

О СОСТОЯНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ МАГНИТНОГО УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА (УТС) И ПЕРСПЕКТИВАХ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОСМОНАВТИКЕ

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

Встретившиеся на пути решения проблемы управляемого термоядерного синтеза (УТС) трудности оказались настолько значительными, что уже в начале 70-х годов можно было с уверенностью утверждать, что ни одна из к тому времени рассматривавшихся термоядерных установок с магнитным удержанием высокотемпературной плазмы, в том числе и не без серьёзных причин знаменитая установка типа «Токамак», не позволяет решить эту проблему с желаемыми высокой технической, экономической и экологической эффективностью, высокой надёжностью и в сравнительно короткий срок. К настоящему же времени это стало ещё более очевидным.

Например, давно доказанная принципиальная возможность создания на основе установки типа «Токамак» энергетического (с положительным балансом энергии) термоядерного реактора (ТЯР) до сих пор не реализована и, по-видимому, никогда не будет реализована, так как даже минимальные размеры и стоимость такого ТЯР были бы слишком велики (оцениваются в $\approx 25 - 30$ метров и в $\approx 6 - 10$ миллиардов американских долларов; смотрите, например, стр. 68 ж. «В мире науки», № 11 за 1990 г.). К тому же энергетическому ТЯР типа «Токамак» присущ и ряд других очень значительных недостатков, в частности то, что он вряд ли способен работать на иных термоядерных реакциях (ТР), чем реакция $D + T \rightarrow {}^4\text{He} + n + 17,6 \text{ МэВ}$, с которой связано интенсивное нейтронное излучение, а тритий радиоактивен и в природе почти полностью отсутствует. Ситуация с другими ныне рассматривавшимися магнитноплазменными термоядерными установками ещё хуже.

Поэтому первоначальный оптимизм физиков-плазменщиков по отношению к перспективе создания таких ТЯР медленно угасая сменился разочарованием и пессимизмом, в связи с чем в последнее время в Соединённых Штатах Америки (США) активные работы по программе «Токамак» свёрнуты и основное внимание с выделением дополнительных значительных средств сосредоточено на развитии теоретических и экспериментальных исследований по инерциальному термоядерному синтезу (ИТС).

Однако были исследованы далеко не все научные данные, имеющие отношение к магнитному УТС, и далеко не все его варианты и возможности. Сколь-нибудь серьёзных оснований для пессимизма по отношению к магнитному УТС никогда не было и нет.

Результаты проведённых автором статьи многолетних исследований дают основание утверждать, что проблему УТС всё-таки удастся решить не только теоретически, но и практически, то есть со значительно большей эффективностью, чем это возможно (теоретически, в принципе) на основе установки типа «Токамак».

В основных чертах концепция вытекающей из этих исследований принципиально нового типа магнитноплазменной термоядерной установки (МТУ) заключается в следующем.

Для удержания плазмы в этого типа МТУ будут использоваться только постоянные магнитные поля, основные из которых аналогичны (но не тождественны) полоидальному и вертикальному магнитным полям установки типа «Токамак». При этом какой-либо электрический ток через зыбкую плазму пропускаться не будет, а одно из используемых для удержания термоядерной плазмы магнитных полей (магнитное поле азимутального дрейфового электрического тока) возникнет автоматически и будет сосредоточено лишь с той стороны термоядерного плазменного образования (с выпуклой стороны), куда направлен радиус-вектор кривизны магнитных силовых линий.

В варианте энергетического ТЯР этого типа МТУ 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 $\beta_\Sigma = 0,4$, 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 разного рода электромагнитных излучений плазмы.

Процесс возникновения энергетического эффекта в этого типа МТУ аналогичен описанному Владимиром Щербаковым (см. [17]) в его концепции МТУ (связан с значительным ростом плотности плазмы во внешнем приповерхностном слое тороидально-вихревого плазменного образования), но специально приводить плазму в тороидальное вихревое вращение не потребуется, так как этот процесс будет происходить автоматически, то есть самопроизвольно. Более того, в этого типа МТУ **самопроизвольно** сформируется не один тороидальный плазменный вихрь, а два вложенных друг в друга тороидальных плазменных вихря с противоположными направлениями вращения.

Форма реакторного плазменного образования этого типа МТУ 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. Оптимальной же формой корпуса этого типа МТУ (если смотреть снаружи) является яйцеобразная форма.

Реактивный **выхлоп** из этого типа МТУ (как в варианте термоядерной электростанции, так и в варианте термоядерного реактивного двигателя) будет осуществляться через отходящую от конически-заострённой части её яйцеобразной реакторной камеры вдоль оси симметрии цилиндрическую выхлопную камеру. Реакторная и выхлопная камеры являются составными частями единой плазменной камеры.

