

ADVANCED ONE-STAGE EB-PVD COATINGS FOR AEROSPACE AND GAS-TURBINE APPLICATIONS

Description

Electron beam technology and equipment are developed for one-stage deposition of functional graded coatings with the use of a composite ceramic ingot for evaporation. This technology allows replacing the flat interface between metal and ceramic layers with a graded transition zone and achieving good adhesion of the coating to the substrate.

The composite ingot incorporates the program of evaporation and deposition of a graded coating, embodied in composition, shapes and sizes, of the respective inserts, number of them, and also in arrangement of them inside of the basic ingot. Inserts determine composition, structure, and properties of a graded coating at all levels including transition zones and coating layers.

Innovative Aspect and Main Advantages

As compared to traditional multi-stages technologies of protective coating deposition, this technology allows to achieve higher reproducibility level of composition, structure, and lifetime of the functional graded coatings.

Due to using only one EB-PVD unit and reducing number of stages, total cost of one-stage EB-PVD deposition process is at least 2 times smaller than that of traditional multistage technological processes of protective coating deposition.

Graded thermal-barrier coatings (NiAl/YSZ, NiCo-CrAlY/AlCr/YSZ) with about 250 μm thickness allow to increase gas turbine engine gas temperature up to 100 $^{\circ}\text{C}$ maintaining the same temperature of the cooling blade surface. Outer ceramic YSZ layer has low level of thermal conductivity of about 1.2 W/m-K and reliable adhesion strength with bond coat (more than 100 MPa). Thermal-cyclic lifetime of graded TBC is about 1.8–2 times higher in comparison with traditional TBC.

Graded hard erosion-resistant coatings (TiN-based, TiC-based) of 15–25 μm thickness that deposited with high deposition rate (up to 1 $\mu\text{m}/\text{min}$) can increase the erosion resistance up to 15–30 times as compared to steel substrate.

Graded hard damping coatings (Sn-Cr-MgO) with thickness of about 25–50 μm allow to increase by several times the damping capability and erosion resistance of Ti-based articles with 25 % improvement I wI of fatigue resistance.

Areas of Application

- Gas turbine blades and vanes;
- Hot parts of aerospace technique;
- Compressor steel and titanium blades.



Fig. 1. Composite ceramic ingot

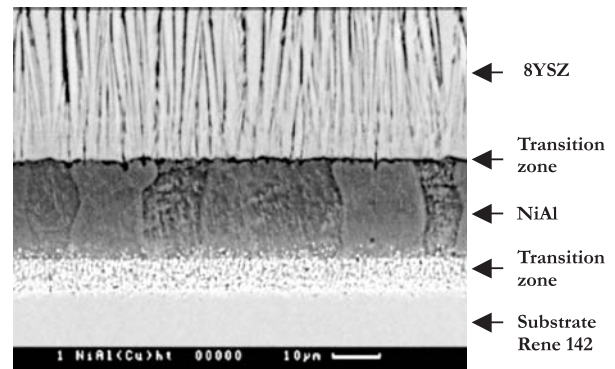


Fig. 2. Graded thermal barrier coating NiAl/YSZ microstructure

Stage of Development

Patented and tested, available for demonstration.

Contact Details

International Center for Electron Beam Technologies of E. O. Paton Electric Welding Institute of NASU

Contact person: Kostyantyn Yakovchuk

68, Gorky str., Kiev-150, 03150, Ukraine

Tel.: 044 289-2176

Fax: 044 287-3166

E-mail: yakovchuk@paton-icebt.kiev.ua

<http://www.paton-icebt.kiev.ua>

ПЕРСПЕКТИВНІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ГРАДІЄНТНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ АЕРОКОСМІЧНОЇ ТА ГАЗОТУРБІННОЇ ІНДУСТРІЇ

Огляд пропозиції

Електронно-променева технологія та обладнання для одностадійного нанесення функціональних градієнтних покриттів із використанням композиційного керамічного зливку для випаровування. Ця технологія дозволяє замінити пласку межу розділу метал/кераміка на градієнтну перехідну зону і забезпечити добру адгезію покриття до підкладки. Композиційний зливок містить програму випаровування та осадження градієнтного покриття, втілену у формі, розмірах та кількості відповідних вставок, їх складу та взаєморозташування всередині зливку-основи. Вставки у зливку визначають склад, структуру і властивості покриття на всіх рівнях, включаючи градієнтні перехідні зони та шари покриття.

Інноваційний аспект та основні переваги

Ця технологія має більш високий ступінь відтворюваності складу, структури та довговічності градієнтних покриттів у порівнянні із традиційною багатоступінчатою технологією. Вартість одностадійного електронно-променевого процесу осадження щонайменше в 2 рази нижча у порівнянні з традиційними технологічними процесами нанесення захисних покриттів завдяки використанню тільки однієї електронно-променевої установки та усуненню з процесу багатоступеневого циклу.

Градієнтні термобар'єрні покриття (NiAl/YSZ, NiCoCrAlY/AlCr/YSZ) із товщиною приблизно 250 мкм підвищують температуру газу на вході у газотурбінний двигун на 100 °С, не змінюючи при цьому поверхневу температуру охолоджуваної лопатки газотурбінного двигуна. Зовнішній керамічний шар із стабілізованого діоксиду цирконію має низький рівень теплопровідності (приблизно 1,2 Вт/м·К) і надійний адгезійний зв'язок із зв'язуючим металевим шаром (більше ніж 100 МПа). Термоциклічна довговічність градієнтного термобар'єрного покриття у 1,8–2 рази вище, ніж у традиційних термобар'єрних покриттів.

