

О ВОЗМОЖНОМ ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКО- -ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПРОБЛЕМЫ КОСМОНАВТИКИ

инженер Степанов Виктор Васильевич (АК им. К. Э. Циолковского)

Из проведённых автором статьи исследований следует, что самыми перспективными реактивными двигателями для космических полётов являются термоядерные реактивные двигатели (ТЯРД) с магнитным удержанием плазмы, находящейся в тороидально-вихревом движении и в тороидальной камере яйцеобразной формы.

Тезисно-кратко концепция соответствующего изобретения заключается в следующем.

Для удержания плазмы **будут использоваться только постоянные магнитные поля**, основные из которых аналогичны полоидальному и «вертикальному» магнитным полям установки типа «Токамак». При этом какой-либо **электрический ток через зыбкую плазму пропускаться не будет**, а одно из двух или **трёх** (в зависимости от модификации соответствующего термоядерного реактора) **тороидальных** магнитных полей возникнет автоматически и будет сосредоточено лишь с той стороны термоядерного плазменного образования, куда направлен радиус-вектор кривизны магнитных силовых линий (с выпуклой стороны).

Энергетический термоядерный реактор (ТЯР) этого **типа**, то есть ТЯР «Эндвис» («Эндвис» означает: **энергетическо-двигательная система**) сможет работать не только при малых, но и при больших и очень больших значениях отношения давления плазмы к давлению суммарного магнитного поля (β_Σ), причём начиная с некоторой величины β_Σ (например, с $\beta_\Sigma = 0,3$, что принципиально невозможно на установках типа «Токамак») **диверторная сепарация** частиц плазмы станет настолько интенсивной, что подавит броуновско-тепловую хаотизацию направлений их движения, в результате чего возникнет и станет развиваться (усиливаться) энергетический эффект (при $\beta_\Sigma \approx 1$ он максимален), при котором термоядерное энерговыделение возрастёт **во много раз** без значительного увеличения суммарной мощности различного рода электромагнитных излучений плазмы.

Процесс возникновения энергетического эффекта в ТЯР «Эндвис» аналогичен описанному Владимиром Щербаковым (значительно позже, чем автором статьи) в его концепции ТЯР (смотрите его книгу «Тайны эры Водолея», М., 1996 г., стр. 262 – 266), но специально приводить плазму в тороидальное вихревое вращение не потребуется, так как **этот процесс будет происходить автоматически**, то есть самопроизвольно. Более того в ТЯР «Эндвис» самопроизвольно сформируется не один тороидальный плазменный вихрь, а два вложенных друг в друга тороидальных плазменных вихря с противоположными направлениями вращения.

Форма термоядерного плазменного образования ТЯР «Эндвис» очень сильно отличается от плазменного шнура установки типа «Токамак» и тем более от плазменного шнура установки с магнитными зеркалами-пробками (пробкотрона). → Это далеко не плазменный **шнур**.

Диверторно-реактивный выхлоп из ТЯР «Эндвис» будет осуществляться через отходящую от конически заострённой части его яйцеобразной реакторной камеры вдоль оси симметрии цилиндрическую выхлопную камеру. → Реакторная и выхлопная камеры являются составными частями единой плазменной камеры.

Хотя это изобретение (следовательно, и ему соответствующий ТЯР типа «Эндвис») уже давно хорошо научно обосновано и чрезвычайно высокоперспективно, оно долгое время было никем (кроме автора) не понятым, так как после лишь бегло-мимолётного взгляда на его описание (с апломбом жёстко-догматичной предубеждённости; мол и так ясно, что этого не может быть, что это ерунда), его отвергали «с порога» (не читая, без какого-либо рассмотрения!). Лишь в самое последнее время (\approx с начала 2002-го года) у некоторых физиков-плазменщиков наконец-то зародился к нему интерес. → По-видимому, его практическая реализация состоится не в России.