Результаты вышеотмеченных исследований позволяют надеяться, что им соответствующие магнитноплазменные ТЯР смогут высокоэффективно работать не только на дейтериевых термоядерных реакциях, в частности на ТР $D + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + p + 18,3$ Мэв, но и на термоядерной реакции ${}^{11}\text{B} + p \rightarrow 3 {}^4\text{He} + 8,682$ Мэв, сопровождающейся лишь очень слабым ($\sim 0,1$ % и менее от полного энерговыделения) нейтронным излучением (из-за побочных ТР) и имеющей широко распространённые на Земле (не дефицитные) и не радиоактивные (в отличие от трития) компоненты соответствующего, то есть борно-протиевого, термоядерного топлива. ТЯР этого типа смогут работать и на ТР ${}^3\text{He} + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + 2 p + 12,85$ Мэв, что и вовсе не будет сопровождаться нейтронным излучением (эта ТР абсолютно экологически чистая). Это особенно важно и актуально для применения в космонавтике.

Помимо вышеотмеченного энергетического эффекта возможности использования термоядерной реакции ${}^{11}\text{B} - p$ будет способствовать пониженная относительная концентрация ядер (атомов) бора-11 (менее 50 %), а также то важное обстоятельство, что при установившейся стационарной работе такого ТЯР 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).

Точную величину равновесного отношения какой-либо заданной температуры ионов (T_i) к искомой температуре электронов (T_e при заданной величине T_i) определить трудно. Из приближённых же вычислений следует, что, например, для борно-протиевой плазмы с температурой протонов (T_p) до $\approx 33,9$ кэв (у ядер бора-11 равновесная температура будет другой, причём немного более низкой) равновесная температура электронов будет более высокой (без учёта радиационного охлаждения электронов), при температуре протонов равной $\approx 33,9$ кэв равновесная температура электронов будет такой же ($T_p \approx T_e$ при $T_p \approx 33,9$ кэв), но при $T_p = 200$ кэв температура электронов будет не менее как в 17 – 20 раз меньшей, а с учётом радиационного охлаждения электронов и при больших значениях отношения давления плазмы к давлению

суммарного магнитного поля (при больших β_Σ) в ещё большее число раз меньшей, то есть составит менее 12 – 10 кэВ. При $T_p = 300$ кэВ T_e составит менее 9 кэВ.

Работая на борно-протиевом термоядерном топливе при относительной концентрации ядер бора-11 – 8,2 % и ядер протия (свободных протонов) – 91,8 % и при температуре протонов равной 200 кэВ, что соответствует $T_p/T_e \geq 17$ и $\langle \sigma v \rangle_{B^{11}-p} \approx 1,5 \cdot 10^{-16}$ см.³/сек, такой магнитноплазменный энергетический ТЯР с поперечником плазменной камеры ($D_{пл.кам.}$) равным ≈ 5 м и с объёмом термоядерной (борно-протиевой) плазмы ($V_{терм.пл.}$) равным $\approx 2 \cdot 10^7$ см.³ при напряжённости прилегающего к термоядерной плазме суммарного магнитного поля (H_0) равной ≈ 69 кэ, $\beta_\Sigma = 0,5$ и без учёта энергетического эффекта сможет развить мощность ($Q_{эн.Σ}$) ≥ 24000 кВт при мощности столкновительно-тормозного рентгеновского излучения ($Q_{торм.рад.Σ}$) ≤ 9770 кВт, что меньше $Q_{эн.Σ}$ в $\geq 2,45$ раз. Если же температуру протонов увеличить до 300 кэВ, что соответствует $T_p / T_e \geq 34$ и $\langle \sigma v \rangle_{B^{11}-p} \approx 2,3 \cdot 10^{-16}$ см.³/сек, то при той же относительной концентрации ядер бора-11, $H_0 \approx 69$ кэ., $\beta_\Sigma = 0,5$, $V_{терм.пл.} \approx 2 \cdot 10^7$ см.³ и без учёта энергетического эффекта этот ТЯР сможет иметь $Q_{эн.Σ} \geq 17570$ кВт и $Q_{торм.рад.Σ} \leq 4048$ кВт (меньше $Q_{эн.Σ}$ в $\geq 4,34$ раз), а при относительной концентрации ядер бора-11 и протия по 50 % $Q_{эн.Σ}$ и $Q_{торм.рад.Σ}$ составили бы ≥ 53170 кВт и ≤ 36520 кВт соответственно. При этом суммарные потери энергии на магнитно-тормозное (синхротронное), реля-джинсовское (чёрнотельное) и рекомбинационное излучения будут значительно меньшими потерь энергии на столкновительно-тормозное рентгеновское излучение.

С учётом же энергетического и некоторых других очень важных эффектов, принципиально невозможных в термоядерной установке типа «Токамак» и в других МТУ, на которых уже проводились термоядерные исследования, возможность работы МТУ по концепции автора статьи на термоядерной реакции $^{11}B + p \rightarrow 3\ ^4He + 8,682$ МэВ ещё более вероятна, причём со значительно большим термоядерным энерговыделением (с большей мощностью).

