

Космическо соларна електроцентрала

Георги Георгиев

Abstract: Space-Based Solar Power: *The paper is devoted to a new opportunity for strategic security. Space-based solar power is a method of using solar power satellites to collect solar energy so that it can be distributed for use all over the earth. The world needs to find new sources of clean energy. Space Solar Power gathers energy from sunlight in space and transmits it wirelessly to the Earth. This kind of energy can solve our energy and greenhouse gas emission problems. What is so great about this new technology? It is clean, it is safe, and it is green. Collecting solar power in space is also much more efficient than collecting solar power on the surface of the Earth for many reasons.*

Key words: *Space-Based Solar Power, energy, new technology, security, power satellites, sunlight.*

ВЪВЕДЕНИЕ

От решаваща роля за света е идентифицирането, научните изследвания, развитието, осигуряването и комерсиализацията на достъпни и устойчиви в дългосрочен план нови енергийни източници. Тази нужда е ръководена от множество фактори. Три от най-важните са [1 - 10]:

- нуждата от енергия за осигуряване на икономически растеж за продължаващо нарастващата популация в световен мащаб;
- постоянното замърсяване на атмосферата с парникови емисии;
- вижданията на някои учени, че през следващите няколко десетилетия годишното производство на петрола и другите природни горива ще достигне своя пик, а след това сериозно ще започне да намалява.

Изчислено е [9], че продължаващият икономически прогрес ще доведе до четирикратно увеличение в годишното потребление на електроенергия до края на века. Ако емисиите на въглероден диоксид (CO₂) в атмосферата трябва да бъдат изчислени спрямо същия период от време – около 2100 година, то около 90% от консумацията на енергия трябва да бъде получена от възобновяеми енергийни източници или от използването на ядрено гориво. На този етап не изглежда да има достатъчно ясно решение на проблема. Съществена част от възобновяемата енергия се получава от хидроенергийни източници и много по-малко количество от геотермална енергия. Но все пак това остава все още малка част от произведената електроенергия. Също така широкото разнообразие от аерокосмически технологии – включително фотоелектрически панели, вятърни турбини и други, бяха приложени в създаването на нови възобновяеми енергийни системи. Разбира се, от тези вече съществуващи „зелени“ технологии може да се очаква да допринесат съществено за посрещането на бъдещите енергийни предизвикателства, пред които е изправена глобалната икономика, но със сигурност те няма да могат да осигурят огромните количества от нова и устойчива енергия, която ще бъде нужна през предстоящите десетилетия.

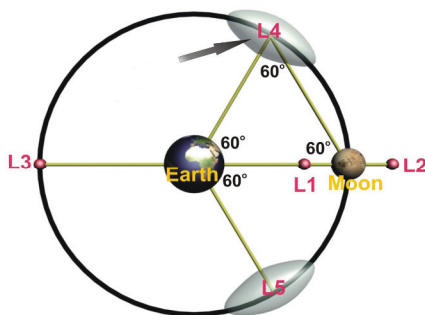
Правилно решение, според мен, може да бъде взето чрез изграждане на космическо-соларна електроцентрала, която ще разреши проблемите свързани както с нарастващата нужда от електроенергия, така и тези свързани със замърсяването на природата. Тази централа няма само да помогне, няма да бъде само стъпка в правилната посока, а категорично ще разреши проблемите на съвременната енергетика. Разбира се ще е нужно изграждането на други подобни съоръжения, които ще спомогнат развитието на този нов и иновативен метод за производство на електроенергия.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Едно от първите и най-важни неща, които трябва да знаем, за да започне изграждането на космическо-соларната електроцентрала, е къде ще бъде изградена.

