



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

(21)(22) Заявка: 2013157715/06, 24.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.12.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.12.2013

(43) Дата публикации заявки: 20.05.2014 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 27.10.2015 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: CA 2679033 A1, 17.10.2002. WO 2012003524 A1, 12.01.2012. GB 1032446 A, 08.06.1966. RU 2182260 C2, 10.05.2002 . RU 2276286 C2, 10.05.2006. DE 3322606 A1, 10.01.1985

Адрес для переписки:

650065, г. Кемерово, пр-т Московский, 31, кв. 231,
Зубову С.Н.

(72) Автор(ы):

Зубов Сергей Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

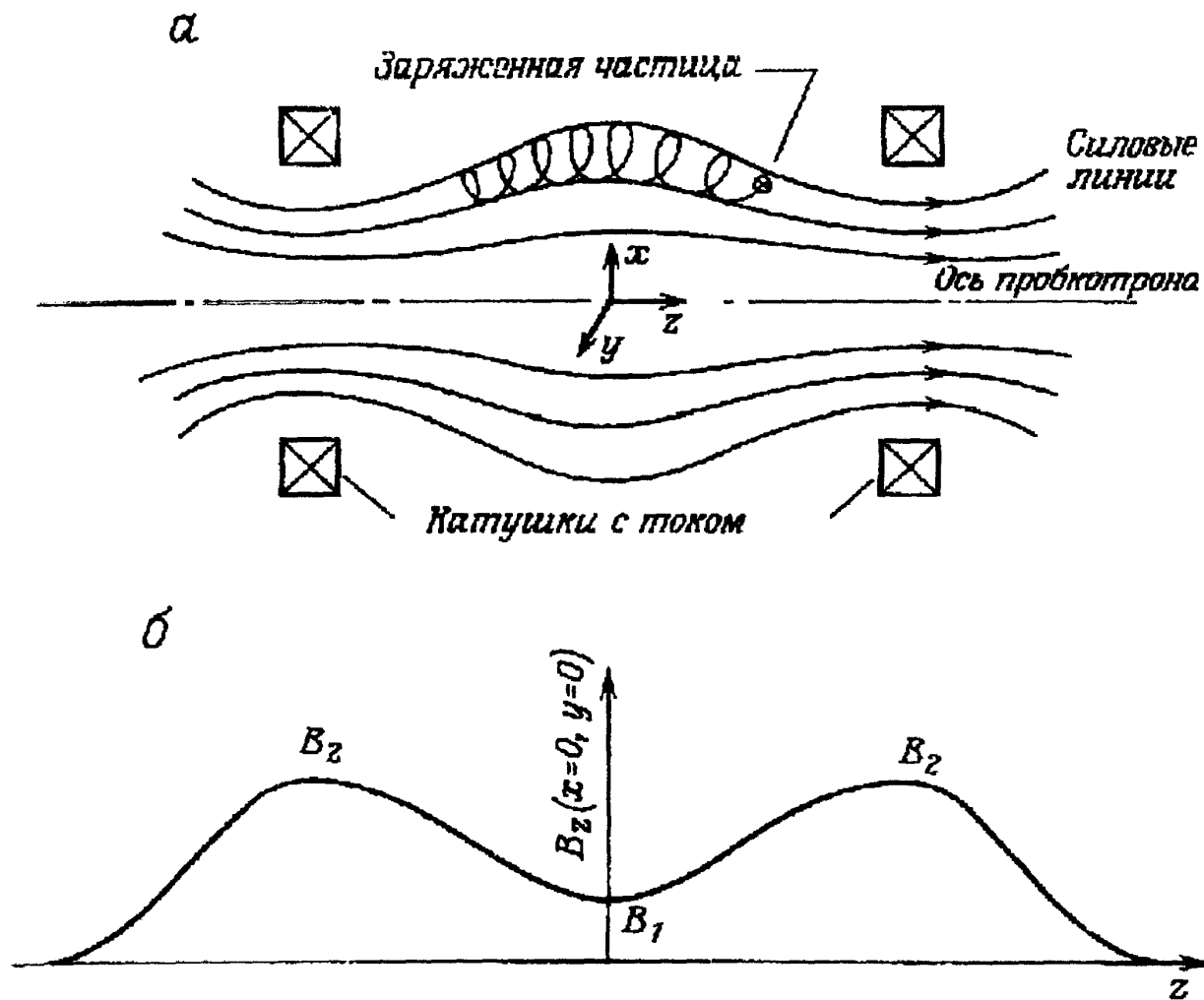
Зубов Сергей Николаевич (RU)

