УДК 621.311.243:629.786.2
№ держреєстрації 0117U004707
Інв. №

Міністерство освіти і науки України
Шосткинський інститут Сумського державного університету (ШІ СумДУ)
41100, м. Шостка, Сумська обл., вул. Гагаріна, 1
тел. (05449)4-28-28, факс (05449)4-01-76, E-mail: info@ishostka.sumdu.edu.ua

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директорка інституту, к.ф.н.

_____ Наталія ТУГАЙ

ЗВІТ
З НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Підведення підсумків науково-дослідної роботи зі створення проекту космічної сонячної енергостанції нового класу з високим значенням коефіцієнту корисної дії в якості альтернативи існуючим проектам перетворення сонячної енергії в механічну і електричну

ПРОЕКТ КОСМІЧНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГОСТАНЦІЇ З ТЕПЛОВОЮ СИСТЕМОЮ ПЕРЕТВОРЕННЯ
(остаточний)

Наукові керівники
кан. пед. наук, доцент Ю. М. Мар'їнських

2021

Результати цієї роботи розглянуті Вченою радою ШІ СумДУ,
протокол № 4 від « 23 » 12 2021 р.

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 7с., 1 рис., 1 джерело.

Об'єкт дослідження — об'єктом дослідження є підведення підсумків фізико-технічних характеристик науково-дослідної роботи зі створення проекту космічної сонячної енергостанції нового класу з високим значенням коефіцієнту корисної дії.

Мета — Створення проекту космічної сонячної енергостанції нового класу з високим значенням коефіцієнту корисної дії в якості альтернативи існуючим проектам перетворення сонячної енергії в механічну і електричну.

У роботі підведено підсумки наукової і практичної значимості розроблених проектів космічних сонячних енергосистем гіроскопічного і циклічного функціонування що представлені в контексті короткого знайомства з раніше розробленими фірмами «Боїнг», «Рокуелл Інт» за програмою НАСА. З'ясовані основні проблеми в розробці проектів космічних сонячних електростанцій (КСЕС), а також визначені енергетичні та масогабаритні характеристики проектів термодинамічного методу перетворення енергії повного спектру повного сонячного випромінювання при різних ступенях сонячної концентрації. З'ясована конструкція над провідникового генератора, функціонування якого ефективне в умовах низких температур космічного середовища.

Особливістю створеного в Україні проекту гіроскопічною космічної сонячної енергостанції (ГКСЕ) з новою тепловою системою перетворення (ТСП) і надпровідним генератором є принципово інший підхід перетворення енергії повного спектра сонячного випромінювання в механічну і електричну в необхідних співвідношеннях ніж були розроблені до цього в області космічної енергетики. Конструкція енергостанції передбачає створення і розміщення на ній високотехнологічного виробництва з регульованою гравітацією, дозволяє не використовувати двигуни і газотурбінні установки, систему наведення, а також холодильник-випромінювач, маса якого

становила б близько половини всієї її маси. Їх роль виконують теплопреобразующіе робочі модулі рухомі в кругової тунельної порожнини «теплової пастки», яка має прозору поверхню з низькоемісійним покриттям. Використання в ГКСЕ високотемпературних надпровідників, а також жароміцних і легких конструкційних матеріалів з вуглець композитів значно покращують її енергетичні та масогабаритні показники. Це робить маловитратними її створення відносно дешевими комплектуючими в порівнянні з фотопреобразующімі КСЕС. Принцип функціонування енергостанції реалізує можливість базування аналогічних перетворювачів на небесних об'єктах.

A feature of the project created in Ukraine for a gyroscopic space solar power station (GSPS) with a new thermal conversion system (TCS) and a superconducting generator is a fundamentally different approach for converting the energy of the full spectrum of solar radiation into mechanical and electrical in the necessary ratios than were previously developed in the field of space energy. The design of the power plant provides for the creation and placement of a high-tech production with controlled gravity on it, eliminates the need for steam turbine and gas turbine installations, a guidance system, as well as a refrigerator-emitter, the mass of which would be about half of its entire mass. Their role is played by heat-transforming working modules moving in a circular tunnel cavity of a “heat trap”, which has a transparent surface with a low emission coating. The use of high-temperature superconductors in GCSE, as well as heat-resistant and lightweight structural materials from carbon-containing composites, significantly improve its energy and weight and size characteristics. This makes its creation low-cost relatively cheap components compared to photoconverting SPS. The principle of operation of the power plant implements the possibility of basing similar converters on celestial objects.