Есть серьёзные основания надеяться, что ТЯР «Эндвис» сможет высокоэффективно работать не только на дейтериевых термоядерных реакциях (ТР), в частности на ТР $D + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + p + 18,3 \text{ МэВ.}$, но и на ТР ${}^{11}\text{B} + p \rightarrow 3 {}^4\text{He} + 8,682 \text{ МэВ.}$, сопровождающейся лишь очень слабым нейтронным излучением (из-за побочных ТР) и имеющей широко распространённые на Земле и не радиоактивные (в отличие от трития) компоненты соответствующего, то есть борно-протиевого, термоядерного топлива. ТЯР типа «Эндвис» смогут работать и на ТР ${}^3\text{He} + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + 2 p + 12,85 \text{ МэВ.}$, которая является абсолютно экологически чистой термоядерной реакцией.

Помимо вышеотмеченного энергетического эффекта, связанного с значительным ростом плотности плазмы во внешнем приповерхностном слое тороидально-вихревого реакторного плазменного образования, возможности использования ТР ${}^{11}\text{B} - p$ будет способствовать пониженная относительная концентрация ядер (атомов) бора-11 (менее 50 %), а также то важное обстоятельство, что при установившейся **стационарной** работе ТЯР «Эндвис» будет иметь место, как правило, существенное различие **равновесной** температуры электронов и ионов **неодинаково** нагреваемых высокоэнергичными продуктами термоядерных реакций – прежде всего альфа-частицами (ядрами гелия-4).

Без учёта энергетического эффекта благодаря эффекту «холодных» электронов при относительной ядерной концентрации бора-11 около 8,2 % (против около 91,8 %) и при реально достижимых величинах других параметров, объёму борно-протиевой плазмы в 20 – 100 кубических метров будет соответствовать термоядерная мощность ТЯР «Эндвис» в диапазоне примерно от 10000 кВт. до **500000 кВт.** При этом суммарная мощность разного рода электромагнитных излучений плазмы будет значительно меньшей. А с учётом энергетического эффекта, который возможен не во всех режимах работы, этот же ТЯР сможет развивать мощность в ещё более широком диапазоне, а также сможет работать и на ещё более трудно используемых термоядерных реакциях.

ТЯРД-эндвис будет обладать способностью изменять величину эффективной скорости истечения реактивной струи в диапазоне от примерно 0,5 км./сек. до нескольких тысяч км./сек., что позволит одноступенчатым **многоцветным** термоядерным космическим кораблям (КК) осуществлять быстрые полёты к любой планете Солнечной системы и благодаря чему освоение Солнечной системы резко ускорится и примет очень широкие масштабы.

На рис. 1 изображён одноступенчатый межзвёздный термоядерный КК со складывающейся-раздвижной конструкцией, обеспечивающей достижение наибольшей величины числа К. Э. Циолковского.

Цифровые позиции к рис. 1 указывают: поз. 1 – на **разборно-съёмный конический** противометеорный защитный экран, размещённый перед носовой частью корпуса термоядерного КК; поз. 2 – на один из трёх или четырёх консольных электрических реактивных двигателей (ЭРД) или **компрессорно-прямоточных** воздушно-космических ЭРД (КП ВК ЭРД) с воздухозаборными отверстиями, герметично закрытыми специальными створками (поз. 3); поз. 4 – на камеру втягивания и выпуска **диамагнитной** цепи («уса») нейтрализатора; поз. 5 – на конические сопловые створки; поз. 6 – на **диамагнитные** (например, медные) цепи («усы») нейтрализатора, предназначенные для нейтрализации и последующего рассасывания подобной радиационным поясам Земли плазменной оболочки, которая может возникнуть вокруг термоядерного КК в результате захвата его внешним магнитным полем (магнитосферой) части плазмы реактивного выхлопа магнитноплазменного ТЯРД.

