

SATPUSH SYSTEM:

THE USAGE OF EXTRATERRESTRIAL POTENTIAL AND KINETIC ENERGY SUPPLY FOR SPACE LAUNCHES

Alexander O. MAYBORODA,
CEO, "LLC "AVANTA-Consulting" research company,
Rostov-on-Don, Russia,
mayboro@gmail.com

ABSTRACT | The article examines how to utilize free supply of extraterrestrial material potential energy, its conversion into kinetic energy and transfer to ground launched space crafts. Satpush technology which is considered as the subject of the research accelerates air crafts to the first cosmic velocity, letting them after being launched from the ground by suborbital launchers speed up due to the pressure of artificially created flows of lunar and asteroid material without any use of onboard propellant supply. Payload mass increases multiple times as a result. The research is aimed to create a system which could use external supply of mechanical energy for affordable access to space.

Keywords: *Sattrap technology, Satpush project, satellite base, defense against asteroid threat, regolith, lunar resources, potential energy, kinetic energy, gravity well, low cost space access, nuclear-fission pulse engine*

СИСТЕМА SATPUSH:

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВНЕЗЕМНЫХ ЗАПАСОВ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ И КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ ЗАПУСКОВ



Александр Олегович МАЙБОРОДА,
директор научно-исследовательской компании «ООО «АВАНТА-Консалтинг»», Ростов-на-Дону, Россия,
mayboro@gmail.com

АННОТАЦИЯ | Работа посвящена проблеме утилизации даровых запасов потенциальной энергии внеземного вещества – преобразованию ее в кинетическую энергию и передачу космическим аппаратам, стартующим с Земли. Предметом исследования является технология Satpush – технология ускорения до первой космической скорости летательных аппаратов, запускаемых с Земли суборбитальными ракетами, и ускоряемых в последующем за счет силы давления искусственно создаваемых потоков лунного или астероидного вещества, без использования бортовых запасов ракетного топлива с многократно увеличенной в результате массой полезного груза. Целью работы является конструирование системы использования внешних запасов механической энергии для малозатратного доступа к космосу.

Ключевые слова: *технология Sattrap, проект Satpush, база на спутнике, защита от астероидной угрозы, реголит, лунные ресурсы, потенциальная энергия, кинетическая энергия, гравитационный колодец, недорогой доступ к космосу, ядерный импульсный двигатель*

НЕДОСТАТКИ РАКЕТНОГО
ТРАНСПОРТА ОТМЕЧАЮТ
МНОГИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ
ПРОБЛЕМЫ СОКРАЩЕНИЯ
ЗАТРАТ НА ДОСТУП В
КОСМОС

ВВЕДЕНИЕ

Ракета открыла дорогу в космос, но возможности ракеты на химическом топливе ограничены, и необходимо искать ей замену. Недостатки ракетного транспорта отмечают многие исследователи проблемы сокращения затрат на доступ в космос.

Вот описание ситуации академиком А. Коротеевым: «Мы имеем сегодня неэкономичные транспортные средства. Представьте, из каждых 100 тонн, улетающих с Земли, в полезную нагрузку, в лучшем случае, превращается 3%. Это для всех современных ракет. Все остальное выбрасывается в виде сгоревшего топлива... Космонавтика сегодня испытывает состояние, близкое к тому, в котором авиация оказалась после Второй Мировой войны, когда стало ясно, что с поршневыми двигателями уже невозможно... иметь экономически выгодную авиацию. Тогда... в авиации произошел скачок, и от поршневых двигателей перешли к реактивным. Примерно та же ситуация сейчас в космической технике» [1].

Космонавт-испытатель С. Кричевский характеризует современное состояние ракетно-космического транспорта так: «С научной точки зрения космическая ракета – это огромный «паровоз» с КПД всего 1-3%, остальная же часть стартовой массы превращается в отходы, продолжая создавать проблемы для окружающей среды. Безальтернативный, чисто ракетный этап в развитии космической деятельности подходит к концу. А что придет ему на смену, зависит от нас. Надеюсь, совершенно новые технологии, которые изменят... ситуацию» [2].

КОСМИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ORION

Проект пилотируемого ядерно-импульсного космического корабля Orion, который разрабатывался в

США в 1950-1960-х годах [3;4;5] – это не что иное как попытка решить проблему низкой эффективности ракет на химическом топливе.

В основу работы двигателя корабля положено использование энергии ядерного взрыва для испарения порций рабочего вещества и получения ускоряющей тяги в результате отражения кормовым экраном (отражающей плитой) ударной волны из потока плазмы (рис. 1). Из космического корабля в направлении, противоположном полёту, с небольшими интервалами выбрасываются ядерные заряды и взрываются на небольшом расстоянии от аппарата. Массивная отражающая плита принимает на себя импульс и передает его кораблю через систему амортизаторов для пилотируемых версий или без амортизаторов для беспилотных версий. Перед каждым взрывом отражающая тяговая плита при помощи разбрызгивающего устройства покрывается графитовой смазкой в качестве защитного абляционного покрытия.