Има различни възможни места, където централата може да бъде построена. Но за да се реши правилно кое ще бъде най-подходящото място, ние трябва да вземем под внимание различни фактори и внимателно да се анализират възможностите. Някои от най-важните критерии са отдалечеността от Земята, съществуването на междувъзведен прах и стабилността на избраното място. Един от възможните избори може да бъде Ниска Земна орбита. Тя има предимството, че се намира близо до Земята повърхност на височина от 2000 км. и освен това е постоянно осветена от Слънцето. Но основен недостатък е, че трябва да се избягва гравитационното предърпване от Земята на дадения обект локализиран на тази орбита. За да се избегне този неприятен ефект, космическо-соларната електроцентрала трябва да се движи с много висока скорост. Освен това поставена на такава орбита, централата трябва непрекъснато да се връща на първоначалната си позиция, което означава перманентен разход на гориво, а и една от основните цели на проекта е изграждането да бъде на цена, която е колкото възможно по-ниска. Наистина Международната Космическа Станция (МКС) се намира тук, но за по-голям обект нестабилността на орбитата би била фатална. Дори по-стабилната Средна орбита не представлява подходящ избор, отново поради същите причини както и при Ниската Земна орбита. Неправилен подход също би било поставянето на космическата-електроцентрала на Геостационарната орбита, чийто основен недостатък е, че се намира в средата на радиационния пояс на Ван Алън, който се характеризира с високо съдържание на високоенергетични заредени частици – основно протони и електрони, а това би довело до сериозни смущения и повреди в автоматизираните системи на централата. Друга опция за разполагане е Гесинхронната орбита или още наричана високо елиптична орбита. Но тя също не е добър избор, защото вероятността от инциденти е много висока.

За да бъдат сведени до минимум рисковете, предлагам да разгледаме точките на Лагранж, фиг. 1. Те представляват места в космическото пространство, където орбиталното движение на тяло и гравитационните сили се уравновесяват. Общият им брой е пет в системата между Слънцето и Земята. Това означава, че в система от три тела, едно от които е с пренебрежимо малка маса спрямо останалите две тела, то за това тяло ще има пет точки, в които може да бъде устойчиво. След извършването на множество изчисления точките L_1 , L_2 и L_3 се оказват неподходящи



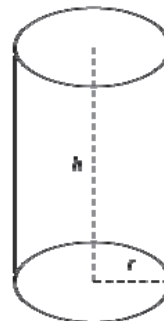
Фигура 1. Разположение на електроцентралата спрямо Земята и други обекти в Космоса

за локализация на обекта. Остават L_4 и L_5 . Независимо, че L_5 се оказва стабилна точка, тя има някои недостатъци като това, че съдържа междупланетен прах, който може да застраши изграждането на конструкцията. Поради тези факти най-подходящо място за изграждане се оказва точка L_4 . Друго предимство е възможността за директна комуникационна връзка между Земята и обекта, намиращ се в позиция L_4 , по която да се предават евентуални команди към автоматизираните системи на централата. Намираща се в L_5 централата ще има перигей 363104 км. и апогей 406696 км. В това положение централата няма да се нуждае от постоянно

коригиране в орбитата, извършвано посредством космически кораби, което изключва разходите за гориво след построяването ѝ.

От съществено значение е и разглеждането на дизайна и конструкцията на обекта. За истраждането на космическо-соларната електроцентрала могат да бъдат избрани най-различни геометрични фигури като цилиндър, тор, кълбо, куб и много други. Според мен най-удачен е изборът на геометричната фигура цилиндър, защото лицето на пълната му повърхнина е сравнително голямо, а това е от съществено значение. От друга страна фигурата е сравнително лесна за конструкция в открития Космос, където условията за строеж са по-трудни и рискът от инциденти е по-голям. Материалите за строежа ще бъдат пренасяни от Земята до точка L_5 чрез космически кораби. Има множество решения как да стигнат космическите кораби до L_5 . Едно от тях е посредством елипсата на Хохман, която тангира до ниска околоземна стартова орбита и до такава около Луната и от там да достигнат точката. Този избор не е напълно удачен, защото ще се измине по-голямо разстояние. Може да се избере едиснтвено, ако при строежа са необходими материали от Луната, но според мен няма да е нужно. Друг вариант е директно от Земята космическите кораби да се насочват към L_5 . За по-лесно строителство предлагам и употребата на роботизирана ръка като „Канадарм“, която работи на борда на Международната Космическа Станция. Като основа на строежа могат да бъдат използвани различни материали. Например въглеродни нанотръбички, сплав от алуминий и титан или сайлон. Според мен най-правилният избор е да се избере сайлон, тъй като той притежава много предимства – има голяма здравина, издържлив на удари и идеална устойчивост на големи температурни амплитуди. Но който и от посочените материали да бъде избран със сигурност няма да има проблеми при изграждането на обекта.