Градієнтні ерозійностійкі покриття (на основі TiN та TiC) товщиною 15–25 мкм, нанесені із високою швидкістю конденсації (більше, ніж 1 мкм/хв) можуть протистояти ерозії у 15–30 разів краще у порівнянні зі сталлюю підкладкою.

Градієнтні тверді демпфіруючі покриття (Sn-Cr-MgO) із товщиною приблизно 25–50 мкм дозволяють у декілька разів підвищити демпфіруючу здатність та ерозійну стійкість виробів на основі Ti із покращенням опору втомлюваності на 25 %.

Галузь застосування

- Робочі та направляючі лопатки газотурбінних двигунів;



Рис. 1. Композиційний керамічний зливок

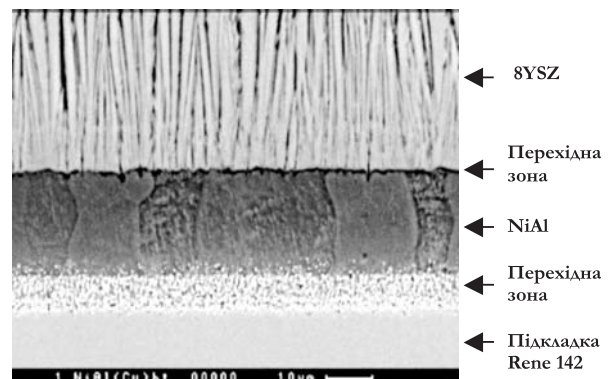


Рис. 2. Мікроструктура градієнтного термобар'єрного покриття NiAl/YSZ

- Високотемпературні компоненти аерокосмічної техніки;
- Компресорні сталеві та титанові лопатки.

Стадія розробки

Запатентовані та випробувані, готові до демонстрації.

Контактна інформація

Міжнародний центр електронно-променевих технологій Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАНУ

Контактна особа: Костянтин Яковчук

Україна, 03150, Київ-150, вул. Горького 68

Тел.: 044 289-2176

Факс: 044 287-3166

E-mail: yakovchuk@paton-icebt.kiev.ua

http://www.paton-icebt.kiev.ua

NANOSATELLITE FOR ELECTROMAGNETIC MEASUREMENTS

Description

Nanosatellite is a new super-inexpensive mobile instrument for electromagnetic environment study near International Space Station (ISS). The instrument is capable to measure, store and transmit to the base station data about the following parameters:

- three components of the constant magnetic field in the range $\pm 65\,000$ nT;
- variations of magnetic field in the frequency range 0.1...40 000 Hz;
- electric potential in the frequency range DC...40 000 Hz;
- the current density in the frequency range 0.1 ... 40 000 Hz;
- kinetic plasma parameters – temperature, concentration and velocity of the charged and neutral particles.

Innovative Aspect and Main Advantages

Carefully developed conception of the instrument based on the cheap industrial single-board computer PC-104 with open operational system LINUX and low-power sensors with high metrological characteristics provides for:

- low cost;
- low power consumption;
- low physical dimensions and weight;
- possibility of the rapid modernization.

Areas of Application

Equipping the ISS for monitoring of its surface electric potential and electromagnetic environment. With minor modernization the nanosatellite could be used as a fully autonomous measuring system for both space and ground applications.

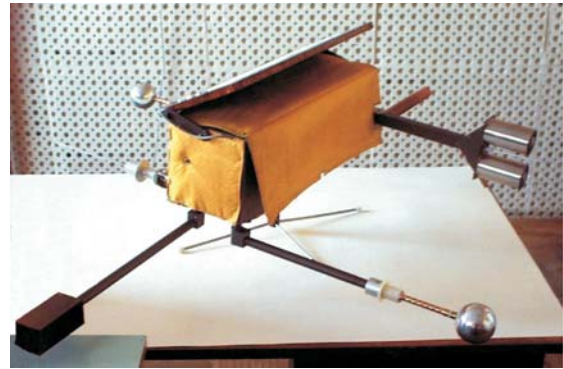


Fig. 1. Nanosatellite for electromagnetic measurements

Stage of Development

The engineering model was tested at laboratory conditions. A group of sensors passed the tests in the plasma-dynamic vacuum chamber under conditions close to operation requirements.

Contact Details

Lviv Centre of Institute of Space Research NASU – NSAU

Contact person: Marusenkov Andriy

Address: 5A Naukova St., 79000 Lviv-60, Ukraine

Phone: 380-32-2296214, 380-322-639163

Fax: 380-322-639163 and -638244

Email: marand@isr.lviv.ua

Website: www.isr.lviv.ua

НАНОСУПУТНИК ДЛЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Огляд пропозиції

Наносупутник – нова недорога мобільна система для оцінювання електромагнітної обстановки навколо міжнародної космічної станції (МКС). Система дозволяє вимірювати, зберігати та передавати на базову станцію інформацію про наступні параметри:

- три компоненти постійного магнітного поля в діапазоні $\pm 65\,000$ нТл;
- індукцію перемінного магнітного поля в діапазоні частот $0,1\text{...}40\,000$ Гц;
- електричний потенціал в діапазоні частот DC...40 000 Гц;
- щільність електричного струму в діапазоні $0,1\text{...}40\,000$ Гц;
- кінетичні параметри плазми – температуру, концентрацію та швидкість заряджених та нейтральних частинок.

