С. Є. Донець[1], В. Ф. Клепіков[1], В. В. Литвиненко[1,*], Є. М. Прохоренко[1], Ю. Ф. Лонін[2], А. Г. Пономарьов[2], О. А. Старцев[1], В. Т. Уваров[2]

[1] Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України, Харків, Україна
[2] ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України, Харків, Україна

*Відповідальний автор: vvlytvynenko@ukr.net

ВИПРОБУВАННЯ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПРИСКОРЮВАЧА СИЛЬНОСТРУМОВИХ РЕЛЯТИВІСТСЬКИХ ЕЛЕКТРОНІВ

Вивчено проблему застосування сильнострумових релятивістських електронних пучків для тестування лопаток газотурбінних двигунів до дії висококонцентрованих потоків енергії. Здобуті дані дозволять розуміти напрямки застосування прискорювачів для визначення граничних значень радіаційного та термічного впливу, при яких вироби здатні зберігати експлуатаційні характеристики. Установлено особливості зміни структури зерен при впливі потоків електронів різної густини. Показано, що механізм руйнування полягає у збільшенні пор на межах зерен та в оплавленні їх.

Ключові слова: сильнострумовий прискорювач електронів, лопатка газотурбінного двигуна, опромінення.

С. Е. Донец[1], В. Ф. Клепиков[1], В. В. Литвиненко[1,*], Е. М. Прохоренко[1], Ю. Ф. Лонин[2], А. Г. Пономарев[2], А. А. Старцев[1], В. Т. Уваров[2]

[1] Институт электрофизики и радиационных технологий НАН Украины, Харьков, Украина
[2] ННЦ «Харьковский физико-технический институт» НАН Украины, Харьков, Украина

*Ответственный автор: vvlytvynenko@ukr.net

ИСПЫТАНИЯ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УСКОРИТЕЛЯ СИЛЬНОТОЧНЫХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ

Изучена проблема применения сильноточных релятивистских электронных пучков для тестирования стойкости лопаток газотурбинных двигателей к действию высококонцентрированных потоков энергии. Полученные данные позволят понимать направления применения ускорителей для определения предельных значений радиационного и термического воздействия, при которых изделия способны сохранять эксплуатационные характеристики. Установлены особенности изменения зеренной структуры при воздействии потоков электронов различной плотности. Показано, что механизм разрушения состоит в увеличении пор на границах зерен и в их оплавлении.

Ключевые слова: сильноточный ускоритель электронов, лопатка газотурбинного двигателя, облучение.

S. E. Donets[1], V. F. Klepikov[1], V. V. Lytvynenko[1,*], E. M. Prokhorenko[1], Yu. F. Lonin[2], A. G. Ponomarev[2], O. A. Startsev[1], V. T. Uvarov[2]

[1] Institute of Electrophysics and Radiation Technologies, National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
[2] NSC "Kharkiv Institute of Physics and Technology", National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

*Corresponding author: vvlytvynenko@ukr.net

TESTING OF GAS-TURBINE BLADES ENGINES USING THE ACCELERATOR OF HIGH CURRENT RELATIVISTIC ELECTRONS

The problem of using high current relativistic electron beams for testing blades of gas-turbine engines for the action of highly concentrated energy flows is studied. The data obtained will allow us to understand the directions of use of accelerators to determine the limits of radiation and thermal impact at which products are able to maintain performance. The peculiarities of grain structure change under the influence of electron fluxes of different densities have been established. It has been shown that the mechanism of destruction is to increase the pores at the grain boundaries and to melt them.

Keywords: high current electron accelerator, blade of gas-turbine engine, irradiation.

REFERENCES

1. T.V. Kovalinska, I.A. Ostapenko, V.I. Sakhno. The technology of steady electron irradiation of large size industrial products. Yaderna Fizyka ta Energetyka (Nucl. Phys. At. Energy) 17(2) (2016) 199. (Ukr)
2. T.V. Kovalinska, V.I. Sakhno. Electrophysical simulator of nuclear energy striking factors. Yaderna Fizyka ta Energetyka (Nucl. Phys. At. Energy) 20(1) (2019) 84. (Ukr)
3. A.V. Boguslayev, V.V. Murashko. Gas cycle coating of turbine blades of gas turbine engines. Vestnik dvigatelestroeniya 4(6) (2006) 73. (Rus)
4. C.A. Estrada M. New technology used in gas turbine blade materials. Scientia et Technica Año XIII, 36 (2007) 297.
5. I.G. Kvasnytska. Improving the performance of working blades of modern industrial gas turbine engines. Metall i Litye Ukrainy 8 (2015) 29. (Rus)
6. S.I. Plankovskiy, F.F. Golovin, F.F. Sirenko. Considering of the existent techniques of cleaning turbine blade surface in gas turbine engines. Aviatsijno-kosmichna Tekhnika i Tekhnologiya (Aerospace Technic and Technology) 6(103) (2013) 8. (Rus)
7. V.A. Shulov et al. Application of high-current pulsed electron beams for modifying the surface of gas-turbine engine blades. Russian Journal of Non-Ferrous Metals 57 (2016) 256.
8. S.E. Donets et al. Aluminum surface coating of copper using high-current electron beam. Problems of Atomic Science and Technology 98(4) (2015) 302.
9. N.I. Bazaleev et al. Simulating the radiation transformations in rocks: potential media for radioactive waste disposal. Physics of Particles and Nuclei Letter 6(5) (2009) 417.
10. V.F. Klepikov et al. Behavior of Zr1%Nb Alloy Under Swift Kr Ion and Intense Electron Irradiation. Journal of Nano- and Electronic Physics 7(4) (2015) 04016.
11. A.G. Kobets et al. Melting effects of high-current relativistic electron beam on aluminum alloy 1933. Surface Engineering and Applied Electrochemistry 51(5) (2015) 478.
12. V.D. Volovik, V.T. Lazurik. Acoustic effect of charged particle beams in metals. Fizika Tverdogo Tela (Physics of the Solid State) 15 (1973) 2305. (Rus)
13. G. Bleuher, V. Krivobokov, O. Pashchenko. Thermophysical processes in solid state by the influence of power pulse charged particles. Izvestiya Tomskogo Politekhnicheskogo Universiteta 303(2) (2000) 71. (Rus)
14. S.S. Batsanov, B.A. Demidov, L.I. Rudakov. Using high intensity REB to perform structural trasformations. Pis'ma v Zhurnal Tekhnicheskoy Fiziki (Technical Physics Letters) 30 (1979) 611. (Rus)
15. V.T. Uvarov et al. Radiation acoustic control over the thermal parameter of construction materials irradiated by intense relativistic electron beam. Physics of Particles and Nuclei Letters 11(3) (2014) 274.
16. V.F. Klepikov et al. Dynamics of the gas-plasma torch formed by the high-current electron beam action on solid targets. Problems of Atomic Science and Technology 1(15) (2009) 119.
17. E.M. Prokhorenko et al. Metal containing composition materials for radiation protection. Problems of Atomic Science and Technology 4(92) (2014) 125.
18. E.M. Prokhorenko et al. Improvement of characteristics of composite materials for radiation biological protection. Problems of Atomic Science and Technology 6(88) (2013) 240.
19. A.I. Skrypnyk et al. Simulation of characteristics of gamma-radiation detectors based on mercury compounds. Problems of Atomic Science and Technology 3(85) (2013) 231.
20. P.M. Amarasinghe et al. Growth of high quality mercurous halide single crystals by physical vapor transport method for AOM and radiation detection applications. Journal of Crystal Growth 450 (2016) 96.

Надійшла / Received 15.01.2020