

TRANSPORT ACTIVITY OF SHUTTLES IN THE EXTRACTION OF MINERALS FROM COSMIC BODIES

Pavel Sinilkov

Bulgarian Academy of Sciences, 1113 Sofia, sinilkov@mail.com

ABSTRACT: The transport activity of the shuttles in the extraction of minerals and fuels from other planets is extremely diverse. The shuttles are the ones that carry out the transport links between the celestial bodies. Their designs are different due to the specifics of the loads and the huge distances with many obstacles. An analogy is made with the rolling stock in rail transport here on Earth. A specification of transport shuttles has been created, incorporating particular elements of the mining process. Shuttle design features depending on gravity are considered.

Key words: transport, space engine, shuttle.

ТРАНСПОРТНА ДЕЙНОСТ НА СОВАЛКИТЕ ПРИ ДОБИВ НА ПОЛЕЗНИ ИЗКОПАЕМИ ОТ КОСМИЧЕСКИ ТЕЛА

Павел Синилков

Българска академия на науките, 1113 София

РЕЗЮМЕ: Изключително разнообразна е транспортната дейност на совалките при добива на полезни изкопаеми и горива от други планети. Совалките са тези които осъществяват транспортните връзки между небесните тела. Поради спецификата на товарите и огромните разстояния с много препятствия, конструкциите са различни. Прави се аналогия с вагонния състав в жп транспорта тук на Земята. Създадена е спецификация на транспортни совалки, включващи специфични елементи от добивния процес. Разгледани са конструктивните особености на совалките в зависимост от гравитацията.

Ключови думи: транспорт, космически двигател, совалка.

Увод

Думата „совалка“ е навлязла в разговорния език като название на транспортно средство за многократно използване. В този смисъл повечето транспортни средства могат да бъдат наречени така, но в настоящата статия под думата „совалка“ ще разбираме космически кораб за многократно използване. При това, понятието ще бъде разширено с това, че совалката завършвайки цикъла от дестинации, не би следвало да се нуждае от генерален ремонт за следващо изстрелване.



Фиг. 1 Съществуваща космическа совалка. Забелязва се част от сложното съоръжение, необходимо за изстрелване на совалката.

Съществуващите към този момент совали американско и руско производство представляват летателен апарат, наподобяващ самолет, който е закачен върху огромни резервоари с гориво и допълнителни ракетни двигатели за извеждане на совалката в орбита. В процеса на полета на совалката към космоса тези резервоари се отделят последователно и падат на земята полуобгорели от триенето с атмосферата. Накрая завръщането на совалката става почти като падащ метеорит и благодарение на специалната обшивка не изгаря в атмосферата.

Съществува и друга разработка, която още не е реализирана докрай, за изстрелване на совалка от летящ самолет на голяма височина.



Фиг. 2. Самолетът и совалката, предназначени за изстрелване в около земна орбита. Тук огромното и скъпо съоръжение за изстрелване е заменено от обикновен хангар и самолетна писта.

При добива на полезни изкопаеми от други планети совалките са транспортните средства, които осъществяват транспорта между Земята, космически обекти в орбита, други космически тела и между космически тела извън Земята, като при това пренасят хора, съоръжения и товари между различните дестинации.

Изложение

Характерни дестинации в космическото пространство

Транспортната дейност на совалките е характерна с това, че те осъществяват транспорта в космическото пространство между отделните космически тела и обекти. С помощта на совалките ще се пренасят машини, съоръжения, материали и хора. Това е огромно разнообразие от стоки и товари предназначени за транспортиране на огромни разстояния в екстремни условия.

Като примери могат да бъдат посочени следните разстояния от Земята до известни небесни тела от Слънчевата система;

- От Земята до Луната – 484 400 км;
- От Земята до Венера – 41 000 000 км;
- От Земята до Марс – 78 000 000 км;
- От Земята до Европа – 628 300 000 км;
- От Земята до Йо – 628 300 000 км;
- От земята до Нептун – 4 503 000 000 км.

Отбелязвайки, че това са разстояния по права линия, практически пътят до тези небесни тела преминава по триизмерна крива, наподобяваща на винтова спирала с променлива честота. Бегла сметка показва колко ще е времето за преодоляване на така посочените разстояния, при условия, че двигателите работят непрекъснато до средата на пътя, ускорявайки совалката с $a = g = 10 \text{ m/s}^2$, а след средата на пътя двигателите забавят със същото ускорение. Разстоянието от Земята до Луната може да се премине за около 2,43 часа, до Марс за около едно денонощие, до Европа за 6 денонощия, а до Плутон за около 16 денонощия.