(54) СПОСОБ И ТОПЛИВО ДЛЯ КОМПАУНД-СИНТЕЗА, ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ НА КОМПАУНД-СИНТЕЗЕ И ТУРБОЭЛЕКТРОМАШИННЫЙ АГРЕГАТ ДЛЯ НЕГО (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Способ получения кинетической энергии газового потока - струи реактивного двигателя. Ионами - ядрами топлива, коллективно ускоренными сильноточными электронными пучками регулируемого диапазона ~0,05-200 кэВ в линейном режиме мощного ионного пучка 1-10 МэВ, обстреливают газообразную текучую мишень - холодный поток, который инжeksiруют в пристеночное пространство камеры сгорания с избыточным давлением ~0,1-1 МПа. Энергия ионного пучка $\sim E_{\text{ям}}$ ниже кулоновского порога $E_{\text{к}}$, но достаточна для резонансного образования ядерных молекул из ядер исходных компонентов ионного пучка и мишени. Наиболее вероятные каналы распада ядерных молекул экзотермичны. Совместно с вышеописанным способом

компаунд-синтеза применяют способ пондеромоторного торможения ионизированного рабочего тела МГД-генератором в качестве магнитной многопробочной ловушки в зоне максимальной энергии мощного ионного пучка, с градиентом энергий ионов, превышающим резонансный уровень образования ядерных молекул $E_{\text{ям}}$, чем инициируют процесс экзотермического компаунд-синтеза. Попутно получают электроэнергию МГД-генератором для источника мощного ионного пучка. Из рекомбинирующих перегретых продуктов синтеза на избыточном газовом потоке получают проходящую сквозь ловушку реактивную струю. Достигается более рациональная утилизация энергии синтеза - снижение радиационных потерь,



Фиг. 1

RU 2566620 C2

RU 2566620 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.

(21)(22) Application: **2013157715/06, 24.12.2013**(24) Effective date for property rights:
24.12.2013

Priority:

(22) Date of filing: **24.12.2013**(43) Application published: **20.05.2014** Bull. № 14(45) Date of publication: **27.10.2015** Bull. № 30

Mail address:

**650065, g.Kemerovo, pr-t Moskovskij, 31, kv. 231,
Zubovu S.N.**

(72) Inventor(s):

Zubov Sergej Nikolaevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Zubov Sergej Nikolaevich (RU)(54) **METHOD AND FUEL FOR COMPOUND-SYNTHESIS, AIR JET ENGINE RUNNING ON COMPOUND-SYNTHESIS AND TURBOMACHINE UNIT TO THIS END (VERSIONS)**

(57) Abstract:

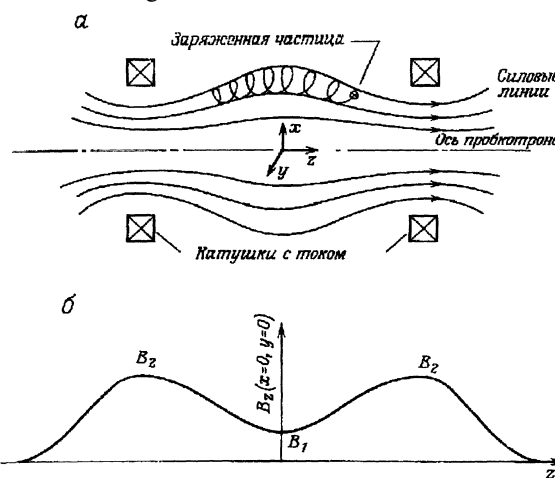
FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: invention discloses the gas flow kinetic energy development, that is, jet exhaust. The ions, fuel nuclei, collective-field accelerated by high-current beams of controlled range (approx. 0.05-200 keV) in linear mode of high-power ion beam of 1-10 MeV bombard the gaseous fluid target, a cold flow, to be injected into the combustion chamber near wall space at overpressure of approx. 0.1-1 MPa. The energy of ion beam E_{NM} is lower than coulomb threshold E_C but sufficient for resonance formation of nuclear molecules from nuclei of initial components of ion beam and target. Most probable nuclear molecules decay channels are exothermic. Said compound-synthesis is used jointly with ponderomotive deceleration of ionised working fluid by MHD-generator as a magnetic multi-plug trap in the zone of maximum energy of high-power ion beam with ion energy gradient exceeding the resonance level of nuclear molecule formation E_{NM} to initiate the exothermic compound-synthesis. Simultaneously, electric power is produced by MHD-generator for high-

power ion beam source. Recombining overheated products of synthesis in excess gas flow allows producing the jet exhaust passing through the trap.