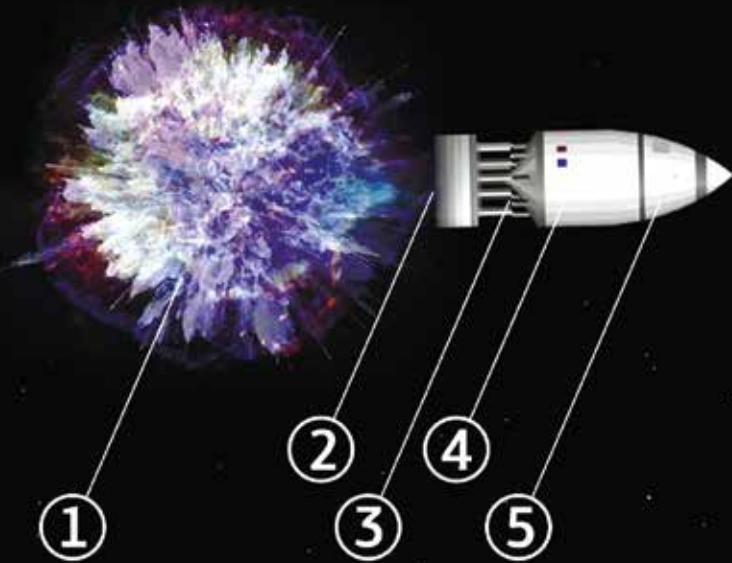
Устойчивость отражающей тяговой плиты корабля была подтверждена не только расчетами, но и экспериментами на моделях, приводимых в движение взрывами зарядов химической взрывчатки и взрывами термоядерных зарядов – покрытые графитом стальные сферы, размещенные в 9 м от эпицентра взрыва, остались неповрежденными.

Разгонять космические корабли с помощью маломощных ядерных взрывов предложили американские физики Станислав Улам и Корнелиус Эверетт в 1955 году.

Экономические показатели системы Orion были настолько хороши, что Луна, Марс, спутники Юпитера могли быть освоены еще в прошлом веке. Экологические же показатели, наоборот, были настолько отрицательными, что это привело к закрытию проекта в 1965 году в связи с его противоречием международному соглашению 1963 года о запрете всех ядерных взрывов, за исключением подземных.

Рис. 1 Проект Orion. Ускорение космического корабля серией ядерных взрывов низкой мощности

- 1 – взрыв ядерного заряда пониженной мощности (эквивалент 100 т ТНТ).
- 2 – отражающая плита с абляционным покрытием.
- 3 – амортизатор.
- 4 – хранилище ядерных зарядов с подающим устройством. Общее количество зарядов – до 900 штук.
- 5 – полезная нагрузка



КОСМИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА SATPUSH

Отказ от реализации проекта Orion произошел по причине осознания международным сообществом экологической опасности использования ядерных взрывных устройств на Земле и в околоземном пространстве. Таким образом, развитие космонавтики ограничилось ракетами на химическом топливе, которые достигли потолка совершенствования и на пределе возможностей обеспечивают вывод КА из гравитационного колодца Земли. Это определило длительную стагнацию космонавтики. Есть ли иные способы выбраться из гравитационной ямы Земли?

Ракета как средство доставки и передвижения людей и грузов в космосе имеет принципиальное

ограничение – она не использует внешние вещественные и энергетические ресурсы и ограничена запасами топлива. В энергетическом аспекте ракета подобна галере и на длинных дистанциях проигрывает парусным судам, использующим даровые внешние ресурсы кинетической энергии. Имеются ли в космосе аналоги ветра, которые обеспечили бы независимость КА от неэффективных химических и опасных ядерных источников энергии? Теоретическая космонавтика давно изучает эту проблему и обнаружила несколько решений по использованию даровых запасов механической энергии околоземного и дальнего космоса.

В работе [6] описан проект изменения орбиты одного из астероидов за счет образования на его пути «облака» измельченного материала (реголита) другого астероида.

В работе [7] рассмотрен способ управления траекториями КА, находящихся на средних околозем-

В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ РАКЕТА ПОДОБНА ГАЛЕРЕ И НА ДЛИННЫХ ДИСТАНЦИЯХ ПРОИГРЫВАЕТ ПАРУСНЫМ СУДАМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИМ ДАРОВЫЕ ВНЕШНИЕ РЕСУРСЫ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

ПРОЕКТ SATPUSH – ЭТО КОНЦЕПЦИЯ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ-АНАЛОГА ORION. ЕГО СУТЬ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ТОМ, ЧТО УДАРЫ ПОРЦИЙ ВЕЩЕСТВА ОЧЕНЬ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ, ПОРЯДКА 0,1–1 КГ/М³, В АБЛЯЦИОННУЮ ПЛИТУ НА КОРМЕ КОРАБЛЯ НЕ ОКАЗЫВАЮТ РАЗРУШИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ПРИ ЭТОМ СОЗДАЮТ ЗНАЧИТЕЛЬНУЮ СИЛУ, КОТОРАЯ СПОСОБНА РАЗОГНАТЬ КОРАБЛЬ ДО ОРБИТАЛЬНЫХ СКОРОСТЕЙ.

