К дискуссии ТЗС-1-1

Igor Sokolov, University of Michigan, USA. e-mail: igorsok@umich.edu

Мой интерес к публикациям в АЭЭ случайный, но профессиональный: я обратил внимание на сведения об эксперименте [2] с неожиданными результатами по энергетике и по турбулентности, кажущимися близкими по физике к процессам нагрева и ускорения плазмы в турбулентном солнечном ветре, которыми я занимаюсь [1]. Проанализировав работы [2-8], я попутно выяснил, что анализ и без того непростой проблемы осложнен не всегда правильным учетом закона сохранения энергии в потоке воды со свободной поверхностью (детали в [9]):

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

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, выше и ниже турбины по потоку, вычислим, считая давление нарастающим вглубь по закону Паскаля: $P_{1,2} = \rho g(H_{1,2} - h)$, что дает:

нарастающим вглубь по закону Паскаля:
$$P_{1,2}=\rho g(H_{1,2}-h)$$
, что дает:
$$H_1u_1=H_2u_2,\qquad \frac{E+W}{L\rho H_1u_1}=\left(gH_1+\frac{{u_1}^2}{2}\right)-\left(gH_2+\frac{{u_2}^2}{2}\right), \tag{2}$$

H_{1,2} – высота свободной поверхности, L – ширина канала, E – мощность производимой электроэнергии, W – мощность диссипативных потерь. При этом в работах [3-6] неправильно, на мой взгляд, оценен вклад «гидравлического прыжка» в диссипацию энергии [9]. В работах же [7,8] вообще не учтен вклад от работы сил давления в поток энергии. Попытки обратить внимание их Автора на очевидную ошибку выявили, что что-то заставляет его опровергать соотношение (2) (в общем-то одну из форм закона сохранения энергии) многими способами, в последнем на момент написания данной работы варианте входя в противоречие с началом термодинамики (см Приложение 1). Представляется очевидным, что работы [7,8], которые необоснованно объявляют статьи [3-6] лженаучными и противоречащими закону сохранения энергии, несостоятельны и не имеют веса, поскольку сами основаны на ошибочных представлениях о законе сохранения энергии в гидродинамике и даже о первом начале термодинамики. К тому же анализ претензий Автора [7,8] в адрес работ [3-6] устанавливает математическую несостоятельность этих претензий ab initio (см Приложение 2). Считаю, что редакция АЭЭ могла бы признать ошибочность работ [7,8] с публикацией опровержения. Критика [7,8] не означает поддержку работ [3-6], которые могут быть и неверны, но не по причинам, изложенным в [7,8].

Добавим сюда статью [10], в которой сделаны странные, на мой взгляд, утверждения относительно дифракции лазерных пучков в вакууме. Чтобы избежать противоречия при сопоставлении полученных выводов для лазерного пучка (потока фотонов) с результатами по дифракции электронного потока (имеющей место из-за наличия у фотонов квантовой волновой функции), утверждается, как довод в обосновании работы [10], будто фотон не имеет зависящей от координат волновой функции. Но такая волновая функция у фотона есть (см (2.18,2.26) из [11]), и используется в любом КЭД расчете (см, например, стр.7 из [12])! Тем самым статья [10] (не соответствующая ни профилю, ни области компетентности АЭЭ) показывает, на мой взгляд, пример, когда рецензирование не обеспечивает уж не то что правильность опубликованной работы, но хотя бы ее правдоподобие.

Приложение 1. О борьбе автора [7,8] с уравнением (2).

Даже за короткое время дискуссии способ опровержения уравнения (2) Автором работ [7-8] менялся дважды. Так, в [13] Автор неосновательно утверждает (стр.5) о том, что модель несжимаемой жидкости недостаточна для расчета работы, совершаемая потоком воды над турбиной. Модель несжимаемой жидкости применительно к движению не только воды, но и воздуха при скоростях, малых по сравнению со скоростью звука, обоснована и общепризнана. Не выдерживают критики и доводы Автора в пользу этого утверждения. «Вода сжимается ничтожно мало по объему, но полная энергия упругого взаимодействия ее молекул положительна и не мала. Иначе вода не была бы плохо сжимаемой» (стр 5). Несжимаемость воды проявляется в том, что **скорость звука** C_s в ней велика по сравнению со скоростями водных потоков, поэтому вызванное давлением Р изменение плотности воды, $\delta \rho = \frac{P}{C_c^2} \ll \rho$ мало по сравнению с плотностью при нулевом давлении, ρ . Далее, вклад давления в плотность внутренней энергии ϑ , может быть найден из первого начала термодинамики для единичной массы

жидкости (объем=1/
$$\rho$$
) при постоянной энтропии: $d\left(\frac{\vartheta}{\rho}\right) = -Pd\left(\frac{1}{\rho}\right) = C_s^2 \delta \rho \frac{d\delta \rho}{\rho^2}$:
$$\vartheta = \frac{C_s^2}{\rho} \int \delta \rho d\delta \rho = \frac{C_s^2}{2\rho} (\delta \rho)^2 = \frac{P^2}{2\rho C_s^2} \ll P. \tag{A1}$$

Эта величина в воде мала вопреки утверждению Автора. Тем самым величины и даже знаки вовлекаемых в рассмотрение эффектов оценены неправильно.