Інноваційний аспект та основні переваги

Ретельно продумана концепція системи на базі дешевого промислового одноплатного комп'ютера PC-104 з відкритою операційною системою LINUX та з використанням економічних сенсорів з високими метрологічними характеристиками забезпечує:

- низьку вартість;
- мале енергоспоживання;
- малі габарити та масу;
- можливість швидкої модернізації.

Галузь застосування

Обладнання МКС для моніторингу її електричного потенціалу та електромагнітного оточення. При незначній модернізації наносупутник може бути використано

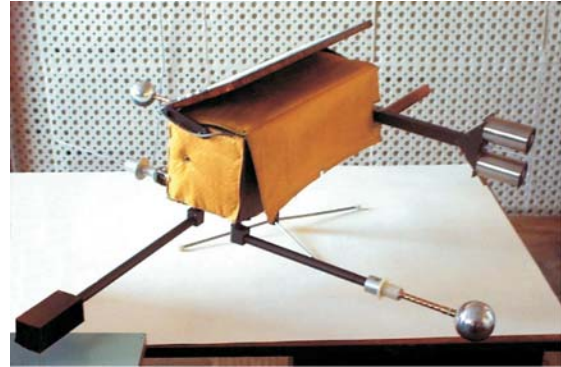


Рис. 1. Наносупутник для електромагнітних вимірювань

в якості повністю автономної вимірювальної системи як космічного, так і наземного призначення.

Стадія розробки

Технологічна модель, яка тестувалася в лабораторних умовах. Група сенсорів пройшла автономні випробування на плазмо-динамічному стенді в умовах близьких до експлуатаційних вимог.

Контактна інформація

Львівський центр Інституту космічних досліджень НАНУ – НКАУ

Контактна особа: Марусенков Андрій Анатолійович

Адреса: вул. Наукова 5А, 79000 Львів-60, Україна

Тел.: 380-32-2296214, 380-322-639163.

Факс: 380-322-639163 і -638244.

Електронна пошта: marand@isr.lviv.ua

Веб-сайт: www.isr.lviv.ua

UNMANNED TRANSPORT REUSABLE AIRBORNE-SPACE VEHICLE

Description

Unmanned transport reusable airborne-space vehicle (ASV) "Sura" is designed for launching into near Earth orbit and as a reentry vehicle for satellites and other payloads.

It is a two-staged vehicle. Full weight is 48–50 tons, full thrust of air feed and liquid propellant jet engines (LPJE) is 61.1–70 tons, length – 17 m, wings span – 14 m, height – 6.6 m.

The first stage can be used in autonomous mode as a cargo sub-orbital plane. The second stage – as a space ship, i. e. for inter-planet flights and also for flights in the atmosphere of Solar system planets. The second stage contains a cargo module. Body of the module can be moved for launching and reentry of Earth satellites.

For further flight in the atmosphere the body is moved back to its place.

During reentry with cosmic speeds and flights on a chosen trajectory, the thermal protection shields prevent overheating.

Unmanned maximal quick-responsive option allows reducing transitive processes time up to minutes, seconds and microseconds.

Application of produced serially air-feed engines and LPJE makes it possible to reduce time of development by three times, as compared to analogues, and to cut cost of development by two times (for example, in comparison with Russian project TU-2000).

Innovative Aspect and Main Advantages

Special constructional features of ASV construction are the following:

- plane stages have modular construction;
- there are no aerodynamic control elements;
- flight control is realized by LPJE;
- an advantage of the atmosphere is used (wing lifting force and oxidizer – oxygen);
- the principle of a "mortar" launching for staging and orbiting the payload is applied.

ASV construction features allow reducing spacelaunching cost.



Fig. 1. Picture of the dimensional model of two-staged airborne-space vehicle

Expected specific cost index of launching for 300 km height and 300 kg cargo weight is \$ 1000 per one kg.

Areas of Application

- launching of commercial communication satellites to the near Earth orbit;
- space research and remote Earth sounding.

Stage of Development

Conceptual development at the stage of construction patenting in Ukraine.

Contact Details

State Enterprise "Production Association Southern Machine-Building Plant named after A. M. Makarov"
Krivorozhskaya st. 1, Dnepropetrovsk, 49008, Ukraine
Vladimir Kukushkin, Doctor of technical Science
tel.: +38-056-744-96-94
fax: +38-056-744-96-97
cellular phone: +38-050-440-04-27
E-mail: ugv@orbita.dp.ua

БЕСПЛОТНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ БАГАТОРАЗОВИЙ ПОВІТРЯНО-КОСМІЧНИЙ ЛІТАК

Огляд пропозиції

Безпілотний, транспортний, багаторазовий повітряно-космічний літак (ПКЛ) "Сура" призначений для виведення на навколосезну орбіту і повернення на Землю супутників і інших корисних вантажів.