ДЛЯ РАЗГОНА КОРАБЛЯ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ КОРТЕЖ ПУШЕРОВ, КОТОРЫЕ МОГУТ ИЗГОТОВЛЯТЬСЯ ИЗ НЕДОРОГИХ МЕЗОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОСТЕЙШИХ ВИДОВ КРЕМНИЕВОГО АЭРОГЕЛЯ.

ных орбитах при помощи давления, создаваемого потоками лунной пыли. Пыль в контейнерах выбрасывается из сферы притяжения Луны при помощи электромагнитных ускорителей, а затем рассеивается вдоль траектории движения к Земле. В районе перигея пылевое облако максимально увеличивает кинетическую энергию, которая утилизируется посредством воздействия на абляционные экраны ускоряемых КА.

Оба способа ускорения космических объектов, описанные в [6] и [7], аналогичны, по сути, способу ускорения корабля Orion: гиперзвуковой поток вещества оказывает давление на объект и ускоряет его в заданном направлении. Вместе с тем, это воздействие осуществляется относительно внеземных объектов и не может применяться для запуска в космос, как в системе Orion.

В работе [8] предложен способ применения гиперзвукового потока вещества для ускорения суборбитального КА до орбитальной скорости (рис. 2), то есть, дается решение проблемы запуска КА с Земли за счет даровых внеземных ресурсов. Ускоряемый КА освобожден от запасов химического или ядерного топлива, что обеспечивает увеличение массы полезного груза на один порядок и соответственно сокращает удельную стоимость запуска. Для запуска КА необходимо применять вспомогательную ракету-носитель (РН), но ее роль ограничивается подъемом КА на высоту 110–120 км в зону перигея ускоряющего потока. Отсутствуют и существенные затраты на создание ускоряющего потока вещества в связи с тем, что кинетическая энергия потока создается за счет дарового запаса потенциальной энергии при сбросе внеземного вещества в гравитационный колодец Земли. Затраты энергии на сброс вещества составляют около 5% при использовании лунного сырья и десятки и сотни доли процента при использовании сырья некоторых околоземных астероидов.

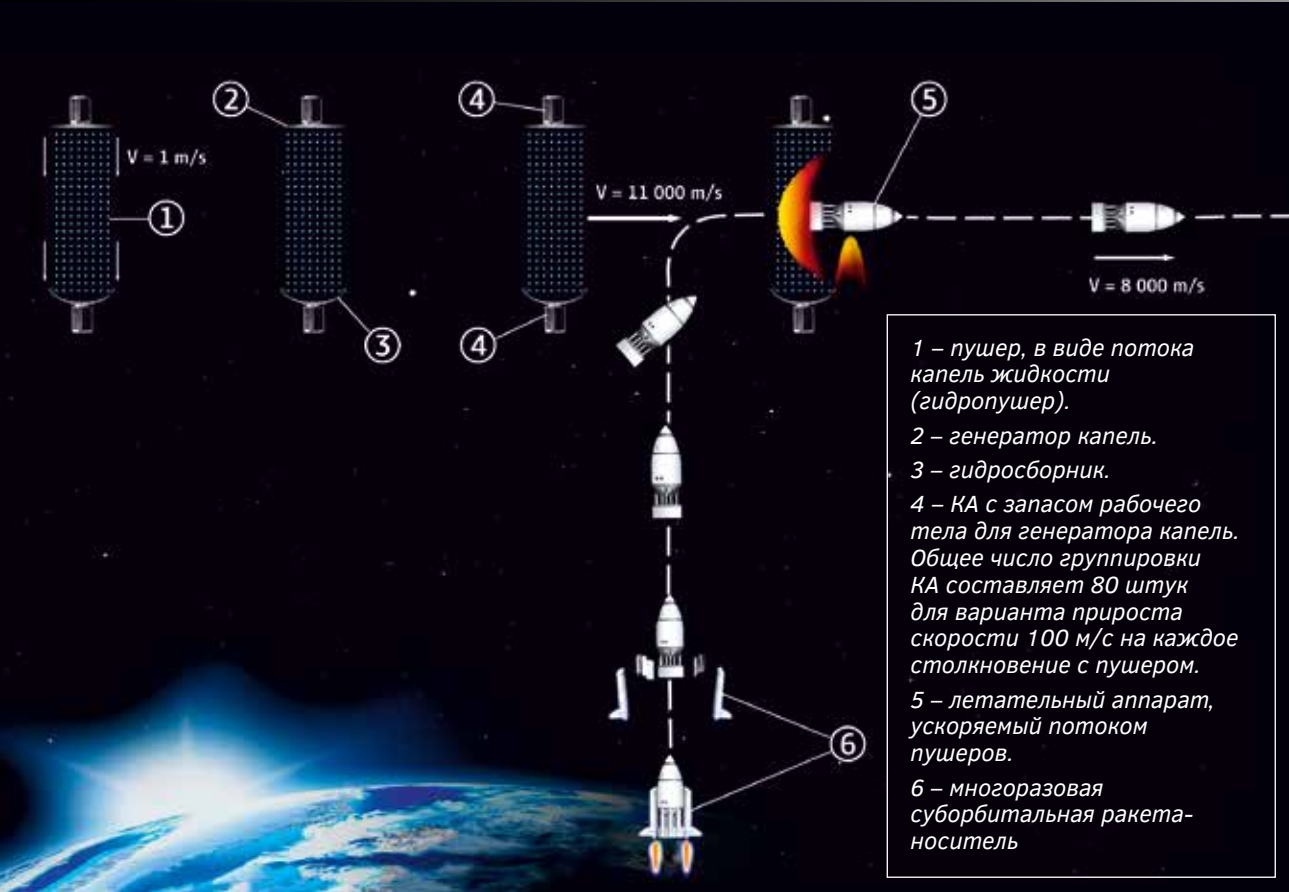
Проект, изложенный в работе [8] основан на описании группы изобретений в патенте RU2385275, где рассмотрены различные способы ускорения

