The energy conservation law in hydrodynamics vs the pseudo-law of alternative energy. Comment on «Alternative energy vs pseudoscience» and the paper scited and not cited therein.

Igor Ahasheni, SOME University, Middle, Nowhere, America

A series of papers in the ISJAE Journal on “dam-free hydroelectric power station” concluded by paper: Zotyev, D. B., “Alternative energy vs pseudo-science”, is reviewed and commented. A comparison with the generally accepted energy conservation law in hydrodynamics reveals a disappointingly low scientific level of the reviewed papers (both pro and contra the dam-free concept), not excluding the published peer-reviewer reports.

Закон сохранения энергии в гидродинамике vs понятие альтернативной энергии. Критические заметки по поводу статьи «Альтернативная энергетика vs лженаука» и цитированных и нецитированных в ней работ.

Игорь Ахашени, Инженерно-Механический Университет Южного Онтарио, Миддл, Новер, Америка

Аннотация.

Критически анализируется опубликованная в журнале Альтернативная Энергетика и Экология серия работ по «бесплотинным электростанциям», завершающаяся статьей В.Б.Зотьева «Альтернативная энергетика vs лженаука». Сопоставление с общеизвестным уравнением энергии в гидродинамике демонстрирует удручающе низкий уровень всех без исключения работ (как за, так и против), а также и рецензий в данной серии.

1. Введение

Здесь дан критический обзор серии публикаций в АЭЭ по «бесплотинным электростанциям» [1-10]. Сопоставление с общеизвестным уравнением энергии в гидродинамике демонстрирует удручающе низкий уровень всех без исключения работ (как за, так и против), а также рецензий в данной серии.

Начнем с [9-10], где утверждается, что работы [2-5], ранее опубликованные в АЭЭ и описывающие двухступенчатую «бесплотинную электростанцию», лженаучны и противоречат закону сохранения энергии: невозможно, чтобы после такой турбины поток воды ускорялся, уровень потока понижался и энергии вырабатывалось гораздо больше поступающей в турбину кинетической энергии. Отметим «заказной» характер рецензий [6-10] написанных “После того, как был официально поднят вопрос о ложности идеи двухколесной гидротурбины...” [6]. Само по себе это несущественно: и экспертизы, и рецензии – это заказные материалы. Но вот нецитирование в этом контексте статьи [1], также опубликованной в журнале АЭЭ, как минимум, тенденциозно, тем более, что в [2-5] эта работа цитируется и многие ее утверждения воспроизводятся. А между тем в [1] будто бы экспериментально показано, что за «бесплотинной электростанцией» поток ускоряется с 1 м/с до 3 м/с, уровень потока в следе за турбиной значительно понижается и электроэнергия вырабатывается чуть ли не в десять раз больше, чем причитается по закону сохранения энергии. При этом если уж редакция журнала

АЭЭ публиковала в [1] эти непонятно кем и как как померенные цифры и непонятно откуда взятые утверждения как установленный экспериментальный факт, то представляется беспринципной публикация восемь лет спустя рецензий о том, что (в общем-то в аналогичной схеме) достичь такого результата в принципе невозможно. Таким образом ответ на вопрос, научна ли идея «бесплотинной электростанции» или нет, необходимо включает анализ научного содержания исходной работы [1]. К тому же [1-10] основаны на странном представлении о законе сохранения энергии в гидродинамике, с изложения которого мы и начнем.

2. Закон сохранения энергии в гидродинамике.

Закон сохранения энергии в гидродинамике (в сжимаемой жидкости, силой тяжести пока пренебрегаем) описывается уравнением (6. 1) из [11]:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\rho \frac{u^2}{2} + e \right) + \nabla \cdot \left[\vec{u} \left(\rho \frac{u^2}{2} + e \right) + \vec{u} P \right] = 0 \quad (1)$$

