

УДК 535(023)

Н.Г. ТОЛМАЧЕВ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ПУТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТАХИОННОЙ ЭНЕРГИИ В ГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВКАХ

Рассмотрены возможности использования носителей тахионной энергии: тахиона и магнитного монополя в качестве рабочих тел генерирующих энергоустановок по их энергетическим, масс-скоростным и обобщенным параметрам типа количества движения и импульса силы. Задача решена на основе их квантово-энергетических эквивалентов с последующим определением всех основных их физических параметров, т.е. собственных энергий, масс и скоростей взаимодействий. Показано, что по импульсу силы магнитный монополю существенно превосходит известный фотон, а по количеству движения тахион не имеет себе равных среди всех известных энергоносителей..

Ключевые слова: тахионная энергия, тахион, количество движения, импульс силы.

Введение

Современные летательные аппараты (самолеты, вертолеты, ракеты, орбитальные и межпланетные комплексы) включают в себя различные устройства, использующие в своей работе в основном энергию органического топлива и солнца.

Так, в различных типах двигателей химическая энергия органического вещества преобразуется в тепловую, а затем в механическую энергию движения летательного аппарата.

Сегодня обычные ракетные двигатели (жидкотельные или твердотельные) подошли к своему техническому пределу как по скорости истечения газов, так и по количеству запасаемого топлива [1 – 3]. По этой причине на существующих принципах вряд ли возможны полеты к другим ближайшим звездным системам, так как классические или даже ядерные двигатели основаны на использовании фундаментального закона сохранения импульса и поэтому обязательно связаны с отбрасыванием массы, запасы которой, собственно, и определяют дальность

полета, в то время как в перспективных системах было бы идеально вообще не отбрасывать массу продуктов сгорания, а использовать принципиально новые виды энергии.

Для решения такой проблемы уже не раз высказывалась идея [3] использования энергии среды, в которой перемещается летательный аппарат. Так, например, лауреат Нобелевской премии, создатель квантовой электродинамики Р. Фейнман высказал предположение что "в вакууме, заключенном в объеме обыкновенной электрической лампочки, энергии такое большое количество, что её хватило бы, чтобы вскипятить все океаны на Земле".

В последнее десятилетие в этом вопросе намечился существенный прорыв. Исследователи космического пространства путем экспериментальной оценки распределения температуры остаточного космического излучения установили [4], что материя всей Вселенной состоит примерно на 4% из наблюдаемого барионного вещества, на 26% – из "темной" массы и на 70% – из "темной" энергии, природа которых пока не известна (рис. 1).

• распределение температур и масс:

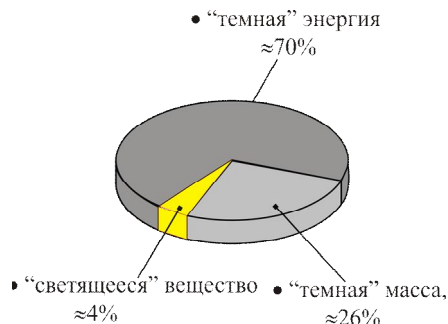
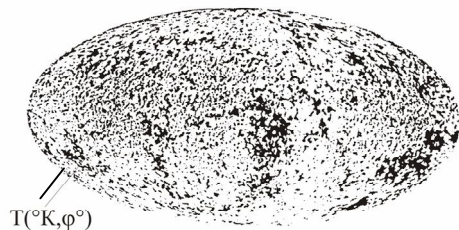


Рис. 1. Источники различных видов энергии: а – распределения температур (карты Уилкинсона – 2003 г.); б – баланс энергоисточников [4]

Если рассматривать эти субстанции как источники энергии, то следует отметить, что носителями уже освоенных видов энергии, таких, как механическая, тепловая, химическая, электромагнитная и

ядерная, являются компоненты наблюдаемого “свещающегося” вещества, составляющего незначительную часть общего материального баланса ($\approx 4\%$).