КА и на основе работы [9] обоснована возможность разгона КА не только попутными потоками, но и встречными. Космическая транспортная система (КТС) на основе встречных потоков весьма перспективна, так как обеспечивает разгон КА до скорости, в несколько раз превышающей скорость встречного потока. К примеру, при наличии базы на одном из спутников Юпитера возможен разгон КА до 200 км/с, что актуально при создании системы защиты Земли от астероидной угрозы. Вместе с тем, по причине простоты и низкой стоимости операций по разгону КА попутным потоком, эта технология заслуживает более детального рассмотрения и развития.

Satpush – рабочее название КТС с разгоном КА попутным гиперзвуковым потоком (от слов satellite – спутник и push – толчок, давление, удар, напор). Таким образом, проект Satpush – это концепция космического корабля, аналога Orion, движущей силой которого вместо ядерных взрывов будут удары – регулярные толчки порций вещества, извлеченного из Луны, астероидов или полученного из иных недорогих источников, в том числе орбитальных накопителей атмосферных газов (Земли, Марса, Венеры), и разогнанного за счет превращения собственной потенциальной энергии в кинетическую при сбросе в гравитационный колодец Земли. Реализация такого варианта проекта Orion не ограничивается действующими международными соглашениями.

Суть проекта Satpush в том, что удары порций вещества очень низкой плотности, порядка 0,1–1 кг/м³, в абляционную плиту на корме корабля не оказывают разрушительного воздействия и при этом создают значительную силу, которая способна разогнать корабль до орбитальных скоростей. Оказываемое на плиту давление в начале разгона составляет 120–1200 бар. При скорости толкающих порций вещества или пушеров (от слова pusher – толкатель) около 11 км/с корабль разгоняется до 8–9 км/с. При этом, суммарная масса пушеров (для случая идеального упругого отражения потока ве-

Рис. 2 Проект Satpush. Ускорение космического корабля дискретным гиперзвуковым потоком внеземного вещества (высота 120 км)



щества) составляет 80% массы разгоняемого корабля. Потоки из последовательности пушеров создаются кортежами КА из бортовых запасов внеземного вещества. Формирование таких запасов наиболее выгодно за счет лунных ресурсов (рис. 3) в случае использования технологии Sattrap (рис. 4), сокращающей затраты на экспорт лунного сырья до 390 долл./кг [11]. Последующее развертывание системы Sattrap дополнительно сокращает затраты на один порядок.

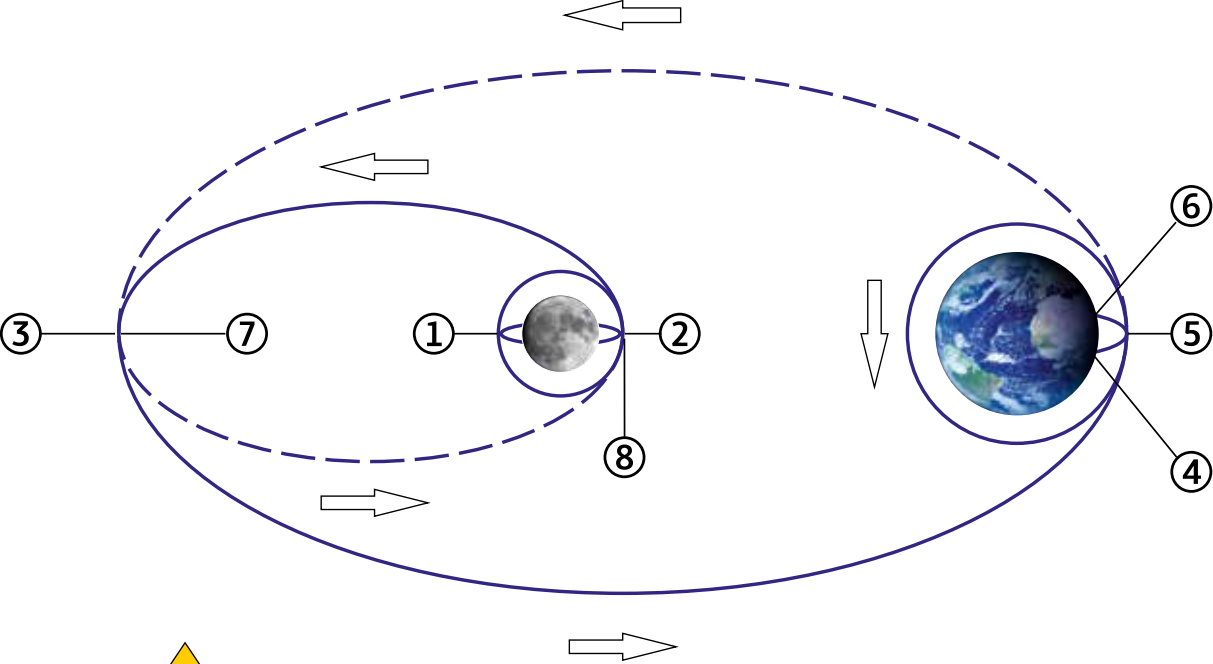
Пушер – объект низкой плотности. Пушеры могут изготавливаться из недорогих мезопористых материалов и простейших видов кремниевого аэрогеля – хрупкость аэрогеля в условиях невесомости и другие недостатки не являются фактором,