где ρ, \vec{u}, e, P - массовая плотность, скорость, плотность внутренней энергии и давление соответственно. Рассматривается одномерное течение в прямоугольного сечения канале шириной L . Проинтегрируем (1) по объему, ограниченному двумя поперечными сечениями канала, 1 и 2 (поток направлен от 1 к 2):

$$\frac{d}{dt} \int \left(\rho \frac{u^2}{2} + e \right) dV = \int \vec{u} \left(\rho \frac{u^2}{2} + e + P \right) \cdot d\vec{S}_1 - \int \vec{u} \left(\rho \frac{u^2}{2} + e + P \right) \cdot d\vec{S}_2,$$

т.е. скорость приращения полной энергии (кинетической и внутренней) равна разности между втекающим в этот объем потоком энергии через сечение 1 и потоком энергии, вытекающим через сечение 2. Поток энергии включает работу сил давления $\int P \vec{u} \cdot d\vec{S}$ и адвекцию удельной (на единицу массы) полной энергии, $\frac{u^2}{2} + \frac{e}{\rho}$, последнее очевидно из сопоставления с законом сохранения массы:

$$\frac{d}{dt} \int \rho dV = \int \rho \vec{u} \cdot d\vec{S}_1 - \int \rho \vec{u} \cdot d\vec{S}_2 \quad (2)$$

В приложении к «бесплотинным гидроэлектростанциям» учтем силу тяжести и, воспользуемся приближением несжимаемой жидкости, (см. [11]):

$$\rho = \text{const}, \quad \nabla \cdot \vec{u} = 0, \quad \rho \left[\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} \right] + \nabla P + \rho \nabla (gh) = 0, \quad (3)$$

где h -вертикальная координата, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ - ускорение силы тяжести. Умножая третье уравнение в (3) на вектор скорости, получим уравнение, аналогичное (1):

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[\rho \left(\frac{u^2}{2} + gh \right) \right] + \nabla \cdot \left[\rho \vec{u} \left(\frac{u^2}{2} + gh \right) + \vec{u} P \right] = 0$$

В плотность энергии включена потенциальная энергия поля силы тяжести. В поток энергии вносят вклад: поток кинетической энергии, поток потенциальной энергии и работа сил давления. Разность потоков энергии через два поперечных сечения канала, 1 и 2, в нестационарных (например, таких, как распространении волн по каналу) процессах может быть равна росту энергии жидкости в объеме, ограниченном сечениями 1,2. Однако в обсуждаемых приложениях нас интересует случай, когда в установившемся течении ($d/dt=0$) внутри этого объема «прирастает» не энергия потока, а производимая за счет энергии потока «негидродинамическая» энергия, как результат производимой электрической мощности, E , и диссипируемой во всех источниках потерь мощности W :

$$E + W = \int \left[\rho \vec{u} \left(\frac{u^2}{2} + gh \right) + \vec{u} P \right] \cdot d\vec{S}_1 - \int \left[\rho \vec{u} \left(\frac{u^2}{2} + gh \right) + \vec{u} P \right] \cdot d\vec{S}_2 \quad (4)$$

Вычислим интегралы: предполагая, что сечения 1 и 2 выбраны достаточно далеко против- и по- потоку от «бесплотинной электростанции», так что течения в сечениях можно считать однородными; пренебрегая, перепадом уровней дна; учитывая сохранение массы (интегралы в правой части в (2) равны); считая давление равным нулю на свободной поверхности и нарастающим вглубь по закону Паскаля: $P_{1,2} = \rho g(H_{1,2} - h)$, $H_{1,2}$ – высота свободной поверхности. Имеем:

$$H_1 u_1 = H_2 u_2, \quad \frac{E+W}{L\rho H_1 u_1} = \left(gH_1 + \frac{u_1^2}{2} \right) - \left(gH_2 + \frac{u_2^2}{2} \right) \quad (5)$$