EFFECT: optimised synthesis energy recovery, reduced radiation losses.

14 cl, 3 dwg



Фиг. 1

Способ, вещество и устройство относятся к экспериментальным разработкам по получению энергии методом управляемого термоядерного синтеза (УТС) [1, с.758] и могут быть использованы с целью развития альтернативного направления топливно-энергетического комплекса (ТЭК), а также создания ядерно-реактивных двигателей (ЯРД) [2] (двойного назначения - например, 1-й /атмосферной/ ступени средств доставки баллистического боеприпаса РВСН, крейсера ВМФ с силовой установкой на ЯРД) с высоким удельным импульсом.

Известны вещества (топлива), способы и устройства, широко применяемые к производству кинетической энергии из внутренней - химической энергии вещества, преимущественно, в углеводородном сегменте ТЭК, автомобильном, судоходном, авиационном (в химических реакциях с атмосферным воздухом) транспорте, например - воздушно-реактивный двигатель (в частности, турбореактивный двигатель [3, с.515] - с агрегатом турбокомпрессор-турбина).

Указанные вещества, способ и устройства имеют ограничение по относительной энергоёмкости топлива - величине удельной теплоты сгорания.

Известны вещества - ядерное топливо деления (изотопы U, Th, Pu и т.п.), способы и устройства применения экзотермического деления атомов с целью промышленного получения тепловой энергии из ядерной энергии деления (ЯЭД) с высокой относительной энергоёмкостью (~ на 6-8 порядков превышающей энергоёмкость химического топлива).

Указанные вещества, способ и устройства имеют существенных недостатки - низкое (порядка 10^{-5} - $10^{-6}\%$) содержание в природе топливных компонентов ЯЭД [4, с.9], энергозатратные технологии получения и применения топливных компонентов ЯЭД, проблема хранения утилизации высокотоксичных отходов ядерного топлива (ОЯТ), угроза ядерных катастроф.

Известен способ дейтерий-тритиевого УТС [1, с.760], экспериментальные разработки которого ведутся преимущественно в направлении инерциального метода УТС с аксиально-несимметричной конфигурацией рабочего тела.

Указанный способ и компоненты не решили вышеупомянутые проблемы АЭС и УТС, в частности - непреодоления известными вариантами технических решений УТС (Токамак, Стелларатор и т.п.) критерия Лоусона.

Известны способы пондеромоторного торможения ионизированного рабочего тела в МГД-генераторах [1, с.379], в экспериментальных устройствах, специализированных на МГД-управлении термодинамикой газоплазменного потока, например [5].

Указанные способы не применялись для торможения ионизированного рабочего тела в линейном варианте УТС.

Известны экспериментальные и теоретические данные, свидетельствующие о технической возможности синтеза «долгоживущих» (10^{-21} с - на 2 порядка дольше времени столкновения ядер) ядерных молекул (ЯМ) [6] (называемых компаунд-ядрами в отечественных источниках, посвященных аналогичным исследованиям указанного явления) из ядер [1, с.758-759, с.784], [6], [7 с.101-124] [8], с невысоким энергетическим порогом ($E_{\text{ям}}$ ниже кулоновского порога $E_{\text{к}}$) возможных ядерных реакций на многозарядных (до $Z \times Z' \sim 200$ см. Si+Si [5 с.705]) ядрах сталкивающихся ядер, с распадом, позволяющим получать значительный положительный энергобаланс. Известны данные, свидетельствующие о возможности образования куперовских пар нуклонов (в т.ч. - протонов) в энергетическом диапазоне порядка 1 МэВ [9, с.8]. Известны экспериментальные данные [10], [11], [12], [13], свидетельствующие о технической возможности получения мощных ионных пучков (МИП) многозарядных ионов в

линейных коллективных методах ускорения сильноточными электронными пучками (СЭП); эмпирический КПД производства МИП ~50% [13 с.138].