Въпреки, че това са много обнадеждаващи резултати, невъзможно е това да се осъществи с един огромен космически кораб с огромна маса. По сегашната технология на транспортиране, масата на горивото в ракетата-носител ще представлява 99% от общата и маса на совалката. Това е абсолютно погрешен подход в технологично отношение за транспорт. Като пример може да се даде движението на един скутер по море и един огромен контейнеровоз, пренасящ няколко хиляди контейнери. Високите ускорения на такива големи маси изискват огромни двигателни усилия, които в повечето случаи са икономически неоправдани. Двигателното усилие може да се изведе от втория закон на Нютон $F = m \cdot a$ ($1\text{N}=1\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$). За да задвижваме с ускорение $a = 10 \text{ m/s}^2$ совалка с маса 1 000 000 тона е необходима двигателна сила $F=10\,000\,000\,000 \text{ N}$. Това са абсурдни стойности, които водят след себе си абсурдни конструкции, но за съжаление това са реални пресмятания, които показват, че тази транспортна технология не е подходяща за совалки, предназначени за добив на полезни изкопаеми от космически тела.

Въпреки впечатляващите цифри по-горе, съществува много интригуваща идея за транспортна технология, при която подобни и значително по-големи двигателни

усилия могат да бъдат осъществени с лекота и икономически оправдано за реализиране на подобни полети в рамките на слънчевата система. Това са огромни разстояния, които ще трябва да се преодоляват многократно в двете посоки. Тези разстояния не са свързани с лек път. Препятствия по пътя до тези далечни дестинации има в изобилие. Още с изстрелването на совалката от Земята или от орбита, възниква необходимостта от следене за препятствия по пътя, за възможни аварийни състояния и др. Всичко това налага високи изисквания към совалките. Пример за това, по аналогия със земните плавателни кораби е, че всички северни народи, като индианци, викинги или ескимоси, в миналото са могли да строят плавателни съдове за крайбрежна употреба, с които са могли спокойно да отидат до някой айсберг, да се качат на него и да ловят дивеч, но в последствие при построяването на големите презокеански кораби с огромни маси и високи скорости, срещата им с айсберг е вече фатална (случката с Титаник и др.).

Някои изисквания към двигателите на совалките

При совалките, които се ползват при добив на полезни изкопаеми от космически тела, е от особено значение те да могат да излитат и да кацат на космическите тела и Земята със своите двигатели. Самото разглеждане на двигателната силова уредба на совалките не може да става изолирано, а в съответствие със самата технология на движение. Следователно, когато се говори за двигателите на совалките трябва да се разбира цялата технология на транспортиране.

Силовата уредба на совалката е една от най-важните системи, тъй като на нея се разчита да създаде нужната двигателна сила за преодоляване на огромните разстояния в космическото пространство.

- Надеждността и лекота и бърза ремонтно-пригодност са от изключително значение за двигателната уредба на совалката;

- Вида гориво и КПД са други важни показатели за двигателите;

- От изключително значение е двигателната уредба да може да създава двигателна сила в различни направления, за да може совалката да завива и маневрира.

Разстоянията в космическото пространство са огромни. Както вече беше показано, до най-близките планети и луни, разстоянията са милиони километри, при това тези разстояния са измерени по права линия. Реалният път до определена дестинация не е по права линия, което означава, че совалката ще измине много повече километри. Имайки предвид и екстремните показатели и състояния на пътя, то двигателите на совалките, трябва да са изключително надеждни и много ремонтнопригодни.

Предвид пътуването в открития космос, совалките е необходимо да бъдат снабдени с двигатели, които да създават двигателна сила по шестте степени на свобода в пространството. Това е от изключително значение за пътуването в открития космос, особено когато се излита и каца на космическо тяло или се преминава през астероидни пояси.

Едно от много важните изисквания е совалките да бъдат снабдени с устройства за презареждане с гориво в открития космос. При системна работа и постоянен трафик между две дестинации е нормално да бъдат създадени междинни

зарядни станции с гориво. Това би дало възможност совалките да имат повече място за полезен товар.