При фиксированных входных потоках массы и энергии производимая энергия и выходящий поток энергии зависят от конструкции «электростанции»: чем больше производимая энергия и потери, тем меньше выходящий поток энергии. Последний ограничен снизу значением $\min \left(gH_2 + \frac{u_2^2}{2} \right) = \frac{3}{2} gH_1 (Fr_1)^{1/3}$, достижимым при $H_2 = H_1 (Fr_1)^{1/3}$, $u_2 = u_1 (Fr_1)^{-1/3}$. Здесь $Fr_1 = \frac{u_1^2}{gH_1}$ – число Фруда во входящем потоке. Чтобы минимизировать выходную энергию, в «идеальной конструкции» электростанции в зависимости от числа Фруда поток либо ускоряется (при малом числе Фруда $Fr_1 < 1$, например, в водохранилище с высоким уровнем и медленной скоростью потока перед плотиной, ускорение потока сопровождается значительным понижением уровня воды за плотиной), либо тормозится на гидродинамическом сопротивлении турбины (при высоком числе Фруда $Fr_1 > 1$), на выходе «идеальной конструкции» удельная энтальпия минимальна, $gH_2 + \frac{u_2^2}{2} = \frac{3}{2} gH_1 (Fr_1)^{1/3}$, и число Фруда равно единице: $Fr_2 = \frac{u_2^2}{gH_2} = 1$.

1. При этом выходящий поток энергии может быть значительно меньше входящего, что означает эффективное преобразование энергии:

$$E + W = \rho L u_1 g H_1^2 \left(1 + \frac{Fr}{2} - Fr^{1/3} \right) \quad (6)$$

Наоборот, при малом отличии выходного потока энергии от входного (при $H_1 \approx H_2$, энергетическая эффективность «электростанции» пренебрежимо мала.

3. Работы [2-10].

С учетом вышеизложенных соображений – не выходящих за рамки прописных истин учебного характера, рассмотрим еще раз, начиная с последней, все работы из серии [1-10]. В работах [9-10] (то же самое в [6]) в потоке энергии упущен член с давлением, что приводит к тройной ошибке: 1.) публикации [2-5] необоснованно критикуются за неучет работы, которая должна быть совершена для изменения кинетической энергии потока (как раз в [2-5] используются формулы, учитывающие вклад давления, и именно силы давления в сплошной среде совершают работу) 2.) критикуются уравнения (5-6) и 3.) заявляется, что «критическое» значение числа Фруда, при котором отбор энергии от потока должен сопровождаться ускорением потока, равно не 1 а $1/2$. Рецензии [7,8] вообще учитывают только вклад от кинетической энергии в поток энергии и оценивают максимально возможное производство энергии в потоке воды скоростью 1 м/сек и сечением канала 1 м^2 . как $0,5 \text{ кВт} = \rho L H_1 u_1^3 / 2$. Такой подход вызывает недоумение, тем более что запретительного характера численные оценки, насколько можно судить, сделаны для параметров потока на испытательном стенде, предназначенного в том числе для «классических» моделей электростанций

для которых вклад от кинетической энергии в поток энергии перед плотиной представляется малым по сравнению с давлением и потенциальной энергией.

Далее, работы [2-5] безусловно и элементарно неверны, и их публикацию следовало бы считать (четырежды повторившейся) ошибкой со стороны редакции журнала АЭЭ. В этих работах в качестве оптимальной «бесплотинной электростанции» в потоке с небольшим ($\sim 0,1$) числом Фруда предлагается (неважно, как) реализовать следующую схему преобразования потока: за «бесплотинной электростанцией» поток значительно ускоряется, соответственно, уровень воды непосредственно за сооружением значительно понижается и затем несколько ниже по потоку возникает гидродинамический прыжок, повышающий уровень воды в уходящем потоке почти до того же значения, что имеет входящий поток. Отсюда, располагая сечение 2 ниже по потоку, чем гидродинамический прыжок (соответственно, для предложенной схемы преобразования потока имеем $N_2 \approx N_1$), получаем, что сумма $E+W$ произведенной мощности и мощности диссипативных потерь мала в силу (5) при $N_2 \approx N_1$. Но мало того, что сумма $W+E$ мала, но еще и W в такой схеме велико! Перепад высот в гидродинамическом прыжке возникает за счет вихреобразования, которое за счет развития внутри вихря турбулентного каскада влечет за собой значительную турбулентную диссипацию в области гидродинамического прыжка. Малость суммы $W+E$ в совокупности с ростом W заставляет сомневаться, будет ли в такой схеме положительное производство энергии $E > 0$, или наоборот, чтобы реализовать такую схему, должны тратиться энергоресурсы ($E < 0$) на ускорение реки, "...куда велят большевики".