На рис. 2 изображён межпланетный термоядерный КК в посадочном положении, то есть на соплах четырёх консольных КП ВК ЭРД с открытыми воздухозаборными отверстиями (см. поз. 2), со снятым и оставленным на околопланетной орбите или на поверхности безъатмосферного естественного спутника планеты (например, на Луне) коническим-зонтоподобным противометеорным экраном, с втянутыми «усами» (диамагнитными цепями) нейтрализатора и с герметично закрытыми коническими сопловыми створками. На рис. 2 поз. 1 указывает на одну из околорпусных **компрессорно-прямоточных** воздухозаборных камер.

КП ВК ЭРД смогут работать и, при необходимости, будут работать как в атмосфере планеты, так и в вакууме космического пространства.

За исключением нижнего абзаца-подраздела на стр. 1 вышеизложенный текст составлен в октябре 2001-го года.

ПРИЛОЖЕНИЕ

С первого взгляда (тем более очень предубеждённого и невнимательного) концепция магнитноплазменной термоядерной установки (МТУ) типа «Эндвис» далеко не очевидна, в связи с чем грубо ошибочное первое впечатление о ней у некоторых физиков-плазменщиков не удивительно. → Кое-что из кажущегося очевидным (с первого взгляда) является грубо ошибочным.

Во-первых, внутренний очевидно-тороидальный элемент конструкции этой установки и его охватывающие магнитные обмотки (магнитные катушки) по своим свойствам и, в частности, по своему эффективному действию на удерживаемую плазму далеко не тождественны и даже не подобны тонкому и сплошному (без внутренней тороидальной полости) кольцевому левитирующему электрическому проводнику-миксине установки «Галатей-А» и тороидально-токамачного левитрона.

Во-вторых, основной объём термоядерной плазмы этой установки расположен вовсе не там где, казалось бы, форма (конфигурация) магнитных силовых линий наиболее благоприятна для устойчивого удержания плазмы, то есть не в приосевой зоне и не в полости малого междуоконного промежутка. Этот объём расположен там, где в установке «Галатей-А» находится так называемая плазменная «мантия» (термин А. И. Морозова). Во вспомогательной же приосевой зоне будет находиться вообще не термоядерная сравнительно «холодная» газо-плазменная смесь или даже (в некоторых режимах работы и случаях) почти чистый (без плазмы) вакуум.

В третьих, основное полоидально-тороидальное магнитное поле этой установки хотя и аналогично полоидальному магнитному полю установки типа «Токамак», далеко ему не тождественно, причём не только потому, что первому полю приходится обтекать приэкваториальные сдвоенные «окна», которых нет в токамаках, но и потому, что оно не столько полоидальное, сколько действительно тороидальное (полностью сосредоточено в рабочем объёме плазменной камеры установки типа «Эндвис»; за пределами рабочего объёма плазменной камеры это поле равно нулю).

В четвёртых, в этой установке полоидально-тороидальное магнитное поле не только полностью сосредоточено в рабочем объёме её плазменной камеры и, следовательно, нигде не пересекает каких-либо стенок, но и не касается стенок «окон» со стороны полости большого междуоконного промежутка (отжато от этих стенок «вертикальным» магнитным полем), а в полость малого междуоконного промежутка не проникает вообще (в этой вспомогательной полости любое из трёх возможных тороидальных магнитных полей равно нулю).

В пятых, очень опасные в ранее известных термоядерных установках дрейфовые смещения частиц плазмы в термоядерной установке типа «Эндвис» будут не только не опасными, а наоборот будут очень полезными и желанными. Например, центробежный и градиентный азимутально-направленные и безпрепятственные (по замкнутому контуру) дрейфы создадут им соответствующий азимутальный дрейфовый электрический ток, магнитное поле которого сосредоточится только со стороны выпуклой поверхности термоядерного плазменного образования, полностью скомпенсирует тороидальную (в радиальном направлении) неоднородность полоидально-тороидального магнитного поля и вместе с магнитными полями других дрейфовых электрических токов обеспечит на всей поверхности термоядерной плазмы (всюду) равновесие между магнитным и плазменным давлениями. Вместе с другими важными эффектами эти дрейфы обеспечат принципиальную невозможность неприемлемо значительного и быстрого (тем более безостановочного; последнего не допустит эффект магнитной диафрагмы) смещения частиц термоядерной плазмы к каким-либо стенкам (в том числе и к стенкам «окон»). Контакт термоядерной плазмы с каким-либо участком стенки плазменной камеры установки типа «Эндвис» будет тем более принципиально (абсолютно) невозможным.