приращение (внутренней) энергии равно гидростатического давления, поскольку...» - это неверно. (Объемная) сила давления – это взятый с обратным знаком градиент давления. Изменение же внутренней энергии согласно первому началу термодинамики связано с работой при изменении (малом, если жидкость несжимаемая) объема жидкости под действием самого давления, а не градиента (см Гл.6 в [14]). Идею же Автора, что уравнение (2) при учете сжимаемости жидкости превратилось бы в: $\frac{E+W}{\rho u_1 L H_1} = \frac{1}{2} \cdot g H_1 - \frac{1}{2} \cdot g H_2 + \frac{1}{2} u_1^2 - \frac{1}{2} u_2^2$

$$\frac{E+W}{\rho u_1 L H_1} = \frac{1}{2} \cdot g H_1 - \frac{1}{2} \cdot g H_2 + \frac{1}{2} u_1^2 - \frac{1}{2} u_2^2 \tag{A2}$$

легко опровергнуть прямым расчетом, используя (А1).

Дополнение 12.2.14. Еще одна попытка опровергнуть (2) и доказать (А2) в [15] основана на ошибочном вычислении потоков энергии на движущихся поверхностях лопаток турбины (уравнение (11)). На движущихся с локальной скоростью \vec{U} поверхностях выражение для интеграла потока энергии отличается от такового (и предполагаемого в [15]) через неподвижную поверхность и равно $\int \left[\rho(\vec{u} - \vec{U}) \left(\frac{u^2}{2} + gh \right) + P\vec{u} \right] \cdot \overrightarrow{dS}$, вектор \overrightarrow{dS} направлен по нормали к поверхности в сторону от жидкости к лопатке (При выводе может использоваться представление уравнения (1) как равенства нулю четырехмерной дивергенции во времени-пространстве - см [16]). Условие непротекания на поверхности лопатки, $(\vec{u} - \vec{U}) \cdot \vec{dS} = 0$, преобразует этот интеграл как $\int P \vec{u} \cdot \vec{dS} = \int P \vec{U} \cdot \vec{dS}$, причем сумма этих интегралов

 $\Sigma \int P \vec{U} \cdot \vec{dS}$ по всем лопаткам равна работе dA/dt, совершаемой потоком воды над турбиной за секунду. Отсюда в пренебрежении вязкостью следует (2):

$$L\rho H_1 u_1 \left[\left(g H_1 + \frac{{u_1}^2}{2} \right) - \left(g H_2 + \frac{{u_2}^2}{2} \right) \right] = \sum \int P \overrightarrow{U} \cdot \overrightarrow{dS} = \frac{dA}{dt} = E + W. \tag{A3}$$

Разумеется, формула (А3) не есть экзотический способ доказательства несомненного соотношения (2) (к тому же в менее общих предположениях отсутствия вязкости). Она лишь доказывает, что при попытке опровержения уравнения (2) таким способом исправление ошибок неуклонно приводит к (2).

Приложение 2. Доказывает ли работа [15] ошибочность работ [3-6]?

Анализ результатов [15] основываем на законе сохранения энергии (2). В рамках этой модели обсудим начальные шаги в работе [15] (*цитаты курсивом*):

Стр1: В свободно текущем потоке работает пара водяных колес. Второе колесо связано с первым передачей, повышающей частоту вращения (рис. 1). Тогда левое колесо вращается потоком...

Применим формулу (2), располагая сечение 1 слева от левого колеса, а сечение 2 справа от левого колеса, но перед вторым. Поскольку утверждается, что первое колесо осуществляет отбор энергии от потока (E>0), имеем согласно (1):

$$\left(gH_1 + \frac{{u_1}^2}{2}\right) - \left(gH_2 + \frac{{u_2}^2}{2}\right) = \frac{E+W}{L\rho H_1 u_1} > 0.$$
(B1)

Для оценки характерных параметров задачи учтем, что в критикуемых в [15] работах [3-6] для числа Фруда перед потоком, $Fr_1 = \frac{u_1^2}{gH_1}$, приняты типичные значения $Fr_1 \sim 0.1 < 1$ (отсутствие этой оценки в [15] скорее всего объясняется недоразумением, тем более что по смыслу рассуждений в [15] подразумеваются малые числа Фруда для «спокойного» потока перед турбиной). При заданных параметрах течения перед потоком, используя закон сохранения массы (первое из уравнений (2)), выразим снимаемую мощность через высоту потока за турбиной:

$$\frac{E+W}{L\rho g H_1^2 u_1} = 1 - \frac{H_2}{H_1} + \frac{Fr_1}{2} \left(1 - \frac{H_1^2}{H_2^2} \right) > 0.$$
 (B2)

После чего, следуя тексту работы [15], приходим к противоречию при проверке **первого** же утверждения (обозначения в цитате отличаются от [15]):

Стр2: Рис. 1 не соответствует тому, что после прохождения первого колеса скорость потока замедлится от u_1 до некоторого значения u_2 (часть кинетической энергии потока заберет первое колесо). Тогда в силу первого из уравнений (1) уровень после прохождения первого колеса, но до второго увеличится, так что $H_2 > H_1$. Согласно рис. 1 уровень потока начинает снижаться на первом колесе, что неверно — на первом колесе уровень повышается!