К достоинствам работ [2-5], можно отнести использование правильных формул для оценки энергетической эффективности «идеальной конструкции», и то обстоятельство, что по потоку за «идеальной конструкцией» возможно отмеченное в [2-5] образование стоячих возмущений (например, таких как гидродинамический прыжок), поскольку за «идеальной конструкцией» скорость длинных волн, равна скорости потока: $u_2 = \sqrt{gH_2}$ и волны не сносятся ни по потоку, ни против. Недостаток работ [2-5], по-видимому, неустранимый и справедливо отмеченный в [9-10]: нет доказательств, что предложенная конкретная схема «двухступенчатой бесплотинной электростанции» является шагом в направлении «идеальной конструкции» или хотя бы воспроизводит обчислимую конфигурацию течения.

5. Работа [1], часть 1

Публикация [1] состоит из двух частей. В первой части описано устройство, дважды названы его размеры: 1,25 м (длина) на 1,2 м (ширина) на 0,7 м (высота). При этом на фото изображено заведомо не такое устройство и во второй части работы другим Автором приведены другие размеры 1,5 × 0,6 × 0,6 м.

Для устройства с заявленными размерами и конструкцией голословно утверждается возможность генерации 315 кВт электрической мощности при погружении в ручей со скоростью потока 10 м/с. Изображенное устройство на фото имеет не такие размеры, поток не имеет такой скорости. Значение 315 кВт получено не экспериментально, а в результате ряда абсурдных манипуляций, в качестве последней манипуляции 315,000 Ньютонов преобразованы в 315 килоВатт, что уже одно означает, что эти выкладки никакого смысла не имеют. Установленным физическим фактом возможность генерации 315 киловатт

электрической мощности не является. Вообще в первой части публикации [1] не установлен факт генерации какой-бы то ни было электрической мощности.

В качестве подписи под рисунком дано: скорость потока перед устройством равна 1 м/с, скорость потока за устройством 3,14 м/с. Непонятно откуда взяты эти значения: как они померены, в каких точках. Про фото "Поток на выходе установки, скорость 3,14 м/с" скажем осторожно: в таком потоке (турбулентный поток с волновой турбулентностью на свободной поверхности) есть много соблазнительных для дилетанта возможностей померять высокую скорость (скажем проследить на киносъемке перемещение за известное время какого-нибудь "барашка"), и нужно быть профессионалом в узких областях гидродинамики, чтобы знать, что к скорости потока скорость такого "барашка" никакого отношения не имеет. Покуда не описан метод измерения, утверждение про трехкратное повышение скорости потока является неосновательным личным мнением Автора.

Больше никаких научных фактов и никакой научной информации в работе нет, есть ссылка на авторитеты. Таковыми для Автора являются директор предприятия "Экоэнергия" В.Н. Козлов и С.Д.Захаров (ФИАН). Ознакомимся с отзывом первого из них[12]: *«На ДМЗ "Камов" в Московской области были изготовлены десять ~~движителей~~ турбин по чертежам Ленева Н.И. и при его авторском надзоре»* - как заявлялось в [1], их проектная мощность составляла 10 кВт, там же (во второй части) сообщалось об генерации постоянного тока 40 В, 80 А, мощностью 3,2 кВт. Продолжаю цитату: *«К сожалению, испытания, проведенные 13.02.06г. фирмой "ИНСЭТ" г. Санкт-Петербург с привлечением специалистов из Санкт-Петербургского политехнического университета, показали полную бесперспективность данных ~~движителей~~ турбин»*. Акт испытаний представлен в [12]. Пока электрическая цепь электрогенератора не была включена, турбина успешно раскручивала его до частоты, превышающей номинальную, но при включении на электрическую нагрузку частота вращения упала ниже рабочей частоты генератора и генерация сорвалась. Отметим, что с разомкнутым генератором одна только измеренная мощность потерь, $W = 400$ Вт, уже превышает установленный в [7,8] "теоретический предел" $\frac{\rho L H_1 u_1^3}{2} \approx 300$ Вт.