Повітряно-комічний літак двоступінчастий. Повна маса 48–50 т, повна тяга повітряно-реактивних і рідинних двигунів 61,1–70,0 тс, довжина 17 м, розмах крил 14 м, висота 6,6 м.

Перший ступінь може використовуватися автономно в якості вантажного суборбітального літака. Другий – як космічний апарат, у т.ч. для міжпланетних польотів і експлуатації в атмосферах планет Сонячної системи.

Другий ступінь має вантажний відсік, корпус якого переміщується для виведення на орбіту або зняття з орбіти навколосезних супутників. Потім корпус повертається на місце для польоту в атмосфері.

Теплозахист при вході в атмосферу на космічних швидкостях і русі по обраній траєкторії дозволяє уникати перегріву.

Безпілотний варіант при максимальній швидкодії дозволяє знизити час перехідних процесів польоту до хвилин, секунд і мікросекунд.

Застосування повітряно-реактивних двигунів і рідинних ракетних двигунів, що виготовляються серійно, дозволить скоротити час розробки втричі в порівнянні з аналогами, а вартість розробки знизити вдвічі (наприклад – у порівнянні з російським проектом ТУ-2000).

Інноваційний аспект та основні переваги

Конструкція ПКЛ відрізняється конструктивними особливостями:

- ступіні літака мають модульну конструкцію;
- відсутні елементи аеродинамічного керування;
- керування польотом здійснюється рідинними ракетними двигунами (ЖРД);
- використовуються переваги атмосфери (піднімальної сили крила й окислювача-кисню);
- застосовується принцип "мінометного старту" для поділу ступенів і виведення вантажу на орбіту.

Конструктивні рішення ПКЛ дозволяють знизити вартість космічних запусків.



Рис. 1. Фото габаритного макету повітряно – космічного літака

Планований показник питомої вартості випуску на орбіту висотою 300 км вантажу масою до 300 кг – \$ 1000 за один кілограм.

Галузь застосування

- виведення на навколосезну орбіту комерційних супутників зв'язку;
- космічні дослідження і дистанційне зондування Землі.

Стадія розробки

Концептуальна розробка на стадії патентування конструкції в Україні.

Контактна інформація

ГП "ПО Південний машинобудівний завод ім. А. М. Макарова"
вул. Криворізька, 1, Дніпропетровськ, 49008, Україна
Володимир Кукушкін, доктор технічних наук
Тел.: +38-056-744-96-94
Факс: +38-056-744-96-97
Моб.: +38-050-440-04-27
E-mail: ugv@orbital.dp.ua

FILTERED VACUUM-ARC PLASMA SOURCE FOR HIGH QUALITY COATINGS

Description

Developed a cathodic vacuum arc plasma source with a magnetic filter that turns the plasma stream 90°. T-shaped plasma duct with a system of intercepting screens and fins provides a significantly higher degree of absorption of macroparticles when compared to conventional "torroidal" filters (more than an order of magnitude). A small ratio of curvature radius of the plasma duct to its inner radius, a large diameter of the plasma guiding channel (200 mm), and an optimal geometry of transporting magnetic fields ensure a high throughput of the filter – up to 55 %. Filtered plasma source proposed may be used in new vacuum-arc industrial setups for the ion plasma processing of materials including deposition of high quality coatings.

Innovative Aspect and Main Advantages

Efficiency of the main versions of known systems and our results

| Type of filters | Knee shaped [Falabela] | Toroidal (45°) [Martin] | Rectangular [Gorokhovskiy] | Dome type [Sanders] | Wide aperture (our results) |
|--|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Efficiency $I_f/I_d \times 100, \%$ | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | about 5 |

The ratio of the total ion flow at the channel exit to the discharge current (I_f/I_d) – the system efficiency coefficient – is commonly assumed to be the criterion of plasma passage efficiency through the system as a whole (generator + filter).

Areas of Application

Filtered vacuum-arc plasma source described can be used for the following coating deposition: DLC, metals (Ti, Cr, Nb, Mo, Cu, Al, etc.), alloys, nitrides, oxides, carbides, composites, multilayers.

Such coatings can be used as:

- wear-resistant coatings at surfaces of fine mechanic elements (hydrodynamic and electrostatic supports of gyroscopes and centrifuges, pistons of fuel pumps, etc.);
- decorative coatings;
- hard protective coatings on magnetic and optic devices;
- transparent conducting oxide films in solar sells;
- low-e films on architectonic glass;
- protective biologically indifferent coatings;
- "back-end" metal layers in ultra large scale integrated circuits.



Fig. 1. T-shaped filtered vacuum-arc plasma source for diamond-like coating (DLC) deposition. Coating deposition rate is 6 μm/h at the diameter 20 cm



Fig. 2. Elements of the gas dynamic bearing with DLC coatings (convex hemispheres) and with TiN coatings (concave hemispheres)

Above mentioned filtered plasma source may be used:

- in new vacuum-arc industrial equipment for the ion plasma processing of materials including deposition of high quality micro- and nanostructural coatings;
- when upgrading of existent vacuum-arc equipment for widening their technological potentiality;
- for high quality coatings deposition processes in machine building, fine mechanics, microelectronics, optics, automobile industries, etc.

Stage of Development

Prototype available for testing; patented in USA.