При относительной концентрации ядер бора-11 равной $\approx 8,2$ % и протонов – 91,8 % отношение термоядерного энерговыделения борно-протиевой плазмы $Q_{эн.Σ}$ к энергии столкновительно-тормозного (в основном рентгеновского) излучения $Q_{торм.рад.Σ}$ достигает максимально возможной величины и в этом смысле такая относительная концентрация ядер бора-11 является оптимальной. Для других протонных термоядерных топлив оптимальны следующие относительные концентрации наиболее тяжёлого компонента: $^6Li - p \rightarrow n\ ^6Li$ отн. оптим. $\approx 16,1$ %; $^9Be - p \rightarrow n\ ^9Be$ отн. оптим. $\approx 11,1$ %; $^{15}N - p \rightarrow n\ ^{15}N$ отн. оптим. $\approx 5,1$ %.

$\langle \sigma v \rangle_{B^{11}-p}$ – произведение эффективного сечения (σ) термоядерной реакции $^{11}B + p \rightarrow 3\ ^4He + 8,682$ МэВ на относительную скорость (v) взаимодействующих ядер бора-11 и протонов, усреднённое по максвелловскому распределению частиц по скоростям. Максвелловское распределение скоростей продольно движущихся частиц реакторной плазмы будет иметь место и при наличии энергетического эффекта.

Несколько слов о в принципе возможных свойствах и способностях магнитноплазменных ТЯР будущего (на основе ожидаемых по вышеотмеченной принципиально новой концепции).

Параллельно работая как термоядерная электростанция (ТЯЭС) с прямым, то есть магнитогидродинамическим (МГД) преобразованием термоядерно-тепловой энергии реактивно-выхлопной струи плазмы в электроэнергию, комбинированного действия магнитноплазменный термоядерный реактивный двигатель (ТЯРД) этой концепции (будущего) сможет вырабатывать очень большую электрическую мощность, которой хватит не только для обеспечения электроэнергией его самого, но и всех других систем и отсеков термоядерного космического корабля (КК), в том числе и нескольких консольных компрессорно-прямоточных воздушно-космических электрических реактивных двигателей (КП ВК ЭРД; см. поз. 1 рис. 5) с широким

диапазоном развиваемой тяги, используемых, как правило, для полёта в атмосфере планеты, маневрирования (изменения направления полёта) и в качестве взлётно-посадочных опор (посадка на их сопла и наоборот). Эти ТЯРД смогут работать как в режиме ТЯЭС замкнуто-закрытого типа, то есть в холостом режиме при герметично закрытых конических сопловых створках (см. поз. 7 рис. 1 и рис. 2) и при реактивной тяге равной нулю, так и в режимах ТЯРД комбинированного и прямого действия, то есть совместно с консольными КП ВК ЭРД или без КП ВК ЭРД при регулируемо изменяющейся реактивной тяге (в том числе и за счёт компрессорного подсоса в сопловую камеру атмосферного воздуха) величиной от близкой к нулю до нескольких тысяч тонн.

В холостом режиме работы магнитноплазменного ТЯРД конические сопловые створки 7 будут герметично закрыты независимо от того стоит ли термоядерный КК-ль на поверхности атмосферной планеты или находится в вакууме космического пространства. Электроэнергия в этом режиме будет вырабатываться несколькими способами одновременно (прямым МГД способом и через тепловой цикл Карно – с использованием турбин и динамо-генераторов), а сброс «излишков» тепла отсасываемого выхлопа плазмы и охлаждающего стенки рабочего вещества будет осуществляться через боковую поверхность трёх или четырёх консольных «плоскостей» (похожи на крылья самолёта), использовать которые с этой целью (по совместительству, то есть параллельно с основным их назначением) очень удобно и целесообразно.

Обладая же способностью изменять величину эффективной скорости истечения реактивной струи в диапазоне от примерно 0,5 км./сек. до нескольких тысяч км./сек., такие ТЯРД позволят одноступенчатым многоразовым термоядерным космическим кораблям осуществлять быстрые полёты к любой планете Солнечной системы, благодаря чему освоение Солнечной системы резко ускорится и примет очень широкие масштабы. Более того, на пределе возможного станут реально осуществимыми и приемлемой продолжительности (за несколько десятков лет) пилотируемые полёты к системам некоторых из ближайших звёзд, что следует из сделанных автором статьи в 1980-м году и в последующие годы соответствующих математических расчётов.

С последним хорошо согласуется и тот очень важный факт, что в ряде исторических данных (записях, преданиях) имеются, на взгляд автора статьи, убедительные указания на прилёт в Солнечную систему и на планету Земля инопланетных экспедиций не на каких-либо фотонных или гравитационно-вакуумных (эфирных) космических кораблях, а на **термоядерных** космических кораблях. Например, из древнекитайского предания о Хуан-ди следует: средняя скорость межзвёздного полёта экспедиции Хуан-ди, соответствующая пределу возможного для пилотируемого термоядерного КК-ля ($v_{\text{макс.}} \approx v_{\text{средн.}} \approx 100000 - 120000$ км./сек.); обтекаемо-сигарообразная телескопически складывающаяся (см. рис. 1, 2 и 3) конструкция трёх межзвёздных КК-лей этой экспедиции; наличие у космических кораблей этой экспедиции неких свисающих вниз длинных «усов» и т. п., – а из предания африканского народа догонов следует: наличие у межзвёздных КК-лей инопланетян впереди расположенного противометеорного защитного экрана (см. поз. 1 рис. 1), который закрывал передний обзор и не давал увидеть Солнце, а также наличие аналогичных вышеотмеченным «усам» медных цепей и т. п. Кроме этого у догонов имеется прямое указание на использование в межзвёздном полёте термоядерной реактивной тяги: ««корабль» двигался, подгоняемый «ветром», заключённым в зёрнах «по», а сам «ветер» вырывался наружу через отверстие, имеющее «форму этого ветра»». На одном из наскальных рисунков показаны (в символическом виде, что кроме автора статьи ещё никто не понял) основные особенности конструкции ТЯРД типа «Эндвис» и основные происходящие в нём процессы (принцип его работы).