Таблица 1

Использование основных источников и носителей энергии в современных летательных аппаратах

Источники энергии	Доля в общем балансе	Носители энергии	Виды энергий	Использование в летательных аппаратах
”Темная” энергия	$\approx 70\%$	не известен	не установлены	не используется
”Темная” масса	$\approx 26\%$	не известен	не установлены	не используется
Барионное ”свещающееся” вещество	$\approx 4\%$	молекулы, атомы, нейтроны, протоны, электроны, фотоны	<ul style="list-style-type: none"> • механическая, • химическая, • тепловая, • электрическая, • ядерная 	Используются во всех летательных аппаратах
				Частичное использование

Поэтому проблема “темной” массы и “темной” энергии стала настолько актуальной, что ряд лабораторий Англии, Италии, Испании, Франции и США почти одновременно в 1997 – 2004 гг. наметили и реализуют большие экспериментальные программы по ”поимке” частиц, характеризующих “темную” массу, и по оценке их энергетических свойств [5].

Столь пристальное внимание к новым субстанциям материального мира объясняется тем обстоятельством, что ”темная” масса, которой почти в семь раз больше, чем ныне наблюдаемого ”свещающегося” барионного вещества, как предполагают,

обладает поистине неиссякаемым источником экологически чистой энергии.

Открытие новых источников энергии со всей очевидностью поставило вопрос о разработке принципиально новых подходов к исследованию их физических параметров и обоснованию использования в энергетических установках.

Для решения столь амбициозной научной проблемы в работе [6] предложена гипотеза бивещества, состоящего из энергетического единства барионных и тахионных квантов (рис. 2).

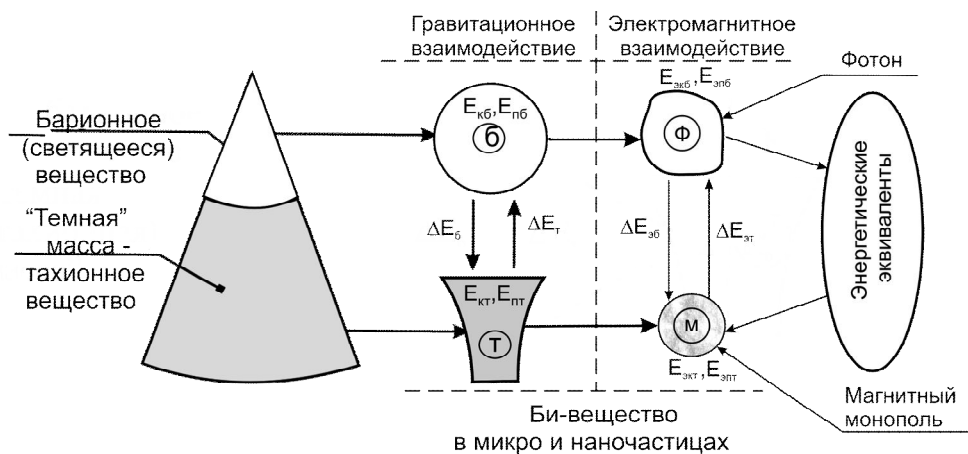


Рис. 2. Квантово-энергетическая модель би-вещества: $E_{кб}$, $E_{пб}$, $E_{кф}$ и $E_{пф}$ – кинетические и потенциальные энергии барионного и тахионного квантов, фотона и магнитного монополя; $\Delta E_б$, $\Delta E_т$, $\Delta E_{фб}$, $\Delta E_{тф}$ – работы, затрачиваемые барионным (б) и тахионным (т) квантами, фотоном (ф) и магнитным монополем (м) на взаимодействия. При этом под барионным квантом подразумевается порция ”свещающегося” вещества, которой присущи наблюдаемые в настоящее время физические параметры, в том числе и скорости его взаимодействия, равные (или меньшие) скорости света

Тахионный же квант идентифицирует собой ненаблюдаемую "темную" массу, обладающую гравитационными свойствами, со скоростями взаимодействия, большими скорости света [7].

Основной материал

Таким образом, гипотеза би-вещества в понятие носителей энергии впервые вводит два новых нанообъекта – тахионный квант и магнитный монополю, которые никогда ранее не рассматривались как физические частицы и, естественно, не оценивались по энергетическим признакам. В этом и состоит отличительная особенность предлагаемой расчетной модели.

Использование таких моделей, а также первого и второго начала термодинамики позволило идентифицировать все основные параметры (массы, скорости, плотности и т.д. и т.п.) взаимодействующих квантов в виде их энергетических эквивалентов. При этом энергетическое измерение получили все изначальные величины в системе СИ, т.е. массы (кг), радиусы (м) и времена взаимодействий (с), а затем и все другие производные параметры, такие, как скорости (м·с⁻¹), объемы (м³), плотности (кг·м⁻³) и т.п. Часть таких энергетических эквивалентов приведена в табл. 2.