Contact Details

National Science Centre "Kharkov Institute of Physics and Technology"

Akademicheskaya, 1, Kharkov 61108, Ukraine

Volodymyr Strelnytskiy

Tel/fax: + 38-057-3356561

E-mail: strelnitskij@kipt.kharkov.ua

ВИСОКОПРОДУКТИВНЕ ВАКУУМНО-ДУГОВЕ ДЖЕРЕЛО ФІЛЬТРОВАНОЇ ПЛАЗМИ

Огляд пропозиції

Розроблене вакуумно-дугове джерело плазми з магнітним фільтром з відхиленням струму на 90°. Т-подібний плазмовід з набором екранів і ребер для перехоплення мікрочасток забезпечує більш високу, у порівнянні із звичайним "гороїдальним" фільтром, ступінь очищення плазми (більш ніж на порядок величини). Невелике співвідношення радіуса кривизни плазмоведучого каналу до його внутрішнього радіусу, великий діаметр каналу (200 мм) й оптимізовані магнітні поля забезпечують високий коефіцієнт пропускання фільтра до 55%.

Інноваційний аспект та основні переваги

Ефективність відомих систем у порівнянні з нашими результатами

| Типи фільтрів | Коліно-подібний [Фалабела] | Тороїдальний [Мартін] | Прямокутного перерізу [Гороховський] | Куполоподібний [Сандерс] | Наші результати |
|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Ефективність $I_i/I_d \times 100, \%$ | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | ~5,0 |

I_i/I_d – системний коефіцієнт ефективності; I_i – іонний струм на виході джерела, I_d – струм дуги.

Галузь застосування

Джерело плазми, про яке йдеться, може бути використане для осадження плівок з алмазоподібного вуглецю, з металів (Ti, Cr, Nb, Mo, Cu, Al, Cr, Zr, та ін.), сплавів, нітридів, карбідів, оксидів, композитів та багатшарових покриттів. Зазначені плівки можуть бути використані в якості:

- зносостійких покриттів на деталях точної механіки (елементах гідродинамічних та електростатичних опор гіроскопів та центрифуг, плунжерів паливних насосів та ін.);
- декоративних покриттів;
- твердих захисних покриттів магнітних і оптичних пристроїв;
- прозорих захисних плівок в чарунках сонячних батарей;
- металевих шарів в великих інтегральних схемах мікроелектроніки;



Рис. 1. Вакуумно-дугове джерело плазми з Т-подібним фільтром для осадження алмазо-подібних покриттів. Швидкість осадження покриття становить 6 мкм/год на площу діаметром 20 см

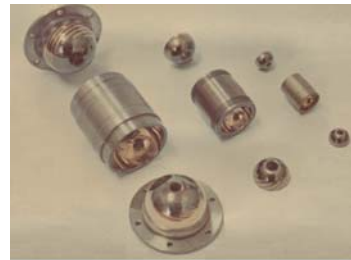


Рис. 2. Елементи газодинамічних підшипників з алмазоподібним покриттям (опуклі на півсфери) та з TiN покриттям (увігнуті на півсфери)

Джерело плазми, що розглядається, може бути використане:

- при модернізації існуючого обладнання з метою розширення його технологічних можливостей;
- для здійснення процесів осадження високоякісних покриттів в машинобудуванні, точному приладобудуванні, мікроелектроніці, оптиці, автомобільній промисловості і т. п.

Стадія розробки

Прототип для випробувань; патентування в США.

Контактна інформація

Національний Науковий Центр "Харківський фізико-технічний інститут"
вул. Академічна 1, Харків 61108, Україна
Стрельницький Володимир Євгенійович
Тел./ факс: + 38-057-3356561.
E-mail: strelnitskij@kipt.kharkov.ua

MICROMODULES FOR LOW-POWER THERMOELECTRIC GENERATORS WITH RADIOISOTOPE HEAT SOURCE FOR INTERPLANETARY SPACE EQUIPMENT

Description

The operating principle of thermoelectric micromod-ules is based on the use of thermoelectromotive forces arising in semiconductor thermocouples. A large num-ber of legs in thermopiles (from hundreds to tens of thousands) allows to obtain the necessary electric volt-ages at relatively small temperatures differences ($\sim 10\text{--}100^\circ$).

Temperature modes of micromodules

| | |
|--|-----------|
| Maximum operating temperature of hot side | + 230 °C; |
| Admissible overheat of hot side | +250 °C; |
| Maximum operating temperature of cold side | + 120 °C; |
| Admissible overheat of cold side | +150 °C; |
| Minimum operating temperature of cold side | – 50 °C. |

Innovative Aspect and Main Advantages

Special attention is paid to micromodules reliability. It was provided by special technology preventing degradation of legs in manufacturing and highly reliable technologies of legs connection to antidiffusion layers. Particularly reliable modules of IR series utilize special redundancy systems improving considerably their service life. The use of redundancy provides operating capacity of modules even at complete degradation of some legs. At degradation of one leg the electric power generated by module is reduced only by 1–3 %. The probability of failure-free work of module with redundancy during 10 years is increased by two-five orders.