Вышеотмеченные «усы» или диамагнитные цепи, что одно и то же (см. поз. 8 рис. 1 и рис. 2), являются важнейшим и обязательным элементом конструкции любого **термоядерного** космического летательного аппарата (КЛА). Они необходимы для нейтрализации и последующего рассасывания подобной радиационным поясам Земли плазменной оболочки,

которая может возникнуть вокруг такого КЛА в результате захвата его внешним магнитным полем (магнитосферой) части реактивного выхлопа магнитноплазменного ТЯРД. Плазменная оболочка может сделать невозможной радиосвязь и значительно ухудшить оптические наблюдения с борта такого КЛА.

В связи с вышеизложенным следует иметь в виду, что в плазменной камере магнитноплазменного ТЯРД реакторная плазма не будет контактировать со стенками, а суммарная величина мощности электромагнитных излучений плазмы будет, как правило, во много раз меньшей полной термоядерной мощности. Поэтому даже при очень большой термоядерной мощности стенки будут испытывать сравнительно небольшой нагрев и, следовательно, в прямом режиме работы такого ТЯРД, даже при полностью регенеративном (без использования радиаторов) охлаждении стенок, не потребуется расходовать очень большого количества охлаждающего рабочего вещества.

Важно также отметить, что если в холостом режиме работы магнитноплазменного ТЯРД выработка электроэнергии будет осуществляться неизбежно с использованием термодинамического (теплого) цикла Карно параллельно с прямым МГД способом, то в прямом режиме работы вся электроэнергия может вырабатываться МГД способом. При этом во втором случае даже очень малый электрический к. п. д. не будет связан с проблемой теплоотвода (радиаторы не понадобятся), так как не преобразованная в электроэнергию часть термоядерно-тепловой энергии останется в выхлопной реактивной струе, создавая тягу.

Наконец, следует иметь в виду, что для электрического привода каждого из компрессоров КП ВК ЭРД и околоторпусных воздухозаборных камер магнитноплазменного ТЯРД (см. рис. 5) будет использоваться совмещённый с компрессором сравнительно лёгкий электропривод принципиально новой конструкции (нового типа), тяжёлых газовых турбин у КП ВК ЭРД-лей не будет вообще, а компрессоры будут иметь малое число ступеней и, следовательно, будут сильно облегчёнными, так как очень большая степень сжатия засасываемого воздуха не потребуется.

Используемые в тепловом цикле Карно холостого режима работы магнитноплазменного ТЯРД сравнительно маломощные (с суммарной мощностью не превышающей 10 – 15 тысяч кВт) и, следовательно, лёгкие газовые турбины будут размещены в нижней части центрального корпуса термоядерного КЛА возле выхлопной камеры ТЯРД.

Так как магнитноплазменный ТЯРД вышеотмеченной концепции сможет работать не только в вакууме космического пространства, но и в не слишком плотной атмосфере планеты, он сможет использоваться и для старта термоядерного КЛА с поверхности Земли и для длительного (самолётного типа) внутриатмосферного полёта этого КЛА. При этом для длительного полёта в атмосфере две из четырёх основных (нижних) консольных плоскостей будут иметь (в сечении) профиль крыла самолёта и кроме них возле носовой части этого КЛА будут размещены специально для этого предназначенные два небольших дополнительных самолётных крыла (на рис. 5 они не показаны).

Если при использовании больших стартовых ускорений (для взлёта с поверхности Земли и последующего быстрого разгона) значительного увеличения числа К.Э. Циолковского (Z) можно добиться лишь применением повышенной **удельной** прочности материалов и элементов конструкции КЛА, а также применением специальных составных частей (ступеней) КЛА, последовательно отделяющихся в полёте после выработки содержавшегося в них топлива, то в случае использования сравнительно малых стартовых ускорений (на начальном этапе разгона вдали от поверхностей и атмосфер массивных космических тел) этой цели можно добиться и применением не разделяющейся на ступени, а единой телескопической складывающейся-раздвижной конструкции корпуса КЛА (см. рис. 1 – 3), а также дозаправкой топлива в полёте от аналогичных по конструкции КЛА топливозаправщиков (танкеров) и на поверхности (или в окрестностях) космического тела назначения (см. рис. 4).