ЗМІСТ

INTRODUCTION 5

1 GYROSCOPIC SPACE SOLAR POWER STATION (GSPS) WITH A NEW THERMAL CONVERSION SYSTEM (TCS) AND A SUPERCONDUCTING GENERATOR 5

2 ENERGY CHARACTERISTICS, WEIGHT AND DIMENSIONS OF THE GSPSWITH THE NEW TCS AND SUPERCONDUCTIVE GENERATOR 6

CONCLUSION 7

REFERENCES 7

INTRODUCTION

Nowadays the projects of solar power satellites (SPSs) are much discussed. One of the key issues in the development of these projects is to choose the right solar energy conversion system, which allows producing the necessary amount of power. All solar thermal conversion systems of SPSs known by the present day and based on closed-cycle gas turbines and steam turbines work on Brayton and Rankine cycles faced by such companies as Boeing and Rockwell International [1]. Despite all the advantages of these projects, such as high efficiency (up to 40%), well-established production technology of turbo generators with good industrial base, no need in rare space radiation resistant materials, there is a range of factors, which delay their start. Among these, there is a high weight-to-power ratio of the conversion system, which averages to 3.4 kg/kW, and the necessity to produce a large temperature drop during the duty cycle, which means that the size of the solar collector increases and, thus, the solar tracking system becomes more complicated.

1 GYROSCOPIC SPACE SOLAR POWER STATION (GSPS) WITH A NEW THERMAL CONVERSION SYSTEM (TCS) AND A SUPERCONDUCTING GENERATOR

A feature of the created project of a gyroscopic space solar power station (GSPS) with a new thermal conversion system (TCS) and a superconducting generator is a fundamentally different approach for converting the energy of the full spectrum of solar radiation into mechanical and electrical in the necessary ratios than were previously developed in the field of space energy. The design of the power plant provides for the creation and placement of a high-tech production with controlled gravity on it, eliminates the need for steam turbine and gas turbine installations, a guidance system, as well as a refrigerator-emitter, the mass of which would be about half of its entire mass. Their role is played by heat-transforming working modules moving in a circular tunnel cavity of a “heat trap”, which has a transparent surface with a low emission coating. The use of high-temperature superconductors in GCSE, as well as heat-resistant and lightweight

structural materials from carbon-containing composites, significantly improve its energy and weight and size characteristics. This makes its creation low-cost relatively cheap components compared to photoconverting SPS. The principle of operation of the power plant implements the possibility of basing similar converters on celestial objects.

2 ENERGY CHARACTERISTICS, WEIGHT AND DIMENSIONS OF THE GSPSWITH THE NEW TCS AND SUPERCONDUCTIVE GENERATOR

Working fluid	helium	Water steam	
Solar concentration	74	38	
Power plant solar thermal conversion system diameter, m	150	150	
Numberand/ capacity of all energy modules, MW	205/11.4	145/12.8	
Working fluidand /module weight, kg			
Max and /mincycle temperature, K			
Time of cycle,s	276	662	
Efficiency of energy conversion by working fluid, %	54	With phase change 13	Without phase change 17
Thermal cycle efficiency, %	85	62.7	
Solar thermal conversion system weight-to-power ratio, kg/kW	2.17	2.61	
Solar thermal conversion system surface power density, kW/m^2	12.3	6.79	
Power plant solar thermal conversion system weight-to-power ratio kW/ kg	0.46	0.38	

CONCLUSION

Two basic designs GSPS include placement of production facilities in the center of a special purpose equipment and transmission to Earth. The prospect of heat conversion system substantiated using high-tech materials of construction and the superconductor technology functioning in space, uniformity constituting safe to micrometeor flow and radiation of which GSPS necessary power is formed, and also the possibility of manufacturing and testing of the experimental sample in the vacuum chamber with cryogenic technology and in space. By changing the shape of the hub, it is realized the possibility GSPS placing on the moon. Launching and deploying in space is a key issue for GSPS. Overcoming the problem is possible with the complete assembly of GSPS on the ground with the placement of the central part under the dome in the usable volume of the carrier rocket. The rods of the stator and rotor frames will come out of it; modules with a folded concentrator in the toroidal cavity are placed in a circle on the periphery of one of them. A promising option would be a torus acting as a stabilizer during flight and a heat trap in an orbit made of lightweight, durable material with a selective coating of the outer surface and “windows” for heat dissipation that will open when the concentrator is deployed.

REFERENCES

1. P. E. Glaser, AIAA Pap, New York, vol. 77–352, p. 12, 1977.