препятствующим применению пушеров. При этом могут использоваться не цельные блоки высокопористого материала, а тонкопленочные мешки, заполненные порошками аэрогеля, что упрощает производство. Надувные баллоны с аэрозолем из мелкодисперсного материала в качестве основного наполнителя также перспективны для изготовления пушеров. Удобным конструкционным материалом могут стать замороженные пены высокой кратности из водных растворов. Пушеры могут формироваться непосредственно перед применением в виде облака из капель и микрокристаллов водных растворов и других жидкостей, например, жидкого азота и твердой двуокиси углерода. Устройство формиро-

вания таких капельных образований известно – это генератор потока монодисперсных капель жидкости для космических холодильников-излучателей [10].

Для разгона корабля используется кортеж пушеров – последовательность объектов, движущихся по единой траектории или в пределах заданного коридора. До момента столкновения с кораблем пушер находится в сцепке с КА-носителем. Отделение пушера от КА-носителя происходит за несколько секунд до столкновения с кораблем. Капельно-пылевой пушер (как облако частиц вещества) создается за несколько секунд до столкновения, при этом часть вещества, не вступившего в контакт, улавливается вспомогательным КА и используется повторно. Ча-

Рис. 3 Траектории подачи лунного сырья для вывода суборбитальных летательных аппаратов на НОО



- 1 – аккумуляция лунной воды и реголита в орбитальном коллекторе системы Sattrap, производство ракетного топлива из реголита.
- 2 – перенос воды и топлива в межорбитальный буксир, старт буксира и выход на переходную орбиту.
- 3 – коррекция траектории полета буксира и переход на высокоэллиптическую околоземную орбиту.
- 4 – старт многоразовой суборбитальной ракеты-носителя (МСРН) и подъем летательного аппарата на высоту 120 км.
- 5 – отделение от буксира КА с запасами воды и генераторами потока капель, рассредоточение и создание кортежа КА, разгон гидропушерами летательного аппарата до орбитальной скорости, сосредоточение КА и стыковка с буксиром.
- 6 – посадка МСРН.
- 7 – коррекция траектории полета буксира и переход на высокоэллиптическую окололунную орбиту.
- 8 – стыковка с орбитальным коллектором системы Sattrap и загрузка новой порции воды и топлива для буксира.

сти пластин из мезопористого материала, не столкнувшиеся с тяговой плитой корабля, также утилизируются.

В следующем десятилетии начнутся операции по разработке ресурсов астероидов и Луны. Planetary Resource, Deep Space, MoonExpress, Shackleton Energy, Luxembourg, ESA и NASA – организации, которые ведут подготовку к коммерческой добыче внеземных ресурсов. Часть вещества будет доставляться в околоземное пространство на орбитальные станции. В основном это будут поставки ракетного топлива, произведенного из воды астероидов и Луны.

Вместе с тем современная концепция использования внеземных ресурсов воды для производства ракетного топлива иррациональна. Запас энергии водородно-кислородного ракетного топлива – 13 МДж/кг, что требует для его получения из воды затрат

порядка 30 МДж/кг. Вместе с тем, при сбросе капсул с топливом на низкие околоземные орбиты (НОО), груз в перигее разгоняется: до скорости около 11 км/с при сбросе с Луны и до 12–14 км/с при сбросе с околоземных астероидов. Его даровая кинетическая энергия составляет соответственно 61 МДж/кг и 72–98 МДж/кг. Таким образом, от 50 до 67% энергии придется бесполезно рассеивать при торможении капсул с грузом в атмосфере, не считая избыточных затрат на производство ракетного топлива из воды.