Areas of Application

Micromodules are intended for use in low-power thermo-electric generators of space or terrestrial purpose. Sources of heat can include radioactive isotopes (for example, Pu^{238}), thermal flows in soils, heat released by organisms, including human, thermal flows through the walls of buildings and heat from various heated objects, waste heat from industrial and house-hold devices, microcatalytic sources using flame-less combustion of combustible gases or liquids (petrol, kerosene) etc. Micromodules open up opportunities for wide application of low-power thermoelectric generators for power supply to space equipment.

The use of a large number of such generators on space objects radically improves the reliability of electric power

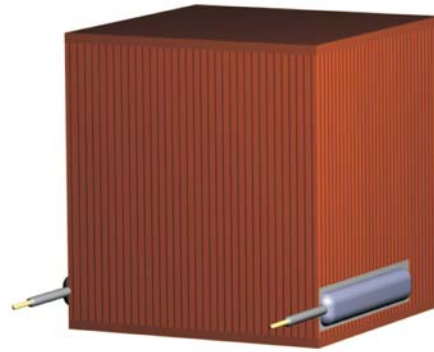


Fig. 1. A micromodule

sources, provides for their convenient location, serves as alternative to solar thermopiles on the orbits distant from the Sun. Terrestrial applications open up new opportuni-ties of using thermoelectricity for power supply to medi-cal equipment (heart pacemakers), heat meters, alarm and guard systems, portable electric devices, etc. Based on micro-modules, compact long-action sources can be created hav-ing specific characteristics higher than those of chemical power sources (storage batteries, chemical batteries).

Stage of Development

License agreements and cooperation for further develop-ment are sought.

Contact Details

Organization: Institute of Thermoelectricity

Contact person: Lavska Lyudmyla

Address: General Post-Office, Box 86, Chernivtsi, 58002, Ukraine

Tel: (3803722) 7 58 60

Fax: (3803722) 41917

E-mail: anatysh@inst.cv.ua

Website: www.ite.cv.ukrtel.net

МІКРОМОДУЛІ ДЛЯ МАЛОПОТУЖНИХ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ З РАДІОІЗОТОПНИМ ДЖЕРЕЛОМ ТЕПЛА Pu^{238} ДЛЯ МІЖПЛАНЕТНИХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ

Огляд пропозиції

Температурні режими мікромодулів:

| | |
|--|-----------|
| Максимальна робоча температура гарячої сторони | + 230 °С; |
| Допустимий перенагрів гарячої сторони | + 250 °С; |
| Максимальна робоча температура холодної сторони | +120 °С; |
| Допустимий перенагрів холодної сторони | + 150 °С; |
| Мінімальна робоча температура холодної сторони | - 50 °С. |

Інноваційний аспект та основні переваги

Особлива увага приділяється надійності мікромодулів. Для її забезпечення застосовується спеціальна технологія, яка виключає руйнування віток при їх виготовленні і високо надійні технології комутації віток з антидифузійними шарами. В особливо надійних модулях серії IR застосовуються спеціальні системи резервування, які дозволяють значно покращити їх ресурсні гарантії. Застосування резервування забезпечує здатність модулів працювати навіть при повному руйнуванні частини віток. При руйнуванні однієї з віток електрична потужність, яка генерується модулем, знижується тільки до 1–3 %. Вірогідність безвідмовної роботи модуля з резервуванням протягом 10 років збільшується на 2–5 порядків.

Галузь застосування

Мікромодулі призначені для використання в малопотужних термоелектричних генераторах космічного або наземного застосування. Джерелами тепла можуть служити радіоактивні ізотопи (наприклад, Pu^{238}), теплові потоки в ґрунтах, тепловиділення організмів, включаючи людські, теплові потоки через стіни споруд і тепло від різних розігрітих об'єктів, відходи тепла від промислових і побутових приладів, мікрокаталітичних джерел, які використовують безполум'яне спалювання горючих газів чи рідин (бензин, газ) і т. і. Мікромодулі відкривають можливості для широкого застосування термоелектричних генераторів невеликих потужностей для живлення космічної апаратури. Застосування невеликої кількості таких генераторів на космічних об'єк-

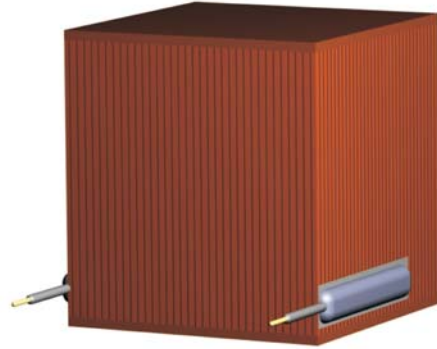


Рис. 1. Мікромодуль

тах радикально покращує надійність джерел електричної енергії, забезпечує зручність їх розташування, є альтернативою сонячним термобатареям на орбітах, віддалених від Сонця. Наземне застосування відкриває нові можливості для використання термоелектрики для живлення медичної апаратури (кардіостимуляторів), лічильників тепла, сигнальних і охоронних систем, портативної електричної апаратури, і т. і. На базі мікромодулів можуть створюватися компактні джерела довготривалої дії, питомі характеристики яких кращі, ніж у хімічних джерел живлення (аккумуляторів, хімічних батарей).

Стадія розробки

Триває пошук партнерів для ліцензійних угод та подальшого розробки.

