

ПОВИШАВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА СИЛИЦИЕВИ ФОТОЕЛЕМЕНТИ ЧРЕЗ ОБЛЪЧВАНЕ С ЛАЗЕРНО ЛЪЧЕНИЕ КАТО ВЪЗМОЖНОСТ ЗА ЕНЕРГИЙНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ИЗКУСТВЕНИ СПЪТНИЦИ НА ЗЕМЯТА

Милен Замфиров

Софийски университет «Св. Климент Охридски»
e-mail: m.zamfirov@fppse.uni-sofia.bg

Ключови думи: Лазерни системи, силициеви фотоелементи, спътници

Резюме: Лазерните системи могат да се разглеждат като най-добрата перспектива за предаване на енергия между космическите апарати. Така сателитите могат да бъдат спасени с лазерна енергия само за няколко седмици работа. По този начин могат да бъдат реализирани допълнителни печалби от инжектираните сателити с лазерна енергия от порядъка на милиони долари. В настоящия доклад се представят експериментални данни, свързани с преобразуването на енергия от слънчево-енергийна система - /лазер на метални пари и CO₂-лазер – фотоволтаичен панел/.

INCREASING EFFECTIVENESS OF SILICON PHOTO ELEMENTS BY IRRADIATION WITH LASER AS AN OPTION FOR ENERGETIC RECOVERY OF THE EARTH'S ARTIFICIAL SATELITES

Milen Zamfirov

Sofia University St. Kliment Ohridski
e-mail: m.zamfirov@fppse.uni-sofia.bg

Keywords: Laser systems, silicon photo elements, artificial satellites

Abstract: Laser systems may be viewed as the best perspective for energy transimision between cosmic apparatus. This way, they can be saved with laser energy only for several weeks work. This is how some additional benefits can be realized by the injected with laser energy satelites in the range of millions of dollars. In this report some experimental data is presented related to the transformation of energy from the solar-energy system - /laser of metal steam and CO₂-laser – photo voltaic panel/.

Въведение

Излъчването на енергия от лазер към фотоволтаичната система (ФВС) на ИСЗ е технология от съществен интерес за много приложения.

Излъчването на лазерна енергия може да достави енергия на съществуващи сателити в края или близо до края на живота си, дължащо се на деградацията на енергийната система. Така излъчената лазерна енергия може да има голяма комерсиална стойност. С всички проектирани системи геосателитите имат живот по – дълъг от консумацията на гориво, което е около 10–15 години. Като резултат този период определя края на живота за повечето комерсиални комуникационни спътници (Замфиров и Гецов, 2004).

Примерен случай е този на геокомуникационен спътник близо до края на живота си, поради радиационна повреда на Слънчевата Многоелементна Система (СМЕС) или изчерпване на батериите. От друга страна геосинхронните орбитални сателити са главно комерсиални, като всички сателити понастоящем в геостационарен режим са захранвани от СМЕС.

Система Лазер на пари на меден бромид – Фотоволтаичен генератор (15 V)

Лазер с пари на меден бромид

При използване на буферен газ неон лазера генерира на две атомни линии на медта – 510.6 nm и 578.2 nm при продължителност на лазерния импулс (при основата) – 50 ns.

При използване на буферен газ хелий лазера освен на двете атомни медни линии лазера генерира и на инфрачервена медна йонна линия с дължина на вълната 780.8 nm при продължителност на лазерния импулс (при основата) – около 15 μ s.

На отделните линии на генерация са измерени следните мощности на лазера:

На линията 510.6 nm $P_z = 0.500$ W

На линията 578.2 nm $P_j = 0.280$ W

На линията 780.8 nm $P_{ич} = 0.125$ W

Слънчев панел

Модел 685-SP-120-12 V; Voltage – 12 V; Current Voc – 120 μ A; Voltage (MAX) Voc – 16 V; Current (MAX) Isc; Size 15.9 x 27.8 x 1.7 cm

Слънчевият панел се състои от 36 фотоелемента, свързани последователно с цел повишаване на изходното напрежение.

Използвани съпротивления: R1 = 33 k Ω ; R2 = 77 k Ω ; R3 = 143 k Ω ; R4 = 308 k Ω ; R5 = 406 Ω ; R6 = 503 k Ω ; R0 = 0; R = ∞

Метод

Слънчевият панел се облъчва със смесени линии на лазер на пари на меден бромид, като разходимостта на лъча се променя с леща, поставена между лазера и панела. Към веригата е включено съпротивление, както и амперметър и волтметър.