Радиолокационный противометеоритный обзор и маневрирование (изменение скорости полёта в пределах всего лишь нескольких метров в секунду), при посредстве бортовой ЭВМ, обеспечат почти полное отсутствие опасности столкновения термоядерного космического корабля со сколько-нибудь крупным метеоритным телом, а от более мелких (метеорных и пыле-газовых) частиц достаточно надёжную защиту обеспечит специальный (конически-зонтоподобный) противометеорный защитный экран, размещённый перед носовой частью корпуса такого КК-ля (см. поз. 1 рис. 1 – 3). Кроме этого повышенную защитную функцию будут выполнять и стенки корпуса такого КК-ля, которые будут многослойными и, как правило, значительно более толстыми, чем у уже созданных химических (оснащённых химическими жидкостными реактивными двигателями – ХЖРД) ракетно-космических систем (РКС) и космических кораблей; будет использоваться секционирование «жилой» части такого КК-ля на несколько изолированных друг от друга герметичных отсеков (как на подводных лодках), а для защиты от космических заряженных частиц не слишком больших энергий (от частиц солнечного и звёздного «ветра», то есть от космических лучей) будет использоваться и окружающее такой КК-ль внешнее магнитное поле (его магнитосфера).

На прилагаемых технических рисунках изображено следующее.

- Рис. 1 Схематичный осевой разрез телескопически складывающегося одноступенчатого межзвёздного термоядерного КК-ля в раздвинутом на максимальную длину состоянии.
- Рис. 2 Этот же КК-ль, но в сдвинутом на минимальную длину состоянии.
- Рис. 3 Этот же КК-ль, но с внешней стороны (в изометрической проекции).
- Рис. 4 Схемы межзвёздного полёта такого КК-ля к системе одной из **ближайших** звёзд (а) и обратно (б).
- Рис. 5 Межпланетный термоядерный космический корабль в посадочном положении, то есть на соплах четырёх консольных КП ВК ЭРД, со снятым и оставленным на околопланетной орбите или на поверхности безатмосферного естественного спутника планеты (например, на Луне) конически-зонтоподобным противометеорным экраном, с втянутыми «усами» (**диамагнитными** цепями) нейтрализатора и с герметично закрытыми коническими сопловыми створками.

Цифровые позиции к рис. 1 и к рис. 2 указывают на следующие элементы конструкции:

1 – разборно-съёмный конически-зонтоподобный противометеорный защитный экран; 2 – отсек полезного груза; 3 – одна из секций складывающейся-раздвижного топливного бака (топливный отсек); 4 – телескопически складывающаяся центральная штанга жёсткости с осевым переходным тоннелем, в котором удобно разместить лифт (масштаб не соблюден); 5 – двигательльно-энергетический отсек с универсальным магнитноплазменным ТЯРД, используемым не только для полёта в открытом космическом пространстве, но и для непосредственного (без услуг химических ЖРД или КП ВК ЭРД) взлёта с поверхности атмосферной планеты и для посадки на такую планету; 6 – один из трёх или четырёх консольных электрических реактивных двигателей (ЭРД) или КП ВК ЭРД; 7 – одна из внешней группы герметично закрывающихся конических сопловых створок (конические сопловые створки двух внутренних групп в сомкнутом виде образуют два усечённых конуса, имеющих им соответствующие круглые отверстия при их вершинах); 8 – **диамагнитные** цепи («усы») нейтрализатора; 9 – классическое (физическое) сопло магнитноплазменного ТЯРД; 10 – расположенные впереди КП ВК ЭРД герметично закрывающиеся (изображены в закрытом виде) съёмные выпукло-конические створки. Функцию створок 10 может выполнять конически веретенообразное (спереди) центральное тело, могущее перемещаться вдоль осевой линии КП ВК ЭРД (см. поз. 1, рис. 5).

Кроме этого три цифровые позиции к рис. 4 означают: 1 – Солнечная система; 2 – система звезды назначения; 3 – возвращение обратно аналогичных экспедиционному

термоядерному КК-лю (выделен чёрным цветом) термоядерных КК-лей топливозаправщиков (танкеров) для их дальнейшего (многократного) использования.