В шестых, в отличие от любой другой термоядерной установки, в установке типа «Эндвис» магнитно-диверторная **сепарация** частиц плазмы может быть настолько интенсивной, что **самопроизвольно** вся плазма в целом придёт в тороидально-вихревое вращение, вследствие чего возникнет эффект многократного увеличения интенсивности термоядерного энерговыделения без неприемлемо значительного сопутствующего роста интенсивности электромагнитных излучений плазмы. Благодаря этому (энергетическому) эффекту минимально необходимое по критерию Лоусона ($n \cdot \tau$ при $T_{пл.} = T_{пл. \text{ зажиг.}}$) время удержания плазмы-энергии может быть очень значительно уменьшено.

В седьмых, в режимах сравнительно малого термоядерного энерговыделения, то есть при малой подаче газообразного термоядерного топлива и, **следовательно**, при сравнительно малой величине отношения давления плазмы к давлению суммарного магнитного поля (β_{Σ} ; в этих режимах энергетического эффекта не будет), время удержания плазмы-энергии в вакуумно-плазменной камере установки типа «Эндвис» будет достигать многих секунд и (или) даже минут. → **ТЯЭС и ТЯРД типа «Эндвис» смогут высокоэффективно работать и в режимах без энергетического эффекта.**

В восьмых, через сравнительно **очень малые** по размерам приоконные поперечно-осевые магнитные щели, образованные встречно направленными основным «вертикальным» магнитным полем и вспомогательным «вертикальным» магнитным полем полости малого междуоконного промежутка и зажатые с боков полоидально-тороидальным магнитным полем, в принципе возможная утечка части термоядерной плазмы будет очень малой, а при большой степени развития энергетического эффекта – **почти нулевой**.