Указанные данные не применялись для линейного варианта УТС.

Известны вещества - стабильные нуклиды ^{14}N , ^1H , ^2H , ^6Li , ^7Li , ^9Be , ^3He , ^{23}Na , ^{35}Cl в природных химических соединениях: например N_2 , H_2O , NH_3 , NaCl .

Указанные вещества и соединения не применялись для линейного УТС.

Известны способы и экспериментальные устройства для линейного варианта УТС с аксиально-симметричной конфигурацией рабочего тела, например, открытая ловушка (ОЛ) [14], амбиполярная ловушка [15], на фиг. 1 - схема ОЛ - прототип.

Цель заявленного объекта - экспериментальная реализация линейного варианта УТС - с аксиально-симметричной конфигурацией рабочего тела с преимущественными технологическими показателями в сравнении с вариантами аксиально-несимметричных конфигураций (Токамак и т.п.).

Указанная цель достигается тем, что ионами (ядра топлива, коллективно ускоренные СЭПами регулируемого диапазона ~0,05-200 кэВ в линейном режиме МИПа (1-10 МэВ) обстреливают текучую мишень (холодный компонент, например поток воздуха, избыточно инжектируемый в пристеночное пространство рабочей зоны реакций с давлением ~0,1-1 МПа; либо пары пристеночного расплава NaCl - морской соли), с энергией $\sim E_{\text{ям}}$ ниже кулоновского порога $E_{\text{к}}$, но достаточной для неоднократного образования ЯМ из ядер исходных компонентов, наиболее вероятные (резонансные) каналы распада конечных ЯМ экзотермичны (с наибольшим дефектом массы ядер-продуктов, с образованием магических ядер [1, с.256]). Совместно с вышеописанным способом экзотермического компаунд-синтеза применяют способ пондеромоторного торможения ионизированного рабочего тела МГД-генератором (с ЭДС возбуждения специальной формы, например в форме бегущей волны, направленной встречно вектору потока рабочего тела - в качестве магнитной многопробочной ловушки [1, с.374], [14]) в зоне максимальной энергии МИП, создавая плазменный фокус [1, с.542] с градиентом энергий ионов превышающим резонансный уровень образования ЯМ $E_{\text{ям}}$, чем инициируют процесс экзотермического компаунд-синтеза, а также - попутно получают электроэнергию для источника МИП.

Вариант 1 способа: обстреливают газообразную мишень, преимущественно состоящую из N_2 (воздух, аммиак - варианты 1, 2 мишени), протонами (Вариант 1 вещества топлива) соединяющимися в куперовские пары под действием синергизма Лоренцевых сил и спинового взаимодействия:



Диапазон режимов способа для (1)-(2): горячие компоненты (протоны) ~ 4 МэВ. Способ компаунд-синтеза является промежуточным между «классическим» УТС (пример: Токамак) и холодной трансмутацией ядер, лишен их недостатков, препятствующих промышленному применению в энергетике. Энергоэффективность способа компаунд-синтеза сравнима с эффективностью использования урана в технологиях АЭС, преимущества способа - нерадиоактивность и высокая энергоотдача топлива.

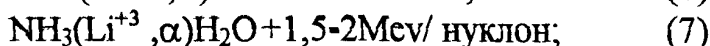
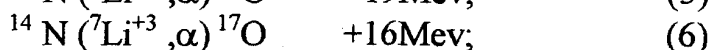
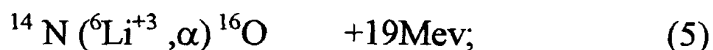
Благодаря взаимодействию (спин-спиновое, Лоренцевы силы) горячие (коллективно ускоренные СЭПом до ~ 4 МэВ) горячие протоны МИПа объединяются в куперовские

пары pp, квазиупруго взаимодействующие с тяжелыми ядрами ^{14}N , образуя промежуточные компаунд-ядра $^{16}\text{F}^*$, распадающиеся преимущественно по каналу - см. ф-ла (2).