Както вече споменах, фигурата, избрана за централата е цилиндър. След като се изгради този цилиндър, върху цялата му повърхност ще бъдат поставени специални фотонно-катодни соларни панели, които за първи път са разработени от университета в Станфорд. Те са двойно по-ефективни от традиционните соларни панели и произвеждат електроенергия от 2 kW/m^2 дневно. Освен това друго тяхно предимство е, че генерират енергия както от слънчевата светлина, така и от топлината на Слънцето. Обикновените панели спират работа при 100°C , а този вид могат да работят и при температура по-висока от 250°C . Традиционните соларни панели приемат само светлина с определена дължина на вълната и по-този начин от останалото количество светлина генерират топлина, която им пречи да работят, докато фотонните соларни панели превръщат ненужната топлина в електроенергия. Размерите на соларно-космическата електроцентрала предлагам да са посочени на фиг. 2.



Фигура 2. Размери на соларно-космическата електроцентрала: $r = 932\text{m}$ $h = 1300\text{m}$.

Сега можем да изчислим и пълната повърхнина на цилиндъра:

$S_1 = 2\pi r * (r + h) = 2 * 3,14 * 932 * (932 + 1300) = 5\,852,96 * 2\,232 = 13\,063\,806,72\text{m}^2$.
Тъй като предвиденият вид соларни панели ще произвеждат по 2 kW/m^2 дневно, то общо произведената енергия от соларните панели ще бъде равна на $26\,127\,613,44\text{ kW/дневно}$.

За пълноценната работа на централата ще трябва да подсигурим и огледала, които да пречупват слънчевите лъчи и така да се осигури непрекъснато осветяване на централата. Те могат да бъдат закрепени към нея посредством специални сплици. Необходимият брой огледала е две. Те ще се намират над двете основи на цилиндъра. Вътре в цилиндъра ще се помещават автоматизираните системи на

централата, които ще са с основна цел приемане на зададени команди от Земята при евентуално нарушение в траекторията на централата, което е почти невъзможно при избраното ѝ местоположение. До промяна в орбитата може да доведе и сблъсък с астероид или някакво чуждо тяло, но и тази възможност е сведена до минимум. Другата основна част от автоматизираните системи ще се грижи за събирането на слънчевата енергия и нейното пренасочване към система от сателити-приемници и после към Земята.

Централата ще разполага основно с два типа автоматизирани системи. Първият ще отговаря за приемането на команди от Земята и той ще почива на базата на космическата комуникация. Най-правилно за извършване на този тип дейност е да се използва системата (DSN) Deep Space Network. Системата ще осигури канал за изпращане на информация (включващ и команди) и канал за прием на информация за това какво е състоянието на бордовата система. DSN включва намираща се на Земята антена, която може да се насочва към определени координати в Космоса. От наземния център антената се насочва към централата като трябва да бъде избран времеви интервал за връзка с нея. Изборът може да бъде извършен ръчно или автоматично. След нагласяне на времето се изпращат команди към космическо-соларната електроцентрала.

Другата автоматизирана система е свързана с преноса на електроенергия от обекта до Земята. Това ще е възможно чрез превръщането на събраната слънчева енергия в микровълни, които ще бъдат изпратени до Земята посредством няколко сателита. Първият сателит трябва да се намира на разстояние 192 201km. от Земята. Той отново ще пренасочи микровълните към енергиен сателит, позициониран на геостационарна орбита. На Земята трябва да бъде построена станция, за да приеме микровълните и да ги преобразува в електроенергия, която може да се използва. Има възможност и за построяване на две наземни станции, които да бъдат разположени една срещу друга в двата края на Земята. Преносът на електроенергия от Космоса до Земята ще става по описания по-горе начин. В първият случай, кйто е икономически по-изгоден, ще е нужно използването на модерна GPS система, която да насочва потока от микровълни към наземната станция.