Контактна інформація

Організація: Інститут термоелектрики

Контактна особа: Лавська Людмила Петрівна

Адреса: м. Чернівці, головпоштамт, а/с 86, 58002, Україна

Тел.: (3803722) 7 58 60

Факс: (3803722) 4 19 17

Електронна пошта: anatysh@inst.cv.ua

Інтернет: www.ite.cv.ukrtel.net

SPACE ENVIRONMENT SIMULATOR

Description

Cryogenic and aerospace equipment is exploited in complicated and unfavorable environmental conditions caused by Solar irradiation, high-power flux of corpuscular irradiation from radiation belts of Earth, vacuum, zero-gravity, low temperatures, significant cyclic gradient thermal loading, notable static, dynamic and reciprocal cyclic loadings, vibration etc. Each of the mentioned factors influences alteration of mechanical, optical, electric, thermo-physical, tribotechnical and other properties of materials used in the equipment, whereas cumulative impact of all these factors is not additive.

Today, therefore, the main tasks of cryogenic and aerospace materials science are: determination of serviceability, reliability and lifetime of existing materials as well as creation of novel materials with enhanced characteristics. Such factors as non-uniformity of in-flight heating of different portions of Space vehicle (SV), time-dependent alteration of adsorption coefficients and degree of darkness for outer surfaces of SV, with account of inner energy dissipation – require special and sometimes very intricate experimental studies. It is expedient that the experiments are run at on-ground elaboration of spacecraft and involve special facilities simulating Space environment conditions.

In order to solve the abovementioned problems, experts of Special Research and Development Bureau (CRDB) for Cryogenic Technologies of B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering at National Academy of Sciences of Ukraine (SRDB) have elaborated methods, equipment and technologies for creation of special-purpose simulators series.

Specialists of the SRDB have a great experience in development of simulation equipment. Earlier they built more than 10 complete sets of Simulators (Fig. 1, Fig. 2) for commercial purposes, as well as for researches in the field of materials science and SV testing in Germany, China, for National Space Agency of Ukraine, "Yuzhnoye" Design Bureau, Ukraine, etc.



Fig. 1. The complex outer-Space environmental factors simulation unit



Fig. 2. General view of the stand-facility for thermo-vacuum testing of Space-vehicles

Personnel of the SRDB includes, particularly, a team of experts capable of solving a wide range of materials science tasks, specialists in the area of design and technology engineering, a group of young scientists and experts.

Innovative Aspect and Main Advantages

We are seeking collaboration for development of a cooling machine which would be installed in the cooling equipment of Simulators. Such modification of Simulators would allow to use them without cryogenic liquid and to expand, therefore, application in the aerospace industry.

Areas of Application

The complex simulation equipment is intended for simulation of space vacuum, cold Space environment, fluxes of protons and electrons, electromagnetic radiation by the Sun and Earth, and Earth-albedo with the purpose to study the influence of these factors on thermal regime of hardware and instruments of SV, as well as to determine serviceability, reliability and lifetime of cryogenic and other materials used in aerospace.

Stage of Development

Patented (Ukraine Patent 52338, "Cryogenic-vacuum camera") and already on the market.

Contact Details

Special Research and Development Bureau of Institute for Low Temperature Physics and Engineering of National Academy Science of Ukraine

47 Lenin ave, 61103, Kharkov, Ukraine

Director of the Institute: Pokhyl Yuriy Anisimovich

Tel.: 38 057-340-22-93

Fax: 38 0572-340-12-92

E-mail: Mail@Cryocosmos.com

КОМПЛЕКСНЕ ІМІТАЦІЙНЕ УСТАТКУВАННЯ

Огляд пропозиції

Матеріали, що використовуються в криогенно-вакуумній й аерокосмічній техніці, експлуатуються в досить складних і несприятливих умовах багатofакторного впливу космічного простору; глибокого вакууму; електромагнітного випромінювання Сонця й потужних потоків корпускулярного випромінювання в радіаційних поясах Землі; невагомості; низьких температур; значних циклічних градієнтних термічних навантажень; магнітних полів; а також значних статичних, динамічних і знакозмінних циклічних навантажень, вібрації й інших факторів. Кожний із зазначених факторів по-різному впливає на зміну механічних, оптичних, електричних, теплофізичних, триботехнічних й інших властивостей матеріалів, а результуючий їхній спільний вплив не адитивний.

У зв'язку із цим визначення працездатності, надійності й довговічності матеріалів, які використовуються в таких складних умовах, і створення нових матеріалів з поліпшеними характеристиками становить основну проблему криогенно-вакуумного й аерокосмічного матеріалознавства.

Неоднаковість нагрівання окремих частин КА в польоті, зміна в часі коефіцієнтів поглинання й ступені чорності зовнішніх його поверхонь, облік розсіювання внутрішньої енергії – все це вимагає спеціальних, часом досить складних, експериментальних досліджень, які доцільно проводити при наземному відпрацюванні літальних апаратів за допомогою спеціальних установок, у тому чи іншому ступені умови, що імітує космічний простір.

Для розв'язання цих проблем фахівці спеціального конструкторсько-технологічного бюро по криогенній техніці Фізико-технічного інституту низьких температур НАН України розробили методи, устаткування й технології для створення серії імітаторів спеціального призначення.