Использование таких эквивалентов, а также численных значений фундаментальных физических констант, таких, как число Авогадро, газовая постоянная, нормальная температура, и законов сохранения энергии позволило определить энергии барионного (E_{кб}, E_{пб} и ΔE_б) и тахионного (E_{кт}, E_{пт} и ΔE_т)

квантов и всех других физических параметров би-вещества (табл. 3).

Таблица 2
Энергетические эквиваленты параметров барионного (б) и тахионного (т) квантов

Параметры квантов	Энергетические эквиваленты физических параметров
Массы взаимодействующих квантов	$M_b(E) = \frac{E_{пт}^{1/4} E_{кб}^{3/2} \Delta E_t^{1/2}}{E_{пб}^{3/4} E_{кт}^{1/2} \Delta E_b^{1/2}}$ $M_t(E) = \frac{E_{пб}^{1/4} E_{кб}^{1/2} E_{кт}^{1/2} \Delta E_t^{1/2}}{E_{пт}^{3/4} \Delta E_b^{1/2}}$
Средние плотности	$\rho_b(E) = \frac{E_{кб}^6 E_{кт} \Delta E_t^2}{E_{пб}^3 E_{пт}^2 \Delta E_b^5}$ $\rho_t(E) = \frac{E_{кб}^5 E_{кт}^2}{E_{пб}^2 E_{пт}^3 \Delta E_b^2 \Delta E_t}$
Времена передачи взаимодействий	$\tau_b(E) = \frac{E_{пб}^{3/8} E_{пт}^{7/8} \Delta E_b^{5/4}}{E_{кб}^{5/4} E_{кт}^{3/4} \Delta E_t^{1/4}}$ $\tau_t(E) = \frac{E_{пб}^{7/8} E_{пт}^{3/8} \Delta E_b^{1/4} \Delta E_t^{3/4}}{E_{кб}^{5/4} E_{кт}^{3/4}}$
Скорости передачи взаимодействий	$v_b(E) = \frac{E_{пб}^{3/8} E_{кт}^{1/4} \Delta E_b^{1/4}}{E_{пт}^{1/8} E_{кб}^{1/4} \Delta E_t^{1/4}}$ $v_t(E) = \frac{E_{пт}^{3/8} E_{кб}^{1/4} \Delta E_t^{1/4}}{E_{пб}^{1/8} E_{кт}^{1/4} \Delta E_b^{1/4}}$
Температуры квантов	$T_b(E) = E_{пб} E_{кт} \Delta E_b$ $T_t(E) = E_{пт} E_{кб} \Delta E_t$

Таблица 3

Параметры квантов би-вещества [6]

Вид взаимодействия	Физические параметры	Единицы измерения	Численные значения	
			в барионном кванте (б)	в тахионном кванте (т)
Гравитационное	Энергии: – кинетическая – потенциальная – работа	Дж	E _{кб} =3,771279·10 ⁻²¹ E _{пб} =9,3036834·10 ⁻⁵⁰ ΔE _б =3,771279·10 ⁻²¹	E _{кт} =7,7850123·10 ⁷¹ E _{пт} =7,7850123·10 ⁷¹ ΔE _т =2,246108·10 ⁻²¹
	Массы носителей энергий	кг	M _б =1,1295258·10 ⁻¹²	M _т =2,786545·10 ⁻⁴¹
	Скорости передачи взаимодействия	м/с	v _б =5,7782481·10 ⁻⁵	v _т =1,671146·10 ⁵⁶
Электромагнитное	Энергии: – кинетическая – потенциальная – работа	Дж	E _{кб} =7,3909301·10 ⁻²² E _{пб} =7,3909301·10 ⁻²² ΔE _б =3,22580·10 ⁻⁴⁴	E _{кт} =9,9999998·10 ⁻¹ E _{пт} =9,9999998·10 ⁻¹ ΔE _т =1,025681·10 ⁻⁸⁸
	Массы носителей энергий	кг	m _б =8,2234833·10 ⁻³⁹	m _т =8,2234833·10 ⁻³⁹
	Скорости передачи взаимодействия	м/с	v _б =2,997916·10 ⁸	v _т =1,1102735·10 ¹⁹

Приведенные в табл. 3 значения абсолютных значений энергий, масс и скоростей квантов дают наглядное представление о их энергетических возможностях.