От досегашната практика на извеждане на изкуствени спътници в близкия космос на околоземна орбита е видно, че за преодоляване на Земята притегляне се използва изключително много гориво. Подобен проблем съществува и при преодоляване на гравитацията на други планети. Преодоляването на този конструкторски проблем е истинско предизвикателство особено на друга планета, където не съществува целият производствено-технически потенциал, работещ за създаването на условия за изстрелването на товар в космоса. Този проблем е насочен основно към двигателите на совалката, начина им на работа и използваното гориво. Към настоящия момент съществува идеен проект на нов вид силова уредба и технология за транспортиране, даваща възможност за преодоляване на този проблем.

Тези дребни, на пръв поглед, изисквания към двигателите на совалките дават един нов поглед към конструкциите на совалките за добив на полезни изкопаеми от космически тела. Един от многобройните в тази посока е фактът, че в следствие на пълния контрол на полета, от двигателя отпада нуждата от безконтролно навлизане на кораба в атмосферата с високи космически скорости спрямо Земята. Това води до отпадане на необходимостта от специална термоизолационна обшивка на приземяващия се апарат, което много олекотява и поевтинява совалката като конструкция.

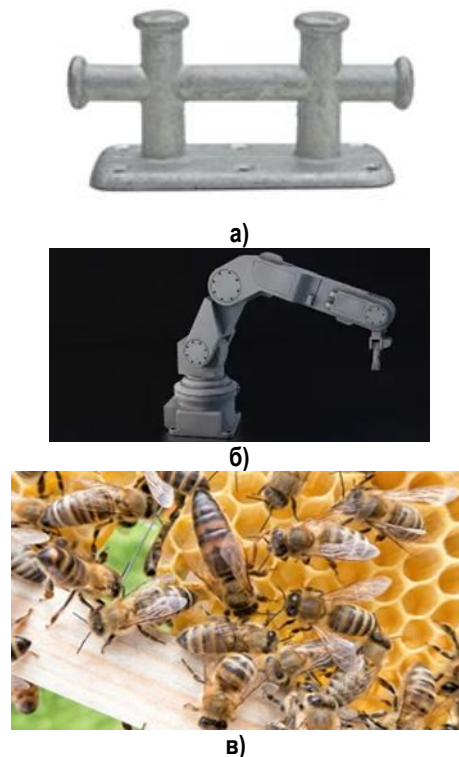
Изисквания към корпуса и формата на конструкцията на совалката.

Няма как да има универсална совалка. Ако се направи аналогия с ЖП транспорта или водния транспорт тук на Земята, ще се забележи, че в жп транспорта съществуват различни видове вагони или различни видове кораби в зависимост от товара, за който са предназначени. Съществуват вагони-цистерни (танкери и бункеровици), вагони за насипни товари, пътнически вагони, специализирани вагони за зърнени храни, химични вещества и т. н. Съществуват също така и вагони-машини – кранове, багери, тягови трансформатори, генератори, работилници, миксери и т. н. С една дума, цялото разнообразие от видове вагони и плавателни съдове тук на Земята е в сила и при транспорта в космическото пространство при реализиране на добив на полезни изкопаеми от космически тела.

Корпусите на совалките е необходимо да са изработват от здрави материали с високи стойности на ударна жилавост, тъй като из космоса се движат метеорити и космически боклук с високи скорости и сблъсък с пясъчинки, чакъл или малки отломки от разбити изкуствени спътници е много вероятно. Повишението на сигурността от случайни непредвидени явления е изграждането на модулен корпус с многократно еластично привързване на отделните модули и т.н.

Нещо повече, при совалките съществуват някои допълнителни устройства, които са многократно повече развити от подобни такива във водния транспорт. Примерно кнехтът е устройство по палубите на плавателните съдове, който служи за закрепването (привързването) им към кея. При совалките устройствата за закрепване към метеорити и други космически тела са много добре развити (Артоболевский, 1970, Вукобратович, 1976; Саркисян, 1982,

Sinilkov, 2004, Sinilkov, 2009, Sinilkov, 2011, McGee and Frank, 1968), наподобяващи антропоморфни роботи с устройства за прикрепяне към грунда.