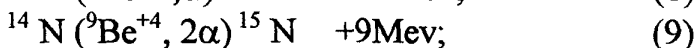
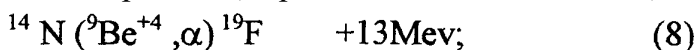
Вариант 2 способа: обстреливают газообразную мишень (воздух, аммиак - варианты 1, 2 мишени) ионами дейтерия (Вариант 2 вещества топлива):



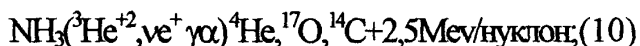
Вариант 3 способа: обстреливают текучую мишень (варианты 1, 2 мишени; либо пары расплава морской соли NaCl - вариант 3 мишени) ионами стабильных нуклидов легких элементов ($A=3-9$), например, ионами лития (Вариант 3 топлива):



либо бериллия (Вариант 4 вещества топлива):



либо легкого гелия (Вариант 5 вещества топлива):



либо аэрозольной мишени с морской солью ионами лития:



Основой описанного способа является взаимодействие на резонансном предбарьерном уровне (не достигая кулоновского барьера E_K) ядер с образованием

метастабильных («долгоживущих»: 10^{-21}с [5]) ЯМ, в результате распадающихся преимущественно с приращением кинетической энергии. Расчетные данные для энергобаланса компаунд-синтеза (см. ф-лы (1)-(11)) взяты в [16], [17, с.507-510].

Резонансные значения энергии ионов реагентов обеспечиваются регулировкой режима генератора импульсов - источника коллективно ускоряющих электронов, регулировкой режима МГД-системы, а также режимов подачи реагентов.

Энергоэффективность способа компаунд-синтеза сравнима с эффективностью использования урана в технологиях АЭС, преимущества способа - нерадиоактивность и высокая энергоотдача топлива. Топливо УТС вышеуказанных вариантов

энергетически наиболее эффективно $\sim 10^{15}$ Дж/кг - в миллионы раз в сравнении с ныне применяемыми ракетными топливами). Исключительными преимуществами данного способа получения топлива являются высокая распространенность в природе нуклидов - компонентов сырья и экологическая чистота реакций (1)-(11), а также - весьма низкая химическая токсичность топлива.

Устройство воздушно-реактивного двигателя, отличающееся тем, что является ЯРД на способе компаунд-синтеза, состоит из (схема, см. фиг.2): линейного ускорителя СЭП 1, коллективного ускорителя МИП - инжектора топлива 2 (питаемого из топливного бака 3), инжектора воздуха 4 (воздухозаборника), камеры сгорания 5, МГД-генератора 6 (тормозящего высоко-ионизированную компоненту рабочего тела и питающего импульсный генератор 7 ускорителя 1), а также - сопла 8, 9 - зона плазменного фокуса.

Вариант 1 воздушно-аэрозольного ЯРД: дополнен агрегатом турбокомпрессор-

турбина, в котором инжектором мишени - холодного компонента (аэрозольной смеси) является турбокомпрессор, получающий энергию от турбины при сопле 8.

Вариант 2 воздушного ЯРД на способе компаунд-синтеза: инжектором холодного компонента является турбокомпрессор при воздухозаборнике 4, получающий энергию от турбины при сопле 8, охлаждаемой эжектором воздуха.

Турбоэлектромашинный агрегат полый (ТЭМАП) (см. фиг.3), применимый для ЯРД на компаунд-синтезе (в том числе - воздушного, солевого), функционально подобен агрегату (турбокомпрессор-турбина) общеизвестной конструкции турбореактивного двигателя, состоит из сборки I: полого вала-ротора-турбокомпрессора 10 (лопатки 11 которого расположены по его внутренней поверхности), помещенного внутри статора 12 электродвигателя (привода, например 3-фазного синхронного, для турбокомпрессора 10) в области воздухозаборника ЯРД, питаемого турбоэлектродвигателем 13 (сборка II конструктивно подобная сборке I, расположена на выходе сопла 8) посредством линии питания 14 с блоком управления 15; для охлаждения турбины изделия 13 возможно выполнение эжектора 16 хладагента (например, воздуха); агрегат ТЭМАП может обеспечивать электропитанием и внешние потребители 17. Пример исполнения ротора - элемента изделия 10: якорь синхронной многополюсной электрической машины, набранный из постоянных магнитов.

