

Вихревой плазменный двигатель

Баяк И.В.

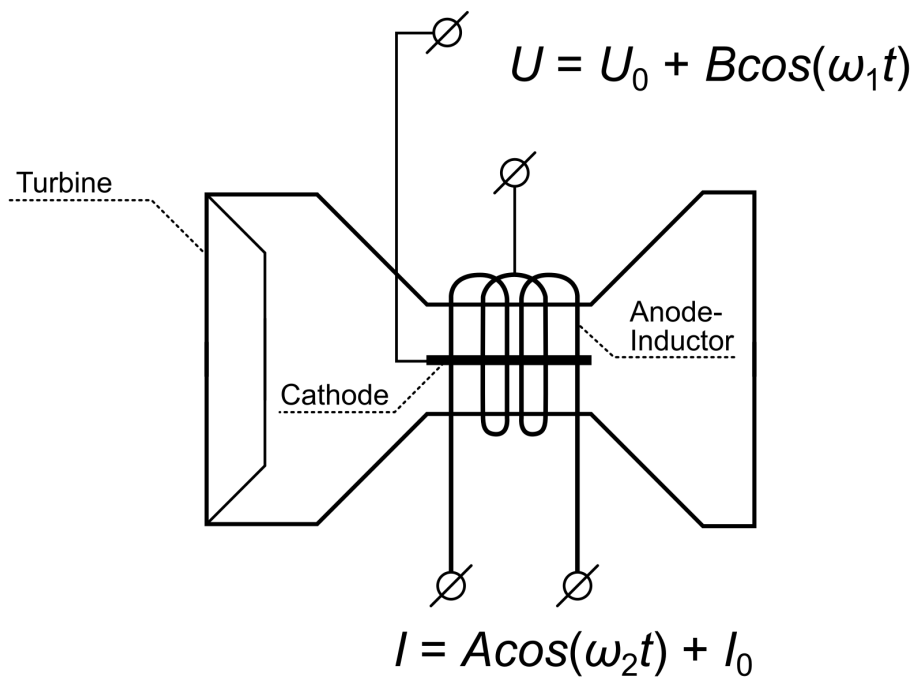


Рис. 1: принципиальная схема вихревого плазменного двигателя

Основным элементом вихревого плазменного двигателя является коническая воронка, в которой с помощью турбины образуется газовый вихрь, влетающий со сверхзвуковой скоростью в цилиндрическую камеру высокочастотного индуктора, где он превращается во вращающийся плазменный цилиндр со структурой двойного электрического слоя. В переменных скрещенных полях (радиальном электрическом и ортогональном ему магнитном) плазма под действием этих полей вращается как единое целое, а диаметр двойного электрического слоя цилиндрической оболочки плазмы сжимается (в том числе за счет собственного

магнитного поля) с частотой колебаний электрического поля ω_1 . Вместе с тем, в плазменном цилиндре двойного электрического слоя из-за неравновесности плазмы, вызванной ее вращением, самопроизвольно образуются ионно-звуковые волны, а когда частота колебаний переменной части электрического поля совпадает с частотой колебаний одной из мод стоячей ионно-звуковой волны, амплитуда колебаний ионной плотности волны резонансно увеличивается. Кроме того, ударная волна, создаваемая сверхзвуковым потоком плазмы, сжимает плазменный цилиндр проходящим через него кольцом ударной плотности двойного электрического слоя. Ожидается также, что коллективно-ускорительный механизм колебаний предельно сжатой плазмы создаст условия для запуска реакции холодного ядерного синтеза. В этом случае, на выходе воронки мы получим не только более быстрый, но и более горячий газовый вихрь, который с помощью патрубка можно вернуть на вход турбины, превратив реактивный двигатель в мотор-генератор тепловой и электрической энергии. В свою очередь, если в нашей схеме убрать выпускную воронку, плотно закрыв камеру справа от соленоида, то вместо реактивного двигателя мы получим устройство, генерирующее искусственный смерч и шаровую молнию.