Срокът за изграждането на подобно съоръжение е вариабилен – при оптимални условия би трябвало да е около 6 години. И накрая нека да споменем някои от основните предимства на соларно-космическата централа. На Земната повърхност разположените соларни панели могат да събират слънчева енергия не повече от 9 часа в денонощие, а при облачно време – значително по-малко. Базираната в Космоса система за събиране на соларна енергия работи 24 часа в денонощието. Този метод не се влияе от синоптичните условия на Земята, от различните сезони или от условията в Земната атмосфера, която може да играе роля на филтър и да възпрепятства прекия достъп на слънчеви лъчи до Земята и от там да затрудни работата на слънчевите панели, разположени на Земната повърхност. Освен това енергията от Слънцето е буквално милиарди пъти повече от колкото ние използваме днес. Също важен факт е, че оставащият живот на Слънцето се изчислява на около 4 – 5 милиарда години, това прави изграждането на подобна система наистина дългосрочна инвестиция в енергийните нужди на нашата планета.

Други предимства са:

- Космическата електроенергия е екологично чиста и не отделя парникови емисии.
- Космическо-соларната електроцентрала не се нуждае от непрекъснат достъп до запаси от прясна вода, които в световен мащаб също намаляват.
- Енергията, добита в Космоса, няма да пречи на пълното производство на растителни масла и съответно тяхната употреба изцяло в хранително-вкусовата промишленост.

- Соларната космическа енергия няма да произвежда ядрени отпадъци, които трябва да се съхраняват стотици години, а и освен това трябва да бъдат охранявани поради опасността от евентуална терористична атака.

- За разлика от наземните слънчеви панели и вятърни турбини, космическата слънчева енергия е достъпна 24 часа в денонощието, 7 дни в седмицата в големи количества, работи на пълни мощности, без да се влияе от облачността на Земята, дневната светлина или от скоростта на вятъра, представлява изключително трудна мишена за терористична атака.

- За разлика от въглищата и урана, този вид електроцентрали не изисква опасни за природата операции, свързани с развитието на минното дело.

- Космическата соларна електроенергия ще предостави енергийна независимост на развиващите я нации. Ще се прекрати енергийната зависимост при евентуални енергийни кризи от нестабилни петролни доставчици.

- Този вид енергия може да бъде изнасяна за всяка една точка от света.

- Космическата слънчева електроенергия може да се ползва за обезсоляване на морската вода, като по този начин се увеличи обема на водата, необходима за питейни нужди в места, където тя е оскъдна.

Благодарение на тази уникална технология, която може да се приложи в изграждането на космическо-соларна електроцентрала, аз съм сигурен, че именно слънчевата енергия и то събирана в космическото пространство е енергията на бъдещите поколения. Това е чиста и „зелена“ енергия, енергия, която ще обезпечи енергийната сигурност за стотици години напред.

Освен основната цел – разрешаване на екологични проблеми посредством използването на иновативни технологии от физиката и аеронавтиката, проектът цели и да донесе максимални приходи на евентуално развиващата го държава или корпорация. По направени изчисления от мен – приходите на по-късен етап варират между 873 741 359 и около 1 219 728 442 лв., но трябва да се отбележе, че това няма да е приходът, който ще остава за компанията, защото ще има различни одръжки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на цялостната разработка, представям един проект, който се отличава с иновативност, защото предполага решаването на енергийни проблеми, касаещи цялото човечество, посредством високо технологични средства. Освен това проектът е и пряко свързан с опазването на околната среда. Както вече споменах, този проект е и максимално комерсиализиран – факт, който би допренесъл за неговото бъдещо реализиране.

ЛИТЕРАТУРА

[1] www.nasa.gov

[2] www.arc.nasa.gov

[3] www.nasa.gov/centers/glenn

[4] www.azom.com

[5] www.nss.org

[6] www.esa.int

[7] www.jpl.nasa.gov

[8] Белецки – Очерци върху движенията на космическите тела – стр. 10 – 15.

[9] Sailor – Space System Engineering – pg. 60 – 90.

[10] M. Sharpe – Satellites and Probes – pp. 65 – 76.

За контакти:

Георги Георгиев – студент – факултет „Бизнес и мениджмънт“, Русенски Университет „Ангел Кънчев“, e-mail: georgeweb93@gmail.com

Докладът е рецензиран.