Две цифровые позиции к рис. 5 означают: 1 – один из четырёх консольных компрессорно-прямоточных воздушно-космических электрических реактивных двигателей (КП ВК ЭРД) с конически-веретенообразным центральным телом в воздухозаборном отверстии и с боковой камерой механизма (катушки) выпуска и (или) втягивания (когда это необходимо) специальной **диамагнитной** цепи – цепи или, иначе говоря, «уса» нейтрализатора; 2 – одна из четырёх околокорпусных компрессорно-прямоточных воздухозаборных камер с прилегающим к центральному корпусу термоядерного КК-ля вспомогательным коническим телом в воздухозаборном отверстии.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Гильзин К. А. Двигатели невиданных скоростей. Москва, 1965 г.
2. Пономарёв Б. А. Настоящее и будущее авиационных двигателей. Москва, 1982 г.
3. Под общей редакцией проф. Осипова С. О. Ракеты-носители. Москва, 1981 г.
4. Дементьев Г. П., Захаров А. Г., Казаров Ю. К. Физико-технические основы создания и применения космических аппаратов. Москва, 1987 г.
5. Журнал ТИИЭР, том 69. Тематический выпуск «Управляемый термоядерный синтез: магнитное удержание». Москва, 1980 г.
6. Хеглер М., Кристиансен М. Введение в управляемый термоядерный синтез. Москва, 1980 г.
7. Ораевский В. Н. Ядерная энергетика. Киев, 1978 г.
8. Роуз Д. Дж., Кларк М. Физика плазмы и управляемые термоядерные реакции. Москва, 1963 г.
9. Арцимович Л. А. Управляемые термоядерные реакции. Москва, 1963 г.
10. Ядерная и термоядерная энергетика будущего. Москва, 1987 г.
11. Воронов Г. С. Штурм термоядерной крепости. Москва, 1985 г.
12. Арцимович Л. А., Лукьянов С. Ю. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Москва, 1972 г.
13. Дюдерштадт Дж., Мозес Г. Инерциальный термоядерный синтез. Москва, 1984 г.
14. Лисевич И. С. Древние мифы о Хуан-ди и гипотеза о космических пришельцах. – В журнале: «Азия и Африка сегодня», 1974 г., № 11.
15. Лисевич И. С. Древние мифы глазами человека космической эры. – В книге: «Проблема поиска внеземных цивилизаций». Москва, 1981 г.
16. Москвин Ан. Странная «бледная лиса». – В журнале: «Вокруг света», 1877 г., № 2.
17. Владимир Щербаков «Тайны Эры Водолея», Москва, 1996 г., стр. 259 – 272.

Текст этой статьи составлен на основе исследований и записей, сделанных автором статьи ещё до 1980-го года и в 1980-м году.

Частично результаты этих исследований были затем опубликованы (впервые) в сборнике трудов РКК «Энергия» (серия XII, выпуск 1 – 2) в 1995-м году, а затем в сборнике докладов пятой международной конференции «Ядерная энергетика в космосе» (в 1999-м году) и в журнале «Инженер», № 11 за 2002 год.