Энергетическая эффективность заявленной здесь группы ($\sim 10^5$ МДж/моль) сравнима с эффективностью U235, преимущества - доступность топлива (в сравнении с T_2 , U235, и т.п.), освоенные развитые отечественные промышленные технологии добычи и переработки исходного сырья для компонентов заявленного топлива, а также - минимализация долгоживущих радионуклидов в отходах способа. Резонансные значения энергии ионов реагентов обеспечиваются регулировкой режима генератора импульсов - источника коллективно ускоряющих электронов, режима МГД-системы, а также режимов подачи реагентов. Идея применения МГД-системы в качестве ОЛ в аксиально-симметричном реакторе УТС, основана на результатах экспериментально-расчетных исследований взаимодействия МГД-систем с газо-плазменным (в т.ч. воздушным) потоком в экстремальных (гиперзвуковых) термодинамических условиях [5], [18]-[19].

Выбор реагентов и режимов для реакций (1)-(11) основан на принципе более рациональной утилизации энергии синтеза - снижения радиационных потерь, обусловленного подавлением процессов излучения нейтронов, обусловлен концепциями сверхтекучести ядерной материи, нуклонных ассоциаций и оболочечной модели ядра. Синтез технических решений данной группы изобретений позволяет создать устройства с промышленно применимыми характеристиками. Компоненты, указанные в ф-лах (7), (10), перспективны для космического ЯРД, в ф-ле (11) - для крейсера ВМФ с силовой установкой на ЯРД.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Физический энциклопедический словарь, гл.р. Прохоров А.М., М., «С.Э.», 1984.
2. Ставиский Ю.Я., Ядерная энергия для космических полетов, УФН 2007, т.177, №11.
3. Политехнический словарь, гл.р. Артоболевский И.И., М., «С.Э.», 1976.
4. Гороновский И.Т. и др. Краткий справочник по химии. К, изд. АН УССР, 1962.
5. Фомичев В.П., Ядренкин М.А., Экспериментальное исследование эффекта МГД-парашюта в гиперзвуковом воздушном потоке, ЖТФ, 2013, т.83, вып.1.
6. Д. Бромли, Ядерные молекулы, УФН август 1980, том 131, вып.4
7. Нейтроны, Власов Н.А., монография, М, Наука, 1971.
8. Киптилий В.Г. и др. Ядерные реакции... «Письма в ЖТФ», 1991, том 17, вып.24.

9. Седракян Д.М., Шахабасян К.М., Сверхтекучесть пульсаров УФН 1991 Т.161 №7.
10. Беленсов П.Е., Геворков А.К. Ускорение ионов..., «Письма в ЖТФ», 1998, т.24, вып.18.
11. Челпанов В.Н. и др. Коллективное ускорение ионов ксенона в виркаторе ЖТФ, 2009, т.79, в.1.
12. Медведев Д.В., и др. Ускорение ионов плазмы,..., «Письма в ЖТФ», 2008, т.32, вып.18.
13. Кошкарев Д.Г. Оптимальные ионы для ядерного реактора... ЖТФ, 2004, т.74, в.7.
14. Рютов Д.Д. ОТКРЫТЫЕ ЛОВУШКИ УФН 1988 г. Апрель Том 154, вып.4.
15. Димов ГИ., Амбиполярная ловушка, УФН ноябрь 2005 т.175, №11.
16. [www.phys-for-you.by>Spravochnik/tab1_izotop.pdf](http://www.phys-for-you.by/Spravochnik/tab1_izotop.pdf)
17. Мэрион Дж., Физика и физический мир, пер. Лейкина Е.М. "Мир" М, 1975.
18. Бобашев С.В. и др., Экспериментальное исследование магнетогидродинамического воздействия на тепловой поток к поверхности модели. ЖТФ, 2010, т.80, вып.12.
19. Васильева Р.В. и др., Опыты по МГД преобразованию... ЖТФ, 1994, т.64, вып.2.