Измерване на характеристики на Фотоволтаичен генератор (15 V), преработващ лазерна енергия от CO2 лазер

Слънчевият панел се облъчва от CO2 – лазера, като мощността му се променя чрез компютър, а разходимостта на лъча е увеличена чрез леща. Към веригата са включени амперметър, волтметър и съпротивления.

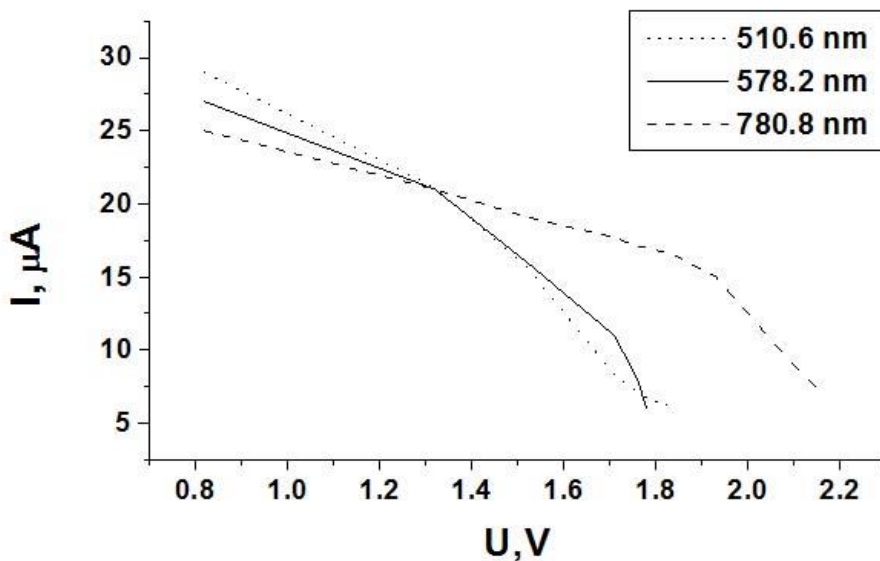
Използваният лазер е бързопроточен CO2 - лазер с $\lambda = 1060$ nm.

Model L 1000; изходна мощност /по паспорт/ - 1000 watts; типични граници на мощността 0–1150 watts; време за загряване – 10 минути; лазерна среда – въглероден двуокис; мод – TEM01; диаметър на изходящия лъч – 15 mm; разходимост – 2 mRad; честота - 10 kHz; поляризация на лъча – кръгова.

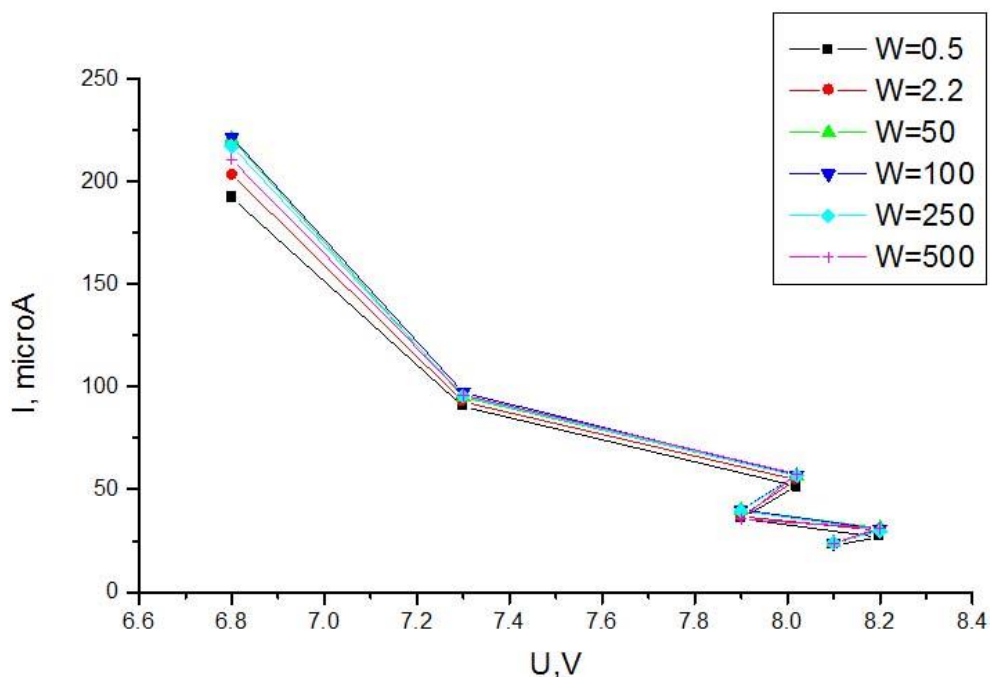
Слънчевият панел и съпротивлениета са същите като при облъчването на фотоелемента с лазера с пари на меден бромид.