Инновационная система Satpush позволяет использовать теряемую кинетическую энергию. За счет этой даровой энергии КТС Satpush способна выводить грузы с Земли на орбиту с минимальным использованием ракеты для разгона груза. Сообщение скорости грузу за счет ракеты сокращается в 5 раз, что уве-

личивает грузоподъемность типовой ракеты в 16 раз (с 3% до 50%) при уменьшенной в полтора раза стоимости запуска. В результате удельная стоимость запуска сокращается в 24 раза. Для многоразовых ракет удельная стоимость запуска сокращается на два-три порядка.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

- 1. В настоящей статье рассмотрена логистика доставки грузов с малых небесных тел и спутников планет на Землю с точки зрения устранения потерь кинетической энергии грузов, ее эффективной утилизации и применения для вывода новых грузов с Земли в космос, устранения избыточных и лишних энергетических операций на базе достигнутого научно-технического уровня.
- 2. Проведен анализ технического базиса космических грузоперевозок,

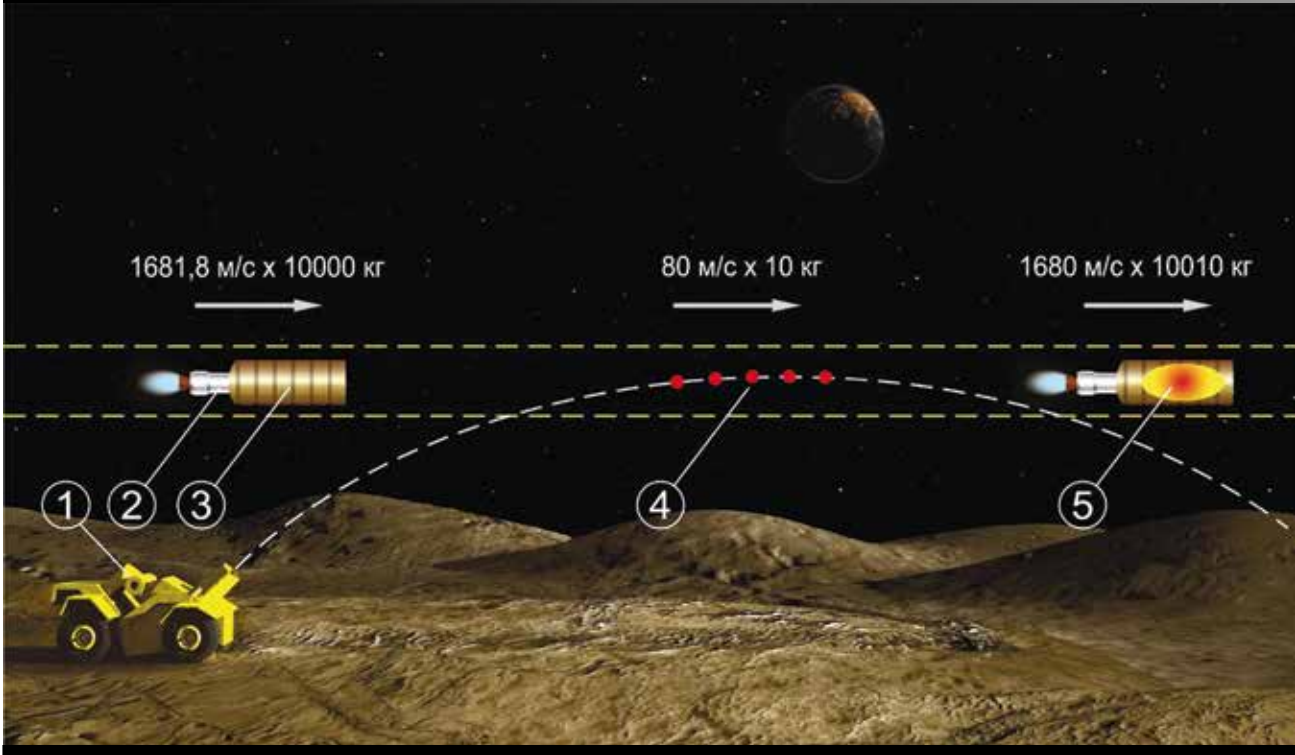
на основе которого предложена концептуально новая система доставки грузов в космос – КТС Satpush.

3. Показано, что для реализации КТС Satpush не требуется разработка принципиально новых устройств и технологий – необходима, в основном, интеграция и адаптация известных и апробированных технических решений, таких как: абляционная термозащита космических аппаратов – прототип буферной плиты, воспринимающей давление гиперзвукового потока; система генерации потока капель жидкости в условиях орбитального полета – прототип генератора пушеров низкой плотности; система высокоточного наведения суборбитальных ракет на искусственные спутники – прототип системы выведения суборбитального аппарата в точку встречи с орбитальным кортежем из генераторов пушеров.

4. Разработанные технологии решают практически важную задачу создания концепции КТС, которая многократно понижает стоимость доступа к космосу за счет внеземных

- 1 – самодвижущийся комплекс с агрегатами сборки, обогащения и метания порций сырья в точку встречи с орбитальным коллектором.
- 2 – часть орбитального коллектора – межорбитальный буксир.
- 3 – часть орбитального коллектора – контейнер-ловушка с реголитом.
- 4 – порции сырья (водяной лед и/или гранулированный реголит) в точке перехвата коллектором.
- 5 – зона накопления порций сырья внутри контейнера-ловушки

Рис. 4 Технология экспорта сырья с Луны на окололунную орбиту



ПРЕДЛАГАЕМАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ЗАПУСКА
БУДЕТ ВОСТРЕБОВАНА
В ПЕРИОД РАЗРАБОТКИ
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
АСТЕРОИДОВ И ЛУНЫ,
ПОСКОЛЬКУ ПРИ
ПЛАНИРУЕМЫХ ПОТОКАХ
ВНЕЗЕМНОГО ВЕЩЕСТВА
НА ЗЕМЛЮ ПОСТАВКИ
ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ПУШЕРОВ
БУДУТ ПОПУТНЫМИ
И ПОТОМУ НЕДОРОГИМИ,
НО ПРИ ЭТОМ МНОГОКРАТНО
СОКРАТЯТ РАСХОДЫ
НА ПОСЛЕДУЮЩИЕ ЗАПУСКИ
КА С ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ
РАЗРАБОТКИ РЕСУРСОВ
АСТЕРОИДОВ И ЛУНЫ.