Прежде всего, следует отметить, что тахионный квант обладает колоссальной кинетической и

потенциальной энергией, которую и принято называть тахионной, поскольку её носителем является тахион – наночастица с M_т = 2,786545·10⁻⁴¹ кг.

В электромагнитном взаимодействии рассматривались фотон как микрочастица барионного кван-

та и магнитный монополю как наночастица тахионного кванта (рис. 2).

Моделирование энергетического взаимодействия

названных частиц [8] позволило получить энергетические эквиваленты их параметров, а затем и их численные значения (табл. 4).

Таблица 4

Численные значения физических параметров носителя тахионной энергии (м) в условиях электромагнитного взаимодействия [8]

Физические параметры	Единицы измерения	Численные значения:	
		фотона (ф)	магнитного монополя (м)
Взаимодействующие массы	кг	$m_{\phi} = 8,2234833 \cdot 10^{-39}$	$m_m = 8,2234833 \cdot 10^{-39}$
Плотности вещества	кг/м ³	$\rho_{\phi} = 3,543623 \cdot 10^{-15}$	$\rho_m = 3,5735782 \cdot 10^{111}$
Скорости передачи взаимодействий	м/с	$v_{\phi} = 2,997916 \cdot 10^8$	$v_m = 1,102735 \cdot 10^{19}$
Количества электричества	Кл	$Q_{\phi} = 1,602212 \cdot 10^{-19}$	$Q_m = 5,2027244 \cdot 10^{80}$
Электрические постоянные	Ф/м	$\epsilon_{\phi} = 8,8543896 \cdot 10^{-12}$	$\epsilon_{om} = 2,0503342 \cdot 10^{211}$
Магнитные индукции	Тл	$B_{\phi} = 3,9226667 \cdot 10^{-6}$	$B_m = 1,3202187 \cdot 10^{-50}$
Магнитные постоянные	Гн/м	$\mu_{\phi} = 1,2566062 \cdot 10^{-6}$	$\mu_{om} = 4,0108165 \cdot 10^{-250}$

С выявлением новых энергоносителей, т.е. тахиона и магнитного монополя, и количественной оценки их энергетических параметров неизбежно возник вопрос их использования в двигателях и энергоустановках.

Такой подход предполагает исследование возможностей этих объектов по таким обобщенным параметрам:

– количество движения M_0 ; (1)

– импульс силы F_t . (2)

Приведенные в табл. 1 квантово-энергетические эквиваленты позволяют оценить эти параметры, поскольку известны энергии квантов и наночастиц (см. табл. 2)

С учетом таких соображений в табл. 5 представлены не только абсолютные значения этих весьма важных параметров, но и некоторые их относительные величины.

Таблица 5

Обобщенные энергетические параметры квантов: количество движения M_0 и импульс силы F_t

Кванты	Параметры	Энергетические эквиваленты	Численные значения
Барионный	$M_0 v_0$	$\frac{E_{пт}^{1/3} E_{кб}^{5/4} \Delta E_T^{1/4}}{E_{пб}^{3/2} E_{кт}^{1/4} \Delta E_0^{1/4}}$	$6,5266894 \cdot 10^{-17}$, камс ⁻¹
	$F_t v_0$	$\frac{E_{пт}^{1/8} E_{кб}^{1/4} \Delta E_0^{3/4} \Delta E_T^{1/4}}{E_{пб}^{3/8} E_{кб}^{1/4}}$	$6,5266894 \cdot 10^{-17}$, Н·с
	$\frac{M_0 v_0}{F_t v_0}$	$\frac{E_{кб}}{\Delta E_0}$	$1+2,4670524 \cdot 10^{-29}$
Тахионный	$M_t v_t$	$\frac{E_{пб}^{1/8} E_{кб}^{1/4} \Delta E_{кт}^{3/4} \Delta E_T^{1/4}}{E_{пт}^{3/8} E_0^{1/4}}$	$4,6575737 \cdot 10^{15}$, камс ⁻¹
	$F_t v_t$	$\frac{E_{кб}^{1/3} E_{кб}^{1/4} \Delta E_T^{5/4}}{E_{пт}^{3/8} E_{кт}^{1/4} \Delta E_0^{1/4}}$	$1,3438706 \cdot 10^{-77}$, Н·с
	$\frac{M_t v_t}{F_t v_t}$	$\frac{E_{кт}}{\Delta E_T}$	$3,461 \cdot 10^{92}$
Соотношения параметров квантов	$\frac{M_0 v_0}{M_t v_t}$	$\frac{E_{кб} \Delta E_{пт}^{1/2}}{E_{кт} \Delta E_{пб}^{1/2}}$	$1,4013067 \cdot 10^{-32}$
	$\frac{F_t v_0}{F_t v_t}$	$\frac{E_{кт}^{1/2} \Delta E_0}{E_{пб}^{1/2} \Delta E_T}$	$4,8566414 \cdot 10^{60}$