Фиг. 3 а) Кнехт; б) Антропоморфен робот; в) Пчели върху вертикална пита. Забелязва се тяхното непретенциозно положение спрямо положението на Земята тоест гравитацията.

За щастие, тук на Земята съществуват същества, които могат да ни послужат за пример при конструирането на прикрепящите елементи на совалките. Едни от тях са пчелите. От фигурата е видно, че те нямат никакво притеснение, дали се движат по питата нагоре, или надолу, или под някакъв ъгъл настрани или пък пълзят по таван. Все едно гравитацията не им действа.

Специализирани совалки

При добива на полезни изкопаеми от различни космически тела е много разумно преработката на суровината да се извършва в условията на безтегловност, в орбита близка до Слънцето. По този начин ще се използва безплатната енергия, идваща от Слънцето и предимствата на безтегловността. Транспортът до такива космически фабрики се възлага на специализирани совалки, които ще могат да достигат до такива горещи точки от космическото пространство.

По аналогия на вагонния състав на жп-transporta на Земята или на видовете плавателни съдове на водния транспорт, така и при совалките съществуват специализирани совалки с машини за определени дейности. Ето някои от тях;

- Совалка – сонда;
- Совалка – общжитие;
- Совалка – лаборатория;
- Совалка – преработващо предприятие;
- Совалка – спасителна служба в помощ на други бедстващи совалки в открития космос и т.н.

По същество това са космически кораби, които са строго специализирани за транспорт и извършване на определен вид периодически повтаряща се дейност. Това са обикновено големи и скъпи съоръжения, съизмерими с големите нефтени платформи в сегашно време. По всяка вероятност те ще бъдат базирани в около земна орбита, за да се избегне постоянното им извеждане от атмосферата на Земята.

Заклучение

Транспортната дейност е една от приоритетните дейности на целия технологичен цикъл при добива на полезни изкопаеми от космически тела. Поради огромните разстояния и изключително екстремните условия на транспортната дейност, стойността за транспортиране е висока, но това се оправдава от несметните богатства, съществуващи по космическите тела. Нещо повече, на много космически тела съществуват елементи и съединения, които не съществуват на Земята, но пък са с уникални физически и химически свойства. За сега те чакат там, от много време, да отидем и да ги вземем. Ние вече разполагаме с техническото решение за това.

Литература

- Артоболовский, И. И. 1970. *Механизмы в современной технике*. Наука, Москва.
- Вукобратович, М. 1976. *Шагающие роботы и антропоморфные механизмы*. Мир, Москва.

- Саркисян, Ю. Л. 1982. *Аппроксимационный синтез механизмов*. Наука, Москва.
- Henry, M. F. 2008. State Detection Paraplegic Gait as Part of a Finite State Based Controller. *IEEE, Biomedical Technological Institute, University of Twente, The Netherlands*.
- McGee, R. B., A. A. Frank. 1968. On the Stability Properties of Quadroped Creeping Gaits. *Matem. Biosei.*, 3, № 3.
- Sinilkov, P. 2004. Skeletal structure of a mobile self-programmable robotic complex (MSRK/COBOT): – *Mechanics of Machines 51, volume 2*.
- Sinilkov, P. 2009. Dependent and independent movements of walking mobile units. *Scientific notices of the scientific and technical unions in mechanical engineering - year XVII, no. 4114, Nineteenth International Conference Robotics and Mechatronics*, ISSN1310-3946, page 18-22.
- Sinilkov, P. 2011. Analytical synthesis of mechanisms for limbs of walking mobile robots. *Scientific notices of the Scientific and Technical Council on Mechanical Engineering XXI International Conference Robotics and Mechatronics*, ISSN 1310-3946, 2.
- Tomovic, R., R. B. McGhee. 1966. A Finite State Approach to the Synthesis of Bioengineering Control Systems, *IEEE Trans. on Human Factors in Electronics*, 7 № 2.
- Steven, M. S., R. D. Charles. 1997. View-Invariant Analysis of Cyclic Motion. *Intl Journal of Comp. Vis.* 25 Pages: 1-23.
- <https://bg.puntomarinerо.com/what-are-nuclear-engines/>
- <https://megavselena.bg/idvat-li-kosmicheski-korabi-s-yadreni-dvigateli/>
- https://bg.wikipedia.org/wiki/Пакетен_двигател
- <https://bg.wikipedia.org/wiki/Роботика>