Резюмирую первую часть работы [1]. Она не содержит ровно никакой научной информации и никаких установленных научных фактов. Приведенные параметры устройства не соответствуют приведенным фотографиям, оценки производства электрической энергии не соответствуют фактическим параметрам устройства и потока и неверны даже по размерности, а приведенные данные по скоростям потока не сопровождаются описанием измерительной методики и достоверность их никак не установлена. Журнал АЭЭ ввел публикацию [1] в научный оборот и довел до сведения общественности под видом научного факта, в то же время сведения о последовавшем вскоре провальном испытании устройства и прекращении (заявленного в статье!) его производства, не объявлялись.

5. Работа [1], часть 2

[CENSORED]

Начало заглавия второй части "Отзыв на изобретение...", первой части "Бесплотинные ГЭС на основе...". Пусть не плотина, но некоторая преграда в течении, повышающая уровень водного потока на фото с подписью "перед загрузкой" присутствует. Это непроницаемое основание устройства от нижней

кромки до верхнего края нижней направляющей, высота этой плотины приблизительно 10 см и на те же 10 см она потенциально способна поднять поток перед устройством. Много это или мало? При спуске одного килограмма воды с высоты 10 см=0,1м он теряет потенциальную энергию $0,1\text{ м} \times 1\text{ кг} \times 9,8\text{ м/с}^2=0,98\text{ Дж}$. При скорости потока 1 м/с через каждый 1 м² сечения канала проходит 1000 кг/м³ x 1 м/с x 1 м² = 1000 кг/с и в случае подъема потока перед турбиной на высоту 10 см, при последующем спуске с этой высоты мощность 1000 кг/с x 0,98 Дж/кг = 980 Вт может быть использована для выработки электроэнергии. Тем самым, если на установке [1] генерируется какая-то мощность, то первый киловатт этой мощности, на мой взгляд, не только не представляет загадки, но даже не делает устройство изобретением с отличительным признаком "бесплотинная". К тому же важная информация о том, что за устройством уровень потока понижается на 20 см, оказывается неполной, т.к.не сообщается об уровне перед устройством.

Узловым моментом второй части работы [1] является кажущееся расхождение между экспериментом по генерации электрической мощности ~3 кВт и оценочным расчетом. Примем пока на веру результат эксперимента. Сравним с законом сохранения энергии (5), в котором подставим следующие величины: а) расход $\rho L H_1 u_1 = 1000\text{ кг/с}$ (как и принято в [1]) б) повышение уровня потока перед устройством $H_1 = 0,1\text{ м}$ (оно не обсуждается в [1], но это не значит, что его нет), в) понижение уровня потока за устройством $H_2 = -0,2\text{ м}$ и г) пренебрегаем ускорением жидкости: $u_2 \approx u_1$, точнее, $|u_1^2 - u_2^2| \ll 2g|H_1 - H_2|$. Имеем: $E + W = 1000\text{ кг/с} \times (9,8\text{ м/с}^2 \times 0,1\text{ м} - 9,8\text{ м/с}^2 \times (-0,2\text{ м})) \approx 3\text{ кВт}$. Резкого расхождения между экспериментом и законом сохранения энергии не видно.

Допустимо ли игнорирование "экспериментальных данных" по ускорению потока до 3 метров в секунду? Не только допустимо, но обязательно: подставив в (5) $u_1 = 1\text{ м/с}$ и $u_2 = 3\text{ м/с}$, мы бы получили: $E + W = 1000\text{ кг/с} \times (9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \times 0,1\text{ м} + \frac{0,5\text{ м}^2}{\text{с}^2} + 9,8\text{ м/с}^2 \times 0,2\text{ м} - 4,5 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}) = -1\text{ кВт}$. Такое ускорение потока противоречит закону сохранения энергии: для его реализации требовалось бы иметь внешний источник энергии с мощностью 1 кВт. Утверждение о трехкратном ускорении потока недостоверно и вовлекаться в научный оборот не должно.