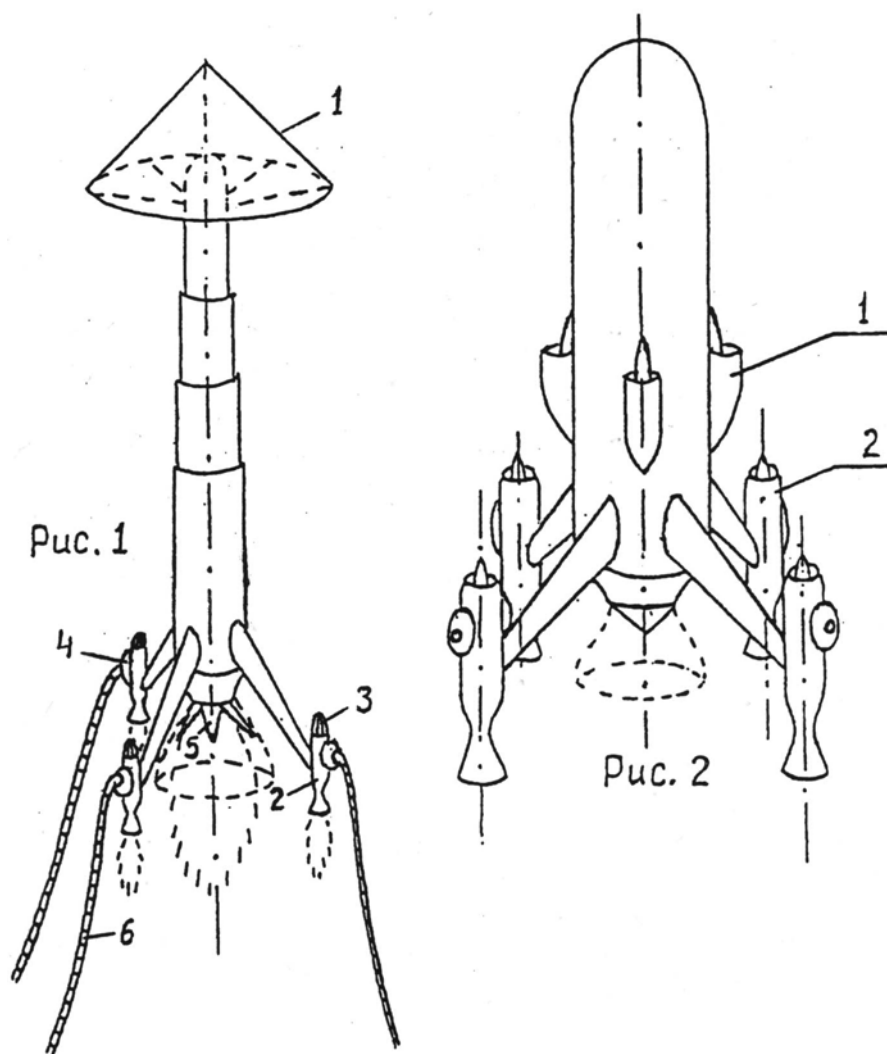
В девятых, термоядерная установка типа «Эндвис» является уже готовым термоядерным реактивным двигателем (ТЯРД), который для производства электроэнергии и работы на Земле только в качестве термоядерной электростанции (ТЯЭС) придётся **специально** приспособливать (насилуя его природу). Следовательно, эта установка такова, что первая же ТЯЭС, построенная на её основе, будет являться и первым ТЯРД этого типа. При этом важно отметить, что как ТЯРД-эндвис для космических полётов, так и, фактически, такой же ТЯРД-эндвис, но специально предназначенный для работы только в качестве ТЯЭС-эндвис, **смогут высокоэффективно работать не только в вакууме космического пространства, но и в атмосфере планеты.** → Не торопитесь утверждать, что это невозможно. Механизм (способ) реализации этого рассмотрен автором статьи давно, подробно и не оставляет никаких оснований сомневаться в этом. **Физика** соответствующих процессов **более чем достаточно** убедительно показывает и доказывает, что это возможно.

Возможность использования сопел консольных КП ВК ЭРД в качестве взлётно-посадочных опор **термоядерного** космического корабля (смотрите рис. 2) определяется тем, что **вzlётно-посадочная** величина эффективной скорости истечения ($W_{эфф.}$) реактивной струи (как из КП ВК ЭРД, так и из центрального ТЯРД типа «Эндвис») может быть и, как правило, будет очень малой (например, $W_{эфф.}$ мин. для старта с поверхности Земли может быть равной 500 м./сек. и $W_{эфф.}$ мин. для старта с поверхности Титана может быть равной 390 м./сек.), чему соответствует очень низкая средняя температура реактивной струи (~ 440° К для старта с поверхности Земли и ~ 260° К для старта с поверхности Титана). Имейте в виду, что при этом реактивная струя будет состоять не столько из термоядерного выхлопа, сколько из засасываемого воздухозаборниками внешнего воздуха, смешиваемого **в сопловых камерах** этих РД с термоядерным выхлопом. Температура же в 440° К или в 260° К совершенно безвредна для любых элементов конструкции термоядерного космического корабля и достаточно низка, чтобы не расплавить подстилающий грунт. → Этот абзац добавлен 4-го мая 2003-го года.

И так далее.

Без знания сущности того, что предлагает автор, на его взгляд, новой и высокоперспективной научно-технической разработки или лишь при поверхностно-невнимательном ознакомлении с этой разработкой (тем более с сильной предубежденностью; мол и так ясно, что этого не может быть) никакие иные знания не могут быть серьезным основанием для какого-либо суждения об этой разработке (тем более для отрицательного суждения о ней).

21 января 2002-го года



Более подробно об МТУ типа «Эндвис» можете узнать из статьи автора по его докладу на XXIX-й Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. – Звенигород, 25 февраля – 1 марта 2002-го года. Публикация этой статьи ожидается в одном из ближайших номеров журнала «Физика плазмы».