Резултати

Могат да се въведат следните величини, характеризиращи свойството на панела да преобразува лазерната светлина в електрическа в зависимост от диаметъра на лазерното петно и мощността на облъчващото лазерно лъчение. Това е отношението на напрежението “на празен ход” към мощността на лазера U0/Pл и получавания ток при късо съединение I0/Pл. При лазерно облъчване с мощност 0,5 W напрежението на празен ход за 25 cm петно е 3,6 пъти по-голямо, отколкото за петно с диаметър 5 cm. Стойностите за тока на късо при петно от 25 cm са малко над 7 пъти по-големи. При увеличаване мощността на лазера напрежението на празен ход и токът на късо не се увеличават чувствително – 36 V и 7 mA за 25 cm и 12 V и 1 mA за 5 cm при мощности от 0,5 до 500 W.

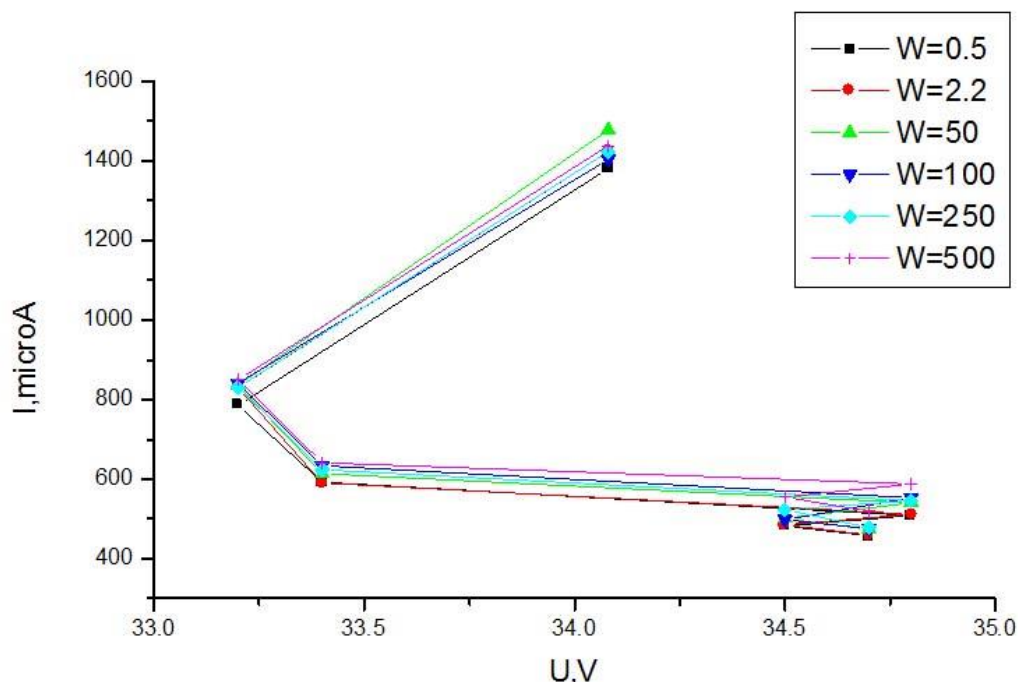


Фиг. 1. Волт-амперни характеристики (при използване на различните съпротивления) за трите дължини на облъчващото лазерно лъчение при лазер с пари на меден бромид



Фиг. 2. Волт-амперни характеристики при диаметър 5 cm и различна мощност на CO₂ -лазера

Стойностите на електрическата мощност на слънчевия панел при облъчване с 0,5 W са повече от 38 пъти по-големи при диаметър 25 cm на лазерното петно, отколкото при 5 cm, за съпротивление $R = 33 \text{ k}\Omega$. Разликата между електрическата мощност, давана при 5 и 25 cm се увеличава с увеличаването на съпротивленията, за да стигне 85 пъти по-голяма електрическа мощност при $R = 503 \text{ k}\Omega$. Това съотношение (Pел5cm/Pел25cm), с малки отклонения, се запазва при всяка мощност на лазера.