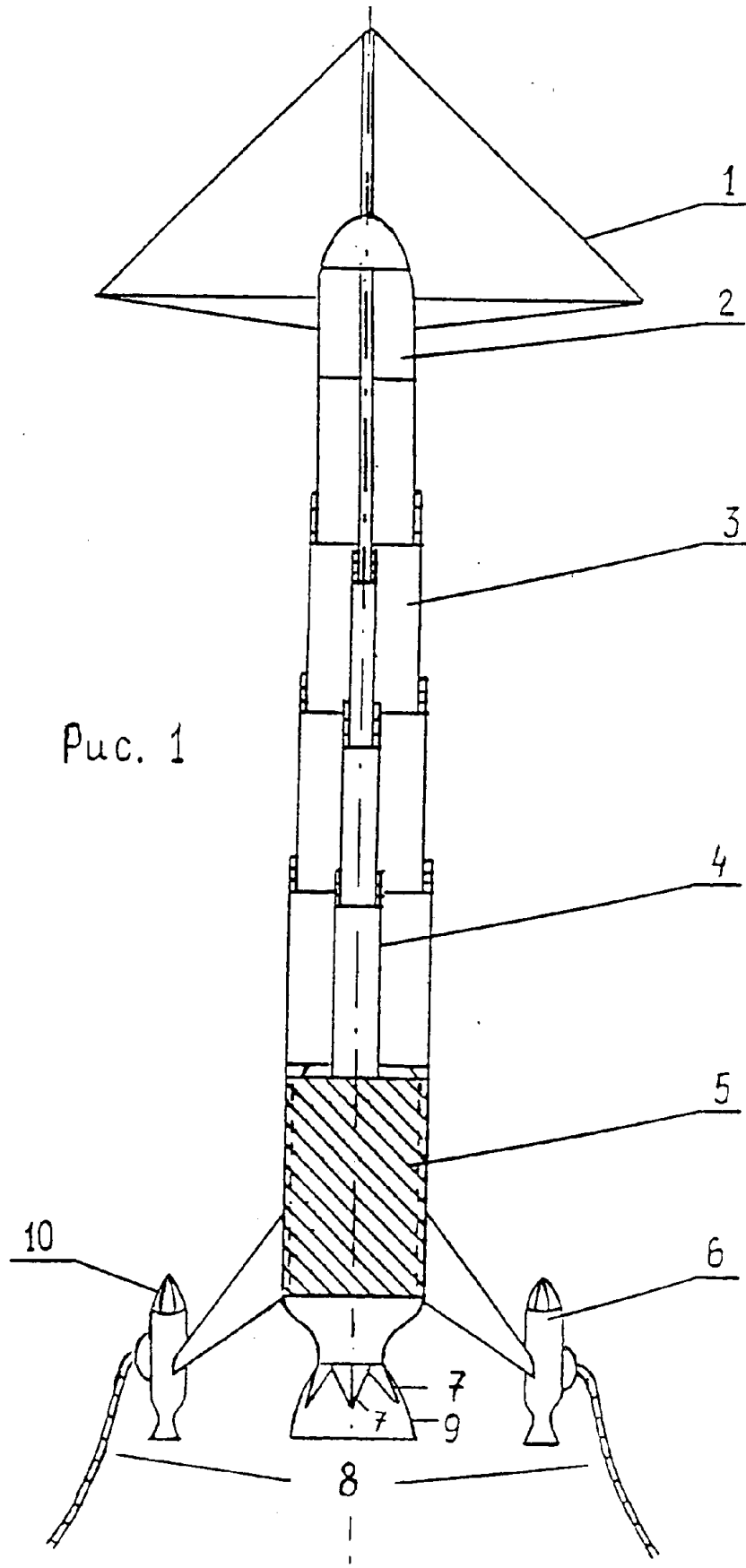
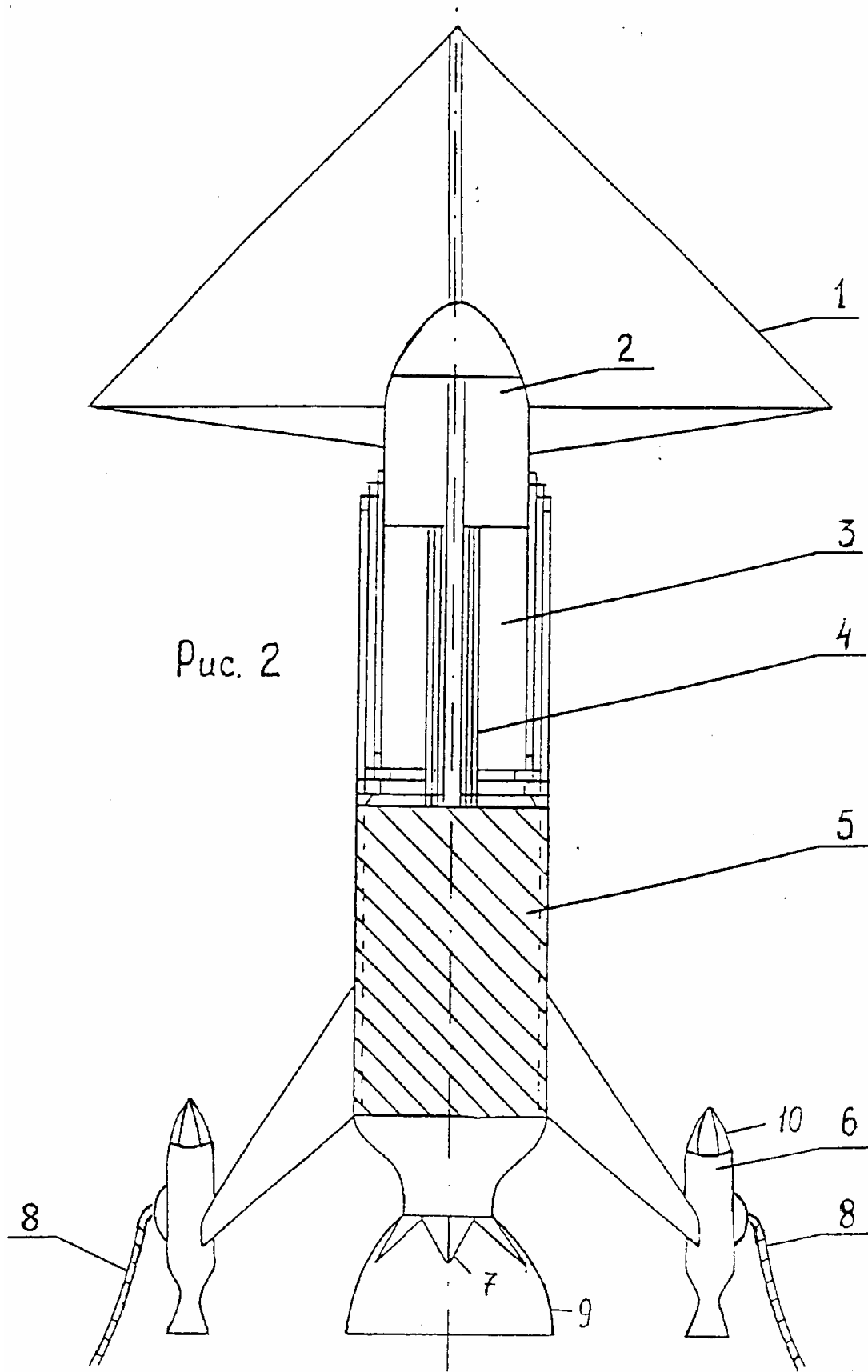