Наконец, в реальности есть некоторые потери и $W > 0$, так что потенциальная возможность преобразования $E+W=3\text{ кВт}$ энергии потока, для генерации $E=3\text{ кВт}$ электрической мощности не вполне достаточна. Но в реальности, описанное в [1] устройство значимой электрической мощности и не генерирует, как показали испытания, так что и тут закон сохранения энергии восторжествовал. А утверждение о мифической возможности генерации 3 кВт электрической мощности оставим на совести журнала АЭЭ. Ни физику, ни энергетику оно не disproves, разве что может наносить людям, наивно склонным доверять научным журналам, репутационный и финансовый урон [12].

6. Заключение.

При знакомстве с вопросом ситуация удручает: поток энергии в книге [11] – это аж 6й и 7й параграфы, как в них можно путаться? Особенно стыдно наблюдать такое в журнале, издающемся в г.Сарове. В конце концов, среди многих замечательных изделий с маркой «сделано во ВНИИЭФ» есть и книга [13] и закон сохранения энергии в ней изложен не хуже чем в [11]. Впрочем, рискну

предположить, что дело тут не в науке, и печальная игра слов в русскоязычном заголовке (закон vs понятия) точно передает существо дела.

Литература.

1. Ленёв Н.И. Бесплотинные ГЭС нового поколения на основе гидроэнергоблока./ Захаров С.Д.. Отзыв на изобретение Н.И.Ленёва «Гидроэнергоблок» //Альтернативная энергетика и экология – ISJAEE.№3(23) 2005. С.75-78.
URL:<http://isjaee.hydrogen.ru/?pid=892>
2. Treshchalov G.V. A highly efficient method for deriving energy from a free-flow liquid on the basis of the specific hydrodynamic effect // ISJAEE.2010. № 12.P. 23-29.
3. Treshchalov G.V. Research into the hydrodynamic effect of boosting power and its full-scale modeling //ISJAEE. 2012. No. 11(115). P. 41-44.
4. Трещалов Г .В
.Анализ возможности натурного моделирования режимов работы гидравлической турбины, использующей гидродинамический эффект усиления мощности // Альтернативная энергетика и экология - ISJAEE. 2012. № 11. С. 37-40.
URL:http://erg.ucoz.org/pub/info/Modelling_Effect_ru.pdf
5. Трещалов Г .В .Применение гидродинамического эффекта Трещалова в свободнопоточных гидротурбинах // Альтернативная энергетика и экология. – ISJAEE. 2013. № 3/2 (122). С. 95-98.
6. Зотьев, Д. Б. Отзыв на статью Г.В.Трещалова «Альтернативная энергетика: имплозия vs эксплозия» (Рег. Ред. №1696 от 21.06.2013). ISJAEE. 2013, Новости журнала от 16.06.2013. URL:http://www.hydrogen.ru/modules/ContentExpress/img_repository/otzyv_statiya_treshalov.pdf
7. Поппель О.С. Отзыв на статьи Г.В.Трещалова. ISJAEE. 2013, Новости журнала от 16.06.2013. URL:http://isjaee.hydrogen.ru/?pid=24&news_id=529.
8. Ахмедов Г.Я. Отзыв на статью Г.В.Трещалова «Альтернативная энергетика: имплозия vs эксплозия» . ISJAEE. 2013, Новости журнала от 16.06.2013.
URL:http://isjaee.hydrogen.ru/?pid=24&news_id=529.
9. Зотьев Д.Б. Критическая заметка на статью Г. В. Трещалова "Анализ возможности натурного моделирования режимов работы гидравлической турбины, использующей гидродинамический эффект усиления мощности" // Альтернативная энергетика и экология. - 2013. - № 6 (127), ч. 1. - С. 130-132
10. Зотьев Д.Б. Альтернативная энергетика vs лженаука // Альтернативная энергетика и экология. –ISJAEE. 2013. № 8(130). С.131-136.
11. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М., Наука, 1986, 736 с.
12. Козлов В.Н. «Внимание – обман». URL: <http://lenev.925.ru>
13. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М., Наука, 1966.