Фиг. 3. Волт-амперни характеристики при диаметър 25 cm и различна мощност на CO₂ -лазера

Получените резултати показват, че възможността за инжектиране на заглъхнали сателити с помощта на лазерна енергия е подходяща при правилно преценена разходимост на лазерния лъч, понеже при фокусировка на лъча 2 cm, осветяването е върху една батерия от фотоелемента и получените ток и напрежение са изключително ниски. Това се дължи на факта, че елементите на панела са свързани последователно заради увеличаване на изходното напрежение. Този начин на свързване е и единственият, който се използва в космическите апарати. С увеличаване на лазерното петно се увеличават и стойностите на тока и напрежение. Резултатите показват, че повишени стойности на ток и напрежение могат да се отбележат при по-голямо покритие на панела от лазерния лъч, независимо от това, че специфичната мощност на лазера при облъчването намалява (Zamfirov, 2006).

Резултатите показват, че значение за по-високото изходно напрежение и ток на слънчевия панел има не толкова специфичната мощност на лазера, колкото диаметъра на петното, което с увеличаването си, увеличава и мощността на слънчевия панел. Това показва, че увеличаването на разходимостта на лазера, което е неизбежно при разстояния от порядъка на километри, може да изиграе само положителна роля за инжектирането на заглъхнали сателити.

Коефициентът на полезно действие, която е най-важната характеристика на изследваната система, се движи от 8,98 % за 25 cm петно към 0,2 % за 5 cm петно при $R = 33 \text{ k}\Omega$, като постепенно КПД пада с увеличаването на съпротивленията за да стигне 3,02 % за 25 cm и 0,03 % за 5 cm.

С постепенното увеличаване на мощността на лазера от 0,5 W до 500 W се увеличава и електрическата мощност на фотопреобразувателя с около 3 mW, но същевременно спада КПД. Най-ниските стойности на КПД на фотопреобразувателя се отчитат при най-високата мощност на лазерното лъчение.

Волт-амперната характеристика на фотоелемента при лазерно петно 5 cm показва относителна нелинейност, като известно насищане се наблюдава при по-високите стойности на напрежението. ВАХ при 25 cm има разтеглена S-образна форма, като насищането е отново при по-ниските стойности на тока и по-високите на напрежението. Нелинейността вероятно се дължи на повишената температура на селективното покритие, която предизвиква отделяне на топлина, като така се увеличава съпротивлението и токът вече не намалява линейно, а се задържа около едни стойности.

Заклучение

В заключение можем да отбележим, че разгледания метод има следните съществени предимства, които са представени в настоящия доклад чрез експериментални данни. Те са свързани с преобразуването на енергия от фотоволтаичен панел посредством лазерно излъчване. Анализът на КСЕ и свързаните с тях закономерности представляват актуална проблематика в полето на съвременните космически изследвания (Zamfirov, 2003). Слънчевата енергия може да бъде използвана не само за поддържане на бордовата система на космическите апарати. Тя може да удовлетвори нарастващото енергопотребление на Земята и в космоса. Този път е свързан със създаването на системи от нов тип – свръхмощни космически станции - Космически слънчеви енергостанции (КСЕ). Тези проекти се обсъждат на страниците на специализирани списания и на много форуми, посветени на проблемите по енергетиката и усвояването на космическото пространство.

Литература:

- 1.Замфиров, М., П. Гецов. Изследване характеристиките на силициев фотоелемент при облъчване с лазер с пари на меден бромид. Юбилейна научна сесия “90 години авиационно образование в България, Долна митрополия, 2004.
2. Zamfirov, M. Research of the Characteristics of a Solar Panel Radiated with CO2 Laser, as Means for for Injection on Fading Satellites, European Journal of Scientific Research European Journal of Scientific Research, Vol 14, No 3, July, 2006.
3. Zamfirov, M. Problems and concepts of the development of Solar Power Satellite, Aerospace research in Bulgaria, vol.17, 2003.