ресурсов. Исследование показало, что при использовании ранее разработанной и апробированной в США технологии ускорения летательного аппарата (проект Orion) ударными волнами от серии малых ядерных взрывов, возможен разгон космических аппаратов за счет ударного воздействия пушеров – порций внеземного вещества. Получение и доставка этих порций требует незначительных затрат при разработке ресурсов некоторых групп околоземных астероидов и/или Луны в случае использования транспортной технологии Sattrap.

5. КТС Satpush, в отличие от КТС Orion с импульсным ядерным двигателем, не имеет нижнего предела своей массы, что позволяет запускать летательные аппараты с минимальной массой в пределах 10-100 кг и расширяет область применения КТС.

6. КТС Satpush, имеет верхний предел массы, определяемый 35-40 % стартовой массы ракет космического назначения. Это позволяет создать КТС сверхтяжелого класса на базе ракет-носителей среднего класса с грузоподъемностью от 5 до 20 т. К примеру, суборбитальная ракета на основе РН типа «Протон» способна доставлять в зону орбитального потока пушеров аппараты с максимальной массой до 250 т в одноразовом исполнении и до 150 т в варианте многократной РН. Таким образом, дорогостоящая разработка классических ракет сверхтяжелого класса может быть исключена из планов космических агентств.

7. КТС Satpush может применяться не только для разгона КА, но и для торможения. Это актуально для мягкой посадки КА на небесные тела без атмосферы, к примеру, на Луну. Торможение за счет лунных веществных ресурсов обеспечивает увеличение массы доставляемого груза в 3-4 раза за счет сокращения посадочной характеристической скорости КА с 2600-2800 м/с до 100-200 м/с без расхода ракетного топлива. Таким способом могут доставляться микро-КА с полезной

нагрузкой от 10 до 100 кг. На стадии отработки технологии КТС Satpush может эксплуатироваться без лунных ресурсов за счет запасов рабочего тела для пушеров, доставленного с Земли, что также обеспечивает экономический эффект благодаря высокому тормозному импульсу от действия встречных пушеров (2400-4800 м/с для неупругого столкновения и 4800-9600 м/с для упругого). Таким образом, НИОКР по КТС Satpush, должны частично окупаться за счет экономии при доставке КА на Луну.

8. Предлагаемая технология запуска будет востребована в период разработки минеральных ресурсов астероидов и Луны, так как при планируемых потоках внеземного вещества на Землю, поставки вещества для пушеров будут попутными и потому недорогими, но при этом многократно сократят расходы на последующие запуски КА с оборудованием для разработки ресурсов астероидов и Луны.

9. На основании выше изложенного делается вывод, что масштабная разработка внеземных ресурсов может состояться значительно раньше сроков, намеченных без учета указанных технических новаций.

10. Для реализации этой перспективы рекомендуется включение проекта КТС Satpush в планы НИОКР по развитию космических технологий.

11. Источником финансирования предлагается сделать средства, высвобожденные в результате прекращения НИОКР по ракетам сверхтяжелого класса. Для дополнительного финансового обеспечения НИОКР предлагается создание государственно-частного партнерства с привлечением зарубежных инвесторов из стран БРИКС, как наиболее заинтересованных членов и кандидатов «космического клуба» в приобретении «прорывных технологий» для преодоления отставания от других космических держав. Прием инвестиций из США и Евросоюза также рекомендуется в связи с патентами в США и ЕС на технологию Sattrap, ключевую для построения КТС Satpush.

Литература

1. Академик Анатолий Коротеев: «Ядерная энергетика способна обеспечить качественный скачок в развитии космонавтики» (2010) // Ракетная техника. 18 июля. URL: <http://rbase.new-factoria.ru/news/akademik-a-s-koroteev-yadernaya-energetika-sposobna-obespechit-kachestvennyj-skachok-v-razvitii-kosmonavtiki-2/> (Дата обращения: 04.04.2018)

2. **Лескова Н.** (2013). Космонавт-испытатель Сергей Кричевский: Ракетный этап космической деятельности подходит к концу // Вечерняя Москва. 12 апреля. URL: <http://vm.ru/news/2013/04/12/kosmonavt-ispitatel-sergej-krichevskij-raketnij-etap-kosmicheskoy-deyatelnosti-podhodit-k-kontsu-191808.html> (Дата обращения: 12.05.2018).

3. **Everett, C.J.; Ulam S.M.** On a Method of Propulsion of Projectiles by Means of External Nuclear Explosions. Part I. University of California, Los Alamos Scientific Laboratory, August 1955. See p. 5.

4. **Nance, J.C.** (1965). Nuclear Pulse Propulsion. IEEE Transactions on Nuclear Science, 12, p. 177-182. URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TNS.1965.4323511> (Дата обращения: 12.05.2018).