Неверно: при $Fr_1 < 1$ и $H_2 \ge H_1$ получаем $1 - \frac{H_2}{H_1} + \frac{Fr_1}{2} \left(1 - \frac{H_1^2}{H_2^2}\right) \le 0$, поскольку левая часть неравенства равна нулю при $H_2 = H_1$ а ее производная по H_2 отрицательна: $H_1 \frac{\partial}{\partial H_2} \left[1 - \frac{H_2}{H_1} + \frac{Fr_1}{2} \left(1 - \frac{H_1^2}{H_2^2}\right)\right] = -1 + Fr_1 \frac{H_1^3}{H_2^3} < Fr_1 - 1 < 0$ при $Fr_1 < 1$ и $H_2 > H_1$. Приходим к противоречию с ранее установленным неравенством (3). Следовательно, принятые в работах [3-6] утверждения - о том, что после первого колеса уровень потока **понижается** $(H_2 < H_1)$, поток **ускоряется**, и источником энергии (как на отбор энергии от потока колесом, так и на **увеличение** кинетической энергии потока за первым колесом) является разность потенциальной энергии перед и за колесом и работа силы давления, - все

- представляются неоспоримыми, так же как и рис.1. Анализ претензий автора [15] в адрес работ [3-6] выявляет неосновательность этих претензий из-за неучета малости числа Фруда в потоке перед турбиной. Если основывать анализ на уравнении (A2) вместо (2), хотя это и неверно, вывод не меняется (при $Fr_1 < 1/2$). Литература.
- [1]. I. V. Sokolov et al, Magnetohydrodynamic Waves and Coronal Heating: Unifying Empirical and MHD Turbulence Models, The Astrophysical Journal, 764:23 (2013).
- [2]. Ленёв Н.И. Бесплотинные ГЭС нового поколения на основе гидроэнергоблока. //Альтернативная энергетика и экология// ISJAEE. №3(23) 2005. С.75-78.
- [3]. 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.
- [4]. Treshchalov G.V. Research into the hydrodynamic effect of boosting power and its full-scale modeling //ISJAEE. 2012. No. 11(115). P. 41-44.
- [5]. 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.
- [6]. Трещалов Г .В . Применение гидродинамического эффекта Трещалова в свободнопоточных гидротурбинах // Альтернативная энергетика и экология. ISJAEE. 2013. № 3/2 (122). С. 95-98.
- [7]. 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.
- [8]. Зотьев Д.Б. Альтернативная энергетика vs лженаука// Альтернативная энергетика и экология. ISJAEE. 2013. № 8(130). C.131-136.
- [9]. Igor Sokolov, The energy conservation law in hydrodynamics vs the pseudo-law of alternative energy. Comment on "Alternative energy vs pseudoscience" and the papers cited and not cited therein (in Russian), http://arxiv.org/abs/1312.5780
- [10]. Зотьев Д.Б. Об условиях расходимости фотонного пучка ниже дифракционного предела.// Альтернативная энергетика и экология. ISJAEE. 2013. №10(132). С.66-70.
- [11]. В.Б.Берестецкий, Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский, Квантовая электродинамика. М.: Наука, 1989.
- [12]. I. V. Sokolov, J. A. Nees, V. P. Yanovsky, N. M. Naumova and G. A. Mourou, Emission and its back-reaction accompanying electron motion in relativistically strong and QED-strong pulsed laser fields, Phys. Rev. E **81**(3 pt 2), 036412 (Mar 2010).
- [13]. Д.Б. Зотьев «Альтернативная энергетика v s лженаука 2: об одной ошибке с уравнением энергии в гидродинамике и основанных на ней критических заметках» URL: https://dl.dropboxusercontent.com/u/36985177/zotyev5.pdf Загружено 7.2.14 с http://forum.lebedev.ru/viewtopic.php?f=26&t=4433&start=165
- [14]. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М., Наука, 1986, 736 с.
- [15]. Д.Б.Зотьев, Закон сохранения энергии в гидродинамике не противоречит основам физики: критические заметки к статьям об «эффекте Трещалова» и в его защиту URL:https://dl.dropboxusercontent.com/u/36985177/zotyev7.pdf Загружено 12.2.14 с http://forum.lebedev.ru/viewtopic.php?f=26&t=4433&start=225 [16]. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теория поля, М.: Наука, 1982.