Очевидно, что тахионный квант обладает огромной величиной количества движения, тогда как импульс силы этого нанообъекта крайне мал. По импульсу силы тахионный квант на несколько десятков порядков уступает барионному кванту.

Аналогичным образом с помощью энергетических эквивалентов (см. табл. 2) определены количество движения и импульс силы магнитного монополя (табл. 6).

Таблица 6
Обобщенные энергетические параметры микро- и наночастиц

Частицы	Фотон	Магнитный монополюль
Количество движения h/λ , Дж·с/м	$2,465326 \cdot 10^{-30}$	$9,068335 \cdot 10^{-20}$
Импульс силы $F\tau$, Н·с	$1,076013 \cdot 10^{-52}$	$9,845442 \cdot 10^{-108}$
Количество движения Mv , кг·м·с ⁻¹	$2,465326 \cdot 10^{-30}$	$9,0688349 \cdot 10^{-20}$

Анализ приведенных в табл. 5 и 6 энергетических параметров микро- и наночастиц показывает, что наибольшим количеством движения обладает тахионный квант, тогда как импульс силы этого объекта – самый малый среди всех рассматриваемых энергоносителей.

Оценка энергетических возможностей носителей тахионной энергии производилась как по абсолютным значениям энергий, масс и скоростей этих наночастиц (см. табл. 3 и 4), так и по характеристикам их излучения.

Поскольку параметры магнитного монополя как частицы получили системную оценку, то, используя зависимости релятивистской механики [9]:

$$E = hv; \tag{3}$$

$$v = \lambda\nu; \tag{4}$$

$$h = 2\pi MRv, \tag{5}$$

где E – энергия частицы; λ – длина волны; ν – частота колебаний; R – радиус взаимодействия; h – постоянная Планка; M – массы частиц, нетрудно получить и спектральные характеристики исследуемых энергоносителей (табл. 7).

Таблица 7

Характеристики излучения носителей тахионной энергии

Частицы	Постоянная Планка, Дж·с	Длина волны λ , м	Частота колебаний ν , с ⁻¹
Тахион	$5,8194925 \cdot 10^7$	$1,2494617 \cdot 10^{-8}$	$1,3377056 \cdot 10^{64}$
Магнитный монополюль	$7,5224492 \cdot 10^{-69}$	$8,2952925 \cdot 10^{-50}$	$1,3293542 \cdot 10^{68}$
Фотон	$6,0462978 \cdot 10^{-35}$	$2,4646925 \cdot 10^{-3}$	$1,2163491 \cdot 10^{13}$

Очевидно, что излучение магнитного монополя характеризуется крайне малой длиной волны (намного ниже гамма-диапазона) и почти на сорок порядков превышает этот диапазон излучения по частоте.

Исследование способностей проявления тахионной энергии осуществимо в специальной лабораторной установке [6] по схеме, представленной на рис. 3.

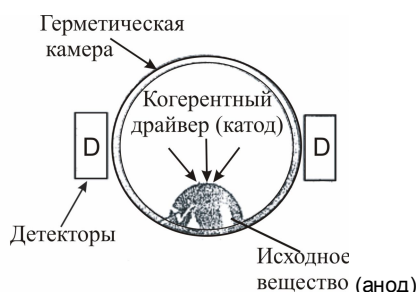


Рис. 3. Схема установки аннигиляции исходного вещества и выявления тахионной энергии

Согласно приведенной схеме в герметической камере при $P_6 < 30$ Па под действием специально

сфокусированного пучка электронов инициировались в исходном веществе инициировались процессы, приводящие к повышению температуры до $T_6 > 3,1 \cdot 10^9$ К. Такие условия вызывали разрушение исходного вещества путем внутреннего взрыва.