Формула изобретения

1. Способ получения кинетической энергии газового потока - струи реактивного двигателя, отличающийся тем, что ионами - ядрами топлива, коллективно ускоренными сильноточными электронными пучками регулируемого диапазона $\sim 0,05-200$ кэВ в линейном режиме мощного ионного пучка $1-10$ МэВ, обстреливают газообразную текучую мишень - холодный поток, который инжектируют в пристеночное пространство камеры сгорания с избыточным давлением $\sim 0,1-1$ МПа, с энергией ионного пучка $\sim E_{\text{ям}}$ ниже кулоновского порога E_K , но достаточной для резонансного образования ядерных молекул из ядер исходных компонентов ионного пучка и мишени; наиболее вероятные каналы распада ядерных молекул экзотермичны; совместно с вышеописанным способом компаунд-синтеза применяют способ пондеромоторного торможения ионизированного рабочего тела МГД-генератором в качестве магнитной многопробочной ловушки в зоне максимальной энергии мощного ионного пучка, с градиентом энергий ионов, превышающим резонансный уровень образования ядерных молекул $E_{\text{ям}}$, чем инициируют процесс экзотермического компаунд-синтеза, а также попутно получают электроэнергию МГД-генератором для источника мощного ионного пучка; из рекомбинирующих перегретых продуктов синтеза на избыточном газовом потоке получают проходящую сквозь ловушку реактивную струю.
2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что обстреливают газообразную мишень протонами, соединяющимися в куперовские пары.
3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что обстреливают газообразную мишень ионами дейтерия.
4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что обстреливают газообразную мишень ионами стабильных нуклидов легких элементов с атомной массой $A =$ от 3 до 9 а.е.м.
5. Вещество - компонент сырья - воздуха, примененного в качестве мишени для способа по п. 1, отличающееся тем, что является N_2 .
6. Вещество - компонент сырья, примененного в качестве мишени для способа по п. 1, отличающееся тем, что является NH_3 .
7. Вещество - компонент сырья, примененного в качестве источника ионов для способа по п. 2, отличающееся тем, что является обычным водородом.

8. Вещество - компонент сырья, применимого в качестве источника ионов для способа по п. 1, отличающееся тем, что является дейтерием.

9. Вещество - компонент сырья, применимого в качестве источника ионов для способа по п. 1, отличающееся тем, что является литием.

5 10. Вещество - компонент сырья, применимого в качестве источника ионов для способа по п. 1, отличающееся тем, что является бериллием.

11. Вещество - компонент сырья, применимого в качестве источника ионов для способа по п. 1, отличающееся тем, что является легким гелием.

10 12. Воздушно-реактивный двигатель, отличающийся тем, что является ядерно-реактивным двигателем, применимым к использованию в способе по п. 1; состоит из: линейного ускорителя электронов, в центре которого размещен инжектор ионов топлива, инжектора газовой мишени, размещенного вокруг ускорителя с инжектором топлива, камеры сгорания, МГД-генератора - в качестве магнитной многопробочной ловушки, и сопла.

15 13. Двигатель по п. 12, применимый к использованию в способе по п. 1, отличающееся тем, что дополнено агрегатом турбокомпрессор-турбина, в котором инжектором холодного компонента является турбокомпрессор, получающий энергию от турбины при сопле.

20 14. Агрегат турбокомпрессор-турбина, отличающийся тем, что состоит из двух сборок: I - полого вала-ротора-турбокомпрессора, лопатки которого расположены по его внутренней поверхности, помещенного внутри статора электродвигателя в области воздухозаборника, и II - турбоэлектрогенератора, конструктивно подобного полой сборке I: статор-ротор-турбина, расположенного на выходе сопла, питающего статор электродвигателя - привода сборки I, посредством линии питания с блоком управления;

25 применим для двигателя по п. 13.