При розробці цих імітаторів був використаний багатий досвід попередньої розробки імітаторів. Раніше було створено більше 10 імітаторів для комерційних цілей (рис. 1), для досліджень в області матеріалознавства в Німеччині, Китаї, Національному космічному аген-



Рис. 1. Імітатор комплексу факторів космічного простору



Рис. 2. Загальний вид стенда для тепло-вакуумних випробувань космічних апаратів

тстві України й для випробувань космічних апаратів (рис. 2) у КБ "Південне" і т. д.

Персонал СКТБ нараховує близько 167 співробітників, здатних вирішувати широкий спектр завдань матеріалознавства, конструювати й розробляти інженерні технології.

Інноваційний аспект та основні переваги

Подальша спільна розробка може бути спрямована на розробку криогенної машини, що повинна стати частиною охолоджувача для імітатора, що дозволить використовувати імітатори без криогенної рідини. Нова модифікація імітатора може знайти більш широке застосування в аерокосмічній індустрії.

Галузь застосування

Імітаційне устаткування призначене для комплексної імітації космічного вакууму, низьких температур космічного простору, потоків протонів й електронів, електромагнітного випромінювання Сонця й Землі, альbedo Землі з метою визначення впливу цих факторів на теплові режими устаткування космічного корабля, а також для визначення стабільності функціональних властивостей конструкційних матеріалів аерокосмічного призначення.

Стадія розробки

Запатентовано (Патент України 52338, "Криогенно-вакуумна камера") і вже представлено на ринку.

Контактна інформація

Спеціальне конструкторсько-технологічне бюро по криогенній техніці Фізико-технічного інституту низьких температур НАН України

Адреса: пр. Леніна 47, 61103, Харків, Україна
Директор організацій: Похил Юрій Анісімович
Тел.: 38 057-340-22-93
Факс: 38 0572-340-12-92
E-mail: Mail@Cryocosmos.com

ADVANCED MATERIALS AND STRUCTURES FOR LONG-TERM SPACE OPERATIONS

Description

A new technology has been introduced for development of materials and structures with special properties for a long-term operation in orbit as well as for modification of existing materials by unique properties providing resistance to the space environment factors, such as radiation, vacuum ultraviolet, electromagnetic radiation, thermal cycles and atomic oxygen.

Special unique equipment is available which allows to ascertain the materials resistance on the ground.

Innovative Aspect and Main Advantages

Usually resistance to space environment factors is determined by the influence of one or two factors. In this case an effect of synergism is not taken into account. In Ukraine a unique installation has been developed – CSSF – that allows testing of materials under simultaneous influence of protons, electrons, ultraviolet, Sun's light radiation, vacuum and cyclic change of temperature.

With the use of this installation materials testing allows reliable estimation of their protective properties and development of materials with special properties and optimal mass characteristics.

Areas of Application

Aerospace industry

Stage of Development

The CSSF installation is created and ready to use.

Materials and structures are developed or modified at availability of Customer's initial data.



Fig. 1. Complex Simulator of Space Factors (CSSF)

Contact Details

Yuzhnoye State Design Office
49008, Dniepropetrovsk, 3, Krivorizhka St
The Special Design and Technology Department of Low
Temperature and Technical Institute
61103, Kharkiv, pr. Lenina, 47
Tykhyy Victor Grygorovich (PhD)
Phone: +380 562 925027
Fax: +380 562 920866
E-mail: info@yuzhnoye.com
Website: www.yuzhnoe.com

РОЗРОБКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ, ЯКІ МАЮТЬ СПЕЦІАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЛЯ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ОРБІТІ

Огляд пропозиції

На основі накопиченого досвіду був розроблений підхід, що дозволяє розробляти матеріали і конструкції, які мають спеціальні властивості для тривалої експлуатації на орбіті, або модифікувати наявні матеріали для додавання їм спеціальних властивостей, що забезпечують стійкість до чинників впливу космічного простору: радіація, вакуумний ультрафіолет, електромагнітне випромінювання, термоцикли, атомарний кисень.

Є унікальне устаткування, яке дозволяє визначати стійкість матеріалів, що розробляються, в наземних умовах.

Інноваційні аспекти та основні переваги

Як правило, стійкість до чинників космічного простору визначається шляхом послідовної дії одного або двох чинників. При цьому не враховується ефект синергії, що з'являється в результаті сумісної дії декількох чинників. В Україні розроблена унікальна установка – КІЧК, яка дозволяє випробовувати матеріали при одночасній дії протонів, електронів, ультрафіолету, світлового випромінювання Сонця, вакууму і циклічної зміни температури.

Випробування матеріалів на цій установці дозволяють достовірно оцінювати рівень їх захисних властивостей і створювати матеріали із спеціальними властивостями, оптимізуючи їх вагові характеристики.

Галузь застосування

Аерокосмічна галузь.



Рис. 1. Комплексний імітатор чинників впливу космосу

Стадія розробки

Установка КІЧК – створена і готова до експлуатації.

Матеріали і конструкції створюються або модифікуються при наявності початкових даних замовника.

Контактна інформація

ДКБ "Південне"

49008, м. Дніпропетровськ, вул. Криворізька, 3

СКТБ ФТІНТ

61103, м. Харків, пр. Леніна, 47

Тихий Віктор Григорович (к.т.н)

Тел.: (+380.56) 925027

Факс: (+380.56) 920866

E-mail: info@yuzhnoye.com