5. **Dyson, F.J.** (1968) Interstellar Transport. Physics Today, 21, p. 41-45. URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.3034534> (Дата обращения: 12.05.2018).

6. **Singer, C.E.** Collisional Orbital Change of Asteroidal Materials // AIAA 79-1434, Fourth Princeton/AIAA Conference on Space Manufacturing Facilities, Princeton, NJ, May 14-17, 1979.

7. **Андреев А.В.** Некоторые вопросы транспортировки лунного вещества // Труды XIX Чтений К.Э.Циолковского. Секция «Проблемы ракетной и космической техники» – М.: ИИЕТ АН СССР, 1986. С. 87-96.

8. **Майборода А.О.** (2015). Проект «Орион II»: использование внеземных ресурсов для выхода из гравитационного колодца Земли // Московский космический клуб. 9 апреля. URL: <http://mosspaceclub.ru/1news/OrionTwo.pdf> (Дата обращения: 12.05.2018).

9. **Меркулов И.А.** Проблема космических воздушно-реактивных двигателей // Известия АН СССР. Энергетика и транспорт. 1965. № 5. С. 159-172.

10. **Конюхов Г.В., Коротеев А.А.** Капельные холодильники-излучатели космических энергетических установок нового поколения // Труды МАИ. 2006. №. 25. С. 3-272.

11. **Майборода А.О.** Как создать лунную базу и орбитальную станцию на 80% дешевле // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 1. С. 22-31.

© Майборода А. О., 2018

История статьи:

Поступила в редакцию: 03.05.2018
Принята к публикации: 17.05.2018

Модератор: Бурдакова Т. В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Майборода А. О. Система Satpush: использование внеземных запасов потенциальной и кинетической энергий для космических запусков// Воздушно-космическая сфера. 2018. №2(95). С. 30-39.

References

1. Akademik Anatoliy Koroteev: Yadernaya energetika sposobna obespechit' kachestvennyy skachok v razvitii kosmonavtiki. Raketnaya tekhnika. 18.07. 2010. Available at: <http://rbase.new-factoria.ru/news/akademik-a-s-koroteev-yadernaya-energetika-sposobna-obespechit-kachestvennyj-skachok-v-razvitii-kosmonavtiki-2/> (Retrieval date: 04.04.2018).

2. **Leskova N.** Kosmonavt-ispytatel' Sergey Krichevskiy: Raketnyy etap kosmicheskoy deyatel'nosti podkhodit k kontsu. Vechernyaya Moskva. 12.04.2013 . Available at: <http://vm.ru/news/2013/04/12/kosmonavt-ispitatel-sergej-krichevskij-raketnij-etap-kosmicheskoy-deyatelnosti-podhodit-k-kontsu-191808.html> (Retrieval date: 12.05.2018).

3. **Everett, C.J.; Ulam S.M.** On a Method of Propulsion of Projectiles by Means of External Nuclear Explosions. Part I. University of California, Los Alamos Scientific Laboratory, August 1955. See p. 5.

4. **Nance, J.C.** (1965). Nuclear Pulse Propulsion. IEEE Transactions on Nuclear Science, 12, p. 177-182. Available at: <http://dx.doi.org/10.1109/TNS.1965.4323511> (Retrieval date: 12.05.2018).

5. **Dyson, F.J.** (1968). Interstellar Transport. Physics Today, 21, p. 41-45. Available at: <http://dx.doi.org/10.1063/1.3034534> (Retrieval date: 12.05.2018).

6. **Singer, C.E.** Collisional Orbital Change of Asteroidal Materials // AIAA 79-1434, Fourth Princeton/AIAA Conference on Space Manufacturing Facilities, Princeton, NJ, May 14-17, 1979.

7. **Andreev A.V.** Nekotorye voprosy transportirovki lunnogo veshchestva // Trudy XIX Chteniy K.E.Tsiolkovskogo. Sektsiya «Problemy raketnoy i kosmicheskoy tekhniki». Moscow: IIET AN USSR, 1986. Pp. 87-96.

8. **Mayboroda A.O.** Proekt «Orion II»: ispol'zovanie vnezemnykh resursov dlya vykhoda iz gravitatsionnogo kolodtsa Zemli. Moskovskiy kosmicheskij klub. 09.04.2015. Available at: <http://mosspaceclub.ru/1news/OrionTwo.pdf> (Retrieval date: 12.05.2018).

9. **Merkulov I.A.** Problema kosmicheskikh vozduшно-reaktivnykh dvigateley. Izvestiya AN SSSR. Energetika i transport. 1965. № 5. Pp. 159-172.

10. **Konyukhov G.V., Koroteev A.A.** Kapel'nye kholodil'niki-izluchatel' kosmicheskikh energeticheskikh ustanovok novogo pokoleniya. Trudy MAI. 2006. №. 25. Pp. 3-272.

11. **Mayboroda A.O.** Kak sozdat' lunnuyu bazu i orbital'nyu stantsiyu na 80% deshevle. Vozduшно-kosmicheskaya sfera. 2018. № 1. Pp. 22-31.