Дополним теперь наше словесное описание необходимыми формулами. Из уравнения баланса сил мы получим формулу зависимости давления P основного (фонового) потока вращающейся плазмы от расстояния r до оси цилиндра

$$P = P_0 \exp\left(\frac{-MU^2}{RTB^2r^2}\right)$$

где P_0 - давление на стенку камеры, U - напряжение между анодом и катодом, M - молярная масса, B - индукция магнитного поля, T - температура плазмы, R - универсальная газовая постоянная, причем $P_0 = \rho \frac{\omega^2 r_0^2}{2}$, где ρ - плотность газовой среды, ω - угловая скорость вращения плазмы, а r_0 - радиус цилиндрической камеры. В то же время, давление градиента внешнего электрического поля $\nabla E \approx \frac{U}{r^2}$ на двойной электрический слой цилиндрической оболочки плазмы, имеющий радиус r , начальную концентрацию n_0 и ширину D , равно

$$P' = \frac{r_0 n_0 U D^2}{r^3}$$

С другой стороны, давление центробежной силы на двойной слой цилиндрической оболочки плазмы, вращающийся с тангенциальной скоростью v_τ , которая складывается из дрейфовой скорости $\frac{U}{rB}$ и скорости аэроди-

намического завихрения газа, равно

$$P'' = \frac{n_0 r_0 M v_\tau^2 D}{r^2}$$

В свою очередь, из равенства $P' = P''$ можно вычислить радиус двойного слоя потока плазмы

$$r = \frac{UD}{M v_\tau^2}$$

и степень сжатия цилиндрической оболочки двойного слоя плазмы

$$\frac{r_0}{r} = \frac{r_0 M v_\tau^2}{UD}$$

Таким образом, плотность и концентрация цилиндра двойного электрического слоя, имеющего радиус r , значительно превышает плотность и концентрацию основной (фоновой) плазмы на расстоянии r от оси цилиндрической камеры, а следовательно наибольшая плотность вероятности ядерного синтеза локализована в цилиндрической оболочке двойного слоя плазмы. Иначе говоря, тонкая плотная оболочка двойного слоя плазмы вращается в разреженной области плазмы, причем, преодоление кулоновского барьера ядерных реакций синтеза происходит преимущественно за счет коллективного взаимодействия ядер, собранных вместе в кольце двойного слоя, а не за счет парных столкновений, как это имеет место быть в высокотемпературной плазме. Действительно, пусть среднее расстояние между парами соседних ядер, имеющих заряд q и воображаемо соединенных в цепочку по окружности радиуса r , равно s . Тогда в приближении трёх ядер радиальная сила, выталкивающая каждое ядро цепочки за пределы окружности двумя соседними ядрами, равна

$$F_r \approx 2 \frac{q^2}{s^2} \cdot \frac{s}{r} = \frac{2q^2}{sr}$$

а тангенциальная сила, действующая на ядро, которое относительно соседних ядер имеет отклонение от среднего значения Δs , то есть, смещенное на расстояние Δs , равна

$$F_\tau \approx \frac{q^2}{(s + \Delta s)^2} - \frac{q^2}{(s - \Delta s)^2} \approx \frac{4q^2 \Delta s}{s^3}$$

Воображаемые цепочки ядер лежат на положительно заряженной поверхности двойного слоя (а точнее, хаотически двигаются в толще этой поверхности), в силу чего, по кольцу двойного слоя будут распространяться волны плотности, а в случае резонанса с частотой вынужденных

колебаний внешнего электрического поля должно наблюдаться значительное увеличение амплитуды смещения Δs , а следовательно и значительное уменьшение расстояния сближения ядер $s - \Delta s$, отвечающего в реакциях синтеза ядер за преодоление кулоновского барьера. Вычислим, наконец, в приближении трёх ядер пороговое значение потенциальной энергии, которую необходимо затратить для преодоления средним ядром кулоновского барьера, равного $b = s - \Delta s$

$$U = \frac{2q^2(s - b)^2}{s^3}$$

Тогда, поскольку концентрация ионов n двойного слоя плазмы и среднее расстояние между ионами s связаны формулой $n = \frac{1}{s^3}$, окончательно имеем

$$U = 2nq^2(n^{-\frac{1}{3}} - b)^2$$

и, например, при $b = 10^{-13} \text{ cm}$, $n = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ мы получим пороговое значение потенциальной энергии протона $U \approx 0,3 \text{ eV}$, что на несколько порядков меньше порогового значения кинетической энергии парных столкновений приблизительно равного 1 MeV .

В заключение признаем, что наши теоретические выводы требуют более детального математического моделирования и экспериментальной проверки. С другой стороны, следует также признать, что представленных математических выкладок вполне достаточно для инициирования НИОКР. Обращаем также ваше внимание на то, что анализ работы устройства вихревого плазменного двигателя сделан на основе классических физических представлений, но с учетом нового взгляда на механизм коллективного взаимодействия ядер в реакции так называемого холодного ядерного синтеза.