Рис. 1



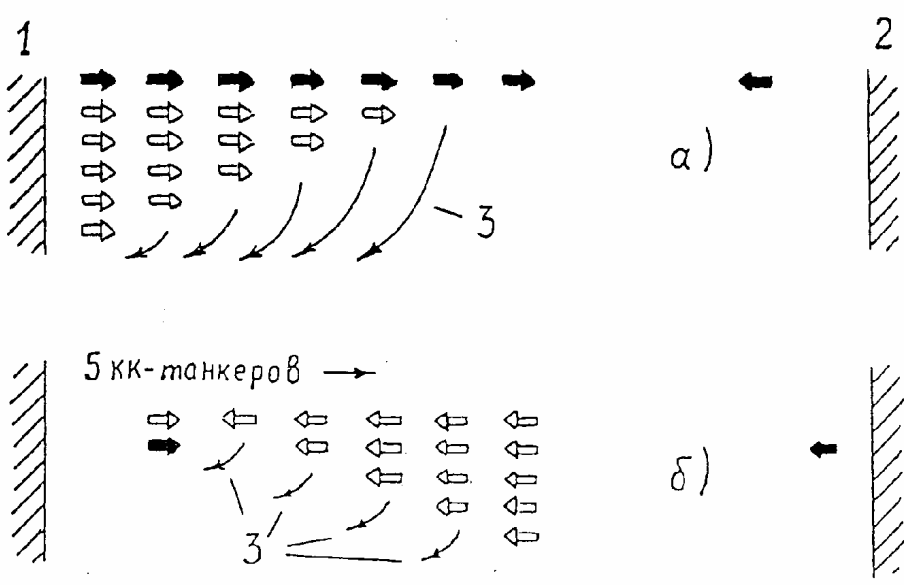
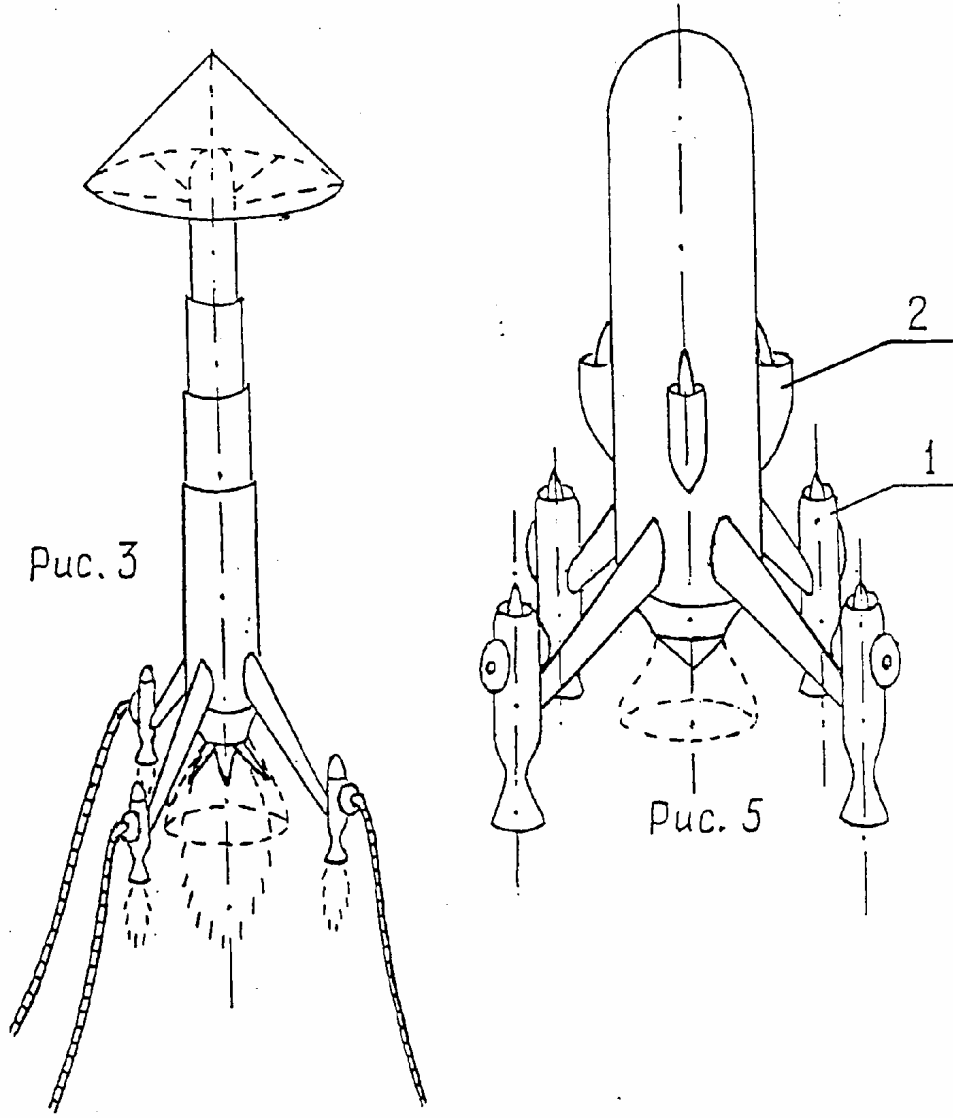


Рис. 4