Установлено [10], что по характеру разрушения (рис. 4) и по спектру излучения такие процессы не могут инициироваться ни химической, ни ядерной видами энергии. Они характерны лишь для энергии более высокого уровня – тахионной.

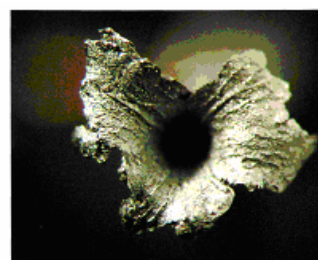


Рис. 4. Типичный характер разрушения исходного вещества под действием тахионной энергии

Экспериментальным путем выявлены и другие уникальные особенности тахионной энергии, такие как способность синтезировать сверхтяжелые атомные массы, неустойчивые изотопы преобразовывать в устойчивые и т.п.

И энергетическое моделирование взаимодействий квантов би-вещества, и экспериментальные ис-

следования по аннигиляции вещества и проявлению тахионной энергии позволили получить обобщенное представление об установке по генерации тахионной энергии и о последствиях её проявления (рис. 5).

Из ста микрограммов исходного вещества примерно десять процентов преобразуются в тепловую, механическую и энергию излучения.

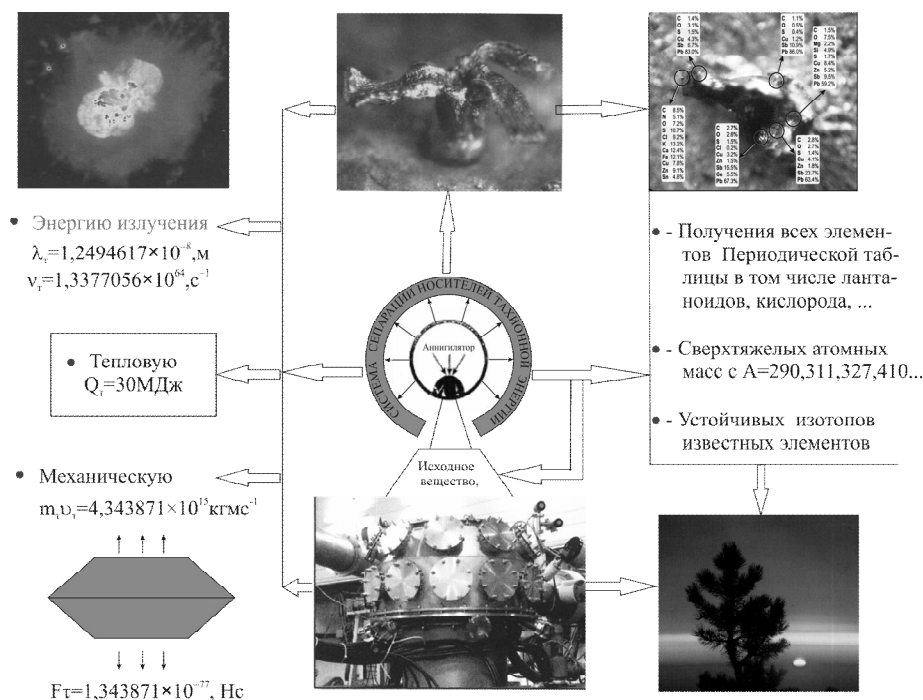


Рис. 5. Направления и результаты реализации тахионной энергии в энергогенерирующей установке

В условиях тахионной энергии такое превращение усиливается примерно в 10^5 раз, поэтому конечный результат по выходу освоенных видов энергии превосходит все ожидания.

Выводы

В работе решена задача комплексной оценки таких носителей тахионной энергии как тахион и магнитный монополю.

На основе квантово-энергетических моделей эти наночастицы оценены не только по абсолютным значениям энергий, масс-скоростным характеристикам, по параметрам излучения, но и по обобщенным параметрам – количеству движения и импульсу силы, т.е. по признакам, характерным для силовых установок. Так, тахион с его количеством движения $m_\tau \nu_\tau = 4,343871 \cdot 10^{-15} \text{ кгмс}^{-1}$ не имеет себе равных среди всех известных энергоносителей.