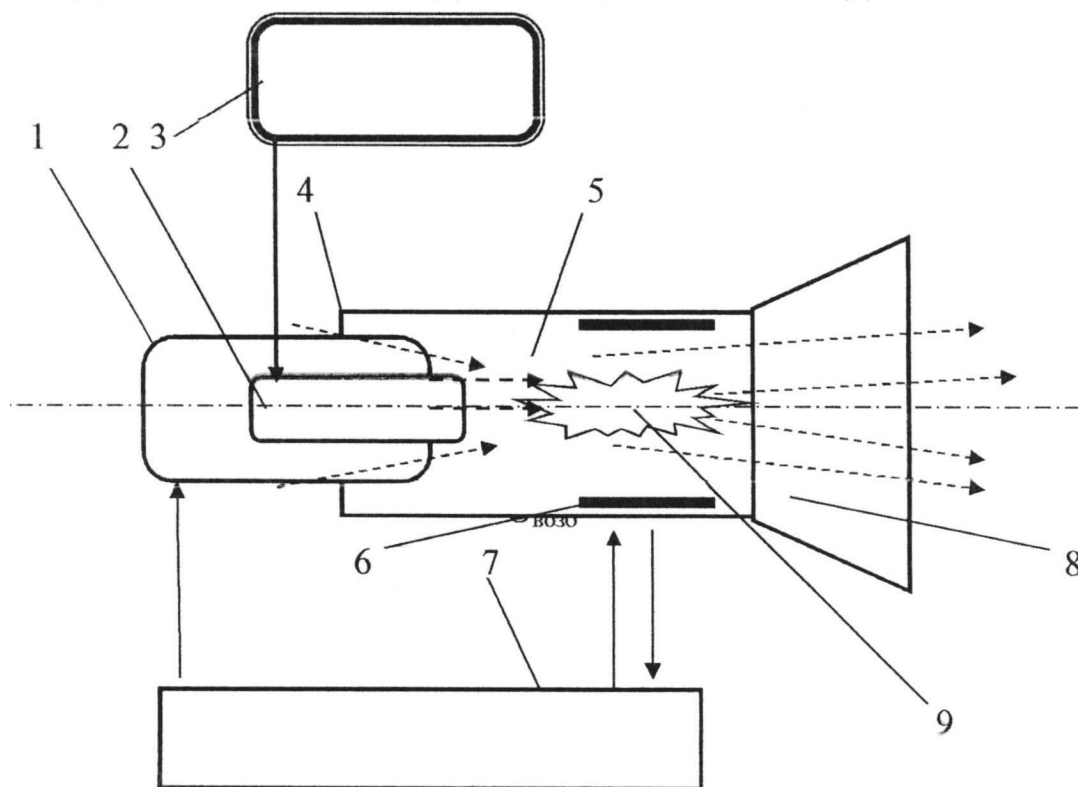
30

35

40

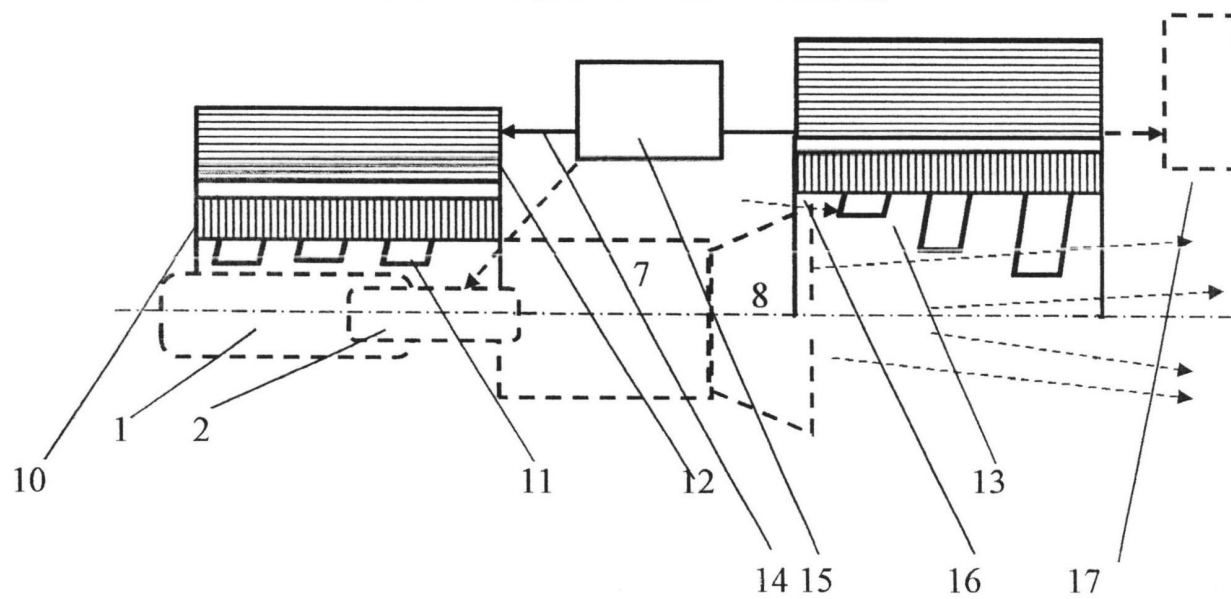
45

ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ НА КОМПАУНД-СИНТЕЗЕ.



Фиг. 2

ПОЛЫЙ ТУРБО-ЭЛЕКТРОМАШИННЫЙ АГРЕГАТ



Фиг. 3