Экспериментальным путем установлено следующее:

- исходным веществом для получения тахионной энергии может служить любой металл, что предопределяет безграничность такого вида энергии;

- конечным продуктом являются стабильные изотопы, т.е. экологически чистое вещество.

В процессах с участием тахионной энергии проявляются известные виды энергии: механическая в виде количества движения, электрическая в виде светимости фотонов и энергия излучения, параметры которой находятся выше даже гамма-диапазона.

Кроме того, тахионная энергия реализует присущие только ей нанопроцессы:

- образования сверхтяжелых атомных масс;
- преобразования распространенных металлов в редкоземельные элементы;
- по преобразования радиоактивных изотопов в устойчивые элементы.

Таким образом, носители тахионной энергии и по физическим параметрам и по экологическим требованиям являются весьма перспективными на предмет их использования в генерирующих энергоустановках летательных аппаратов.

Литература

1. Корлиес У. Р. Реактивные двигатели для космических полетов / У.Р. Корлиес. – М.: Иностранная литература, 1962. – 447 с.

2. Коваленко Н.Д. Достигнутый уровень и некоторые направления создания РД / Н.Д. Коваленко // *Техническая механика*. – 2005. – № 2. – С. 38-49.
3. Valone T. Энергетические установки будущего / T. Valone // *Новая энергетика*. – СПб., 2002. – Вып. 1 (4). – С. 4-12.
4. Ксанфомалити Л. Темная Вселенная / Л. Ксанфомалити // *Наука и жизнь*. – 2005. – № 5. – С. 58-68.
5. Johnson C. The Effects of Nozzle Geometry on the Specific Impulse of a Pulse Detonation Engine / C. Johnson // *Final Report*. – December 2001.
6. Толмачев Н.Г. Гипотеза би-вещества как источника тахионной энергии / Н.Г. Толмачев // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2008. – № 5 (52). – С. 77-84.
7. Баращенко В.С. Тахионы. Частицы, движущиеся со скоростями больше скорости света. / В.С. Баращенко // *УФН*. – 1974. – Т. 114. – С. 81-92.
8. Толмачев Н.Г. Определение параметров фотона и магнитного монополя в их электромагнитном взаимодействии / Н.Г. Толмачев // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2008. – № 3 (50). – С. 79-84.
8. Канарев Ф.М. Начала физхимии микромира / Ф.М. Канарев. – К.: КГУ, 2004. – 197 с.
9. Толмачев Н.Г. Тахионная энергия: источник и формы проявления / Н.Г. Толмачев // *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. – X., 2008. – Вып. 40 – С. 220-228.

Поступила в редакцию 29. 05.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. кафедры проектирования самолетов и вертолетов В.И. Рябков, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

ШЛЯХИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТАХІОННОЇ ЕНЕРГІЇ В ГЕНЕРУЮЧИХ УСТАНОВКАХ

М.Г. Толмачов

Розглянуто можливості використання носіїв тахионної енергії: тахіона й магнітного монополя як робочих тіл генеруючих энергоустановок за їх енергетичними, мас-швидкісними і узагальненими параметрами типу кількості руху й імпульсу сили. Завдання вирішено на основі їх квантово-енергетичних еквівалентів з наступним визначенням всіх основних їх фізичних параметрів, тобто власних енергій, мас і швидкостей взаємодій. Показано, що за імпульсом сили магнітний монополь істотно перевершує відомий фотон, а за кількістю руху тахіон не має собі рівних серед всіх відомих енергоносіїв.

Ключові слова: тахіонна енергія, тахіон, кількість руху, імпульс сили.

WAYS AND IMPLEMENTATION RESULTS OF TACHYON ENERGY IN GENERATING DEVICES

N.G. Tolmachov

Tachyon energy carriers (tachyon and magnetic monopole) use, as working substance of generating power installations by their energy, mass-speed and generalized parameters such as momentum and impulse of force, opportunities are surveyed. The problem is solved on the basis of their quantum-energy equivalents with the following determination all their basic physical parameters, i.e. proper energies, masses and speed of interaction. It is shown, that the magnetic monopole essentially exceeds known photon by impulse of force, and the tachyon has not equal among all known energy carriers by momentum...

Key words: tachyon energy, tachyon, momentum, impulse of force.

Толмачёв Николай Григорьевич – канд. техн. наук, научный сотрудник, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.