

О. А. Федорович^{1,*}, Л. М. Войтенко¹, В. В. Гладковський², О. В. Гладковська¹

¹ Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

² Президія Національної академії наук України, Київ, Україна

Відповідальний автор: oafedorovich@kinr.kiev.ua

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПАДУ ЩІЛЬНОЇ ПЛАЗМИ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ІМПУЛЬСНИХ РОЗРЯДІВ У ВОДІ, ІНІЦІЙОВАНИХ ЕЛЕКТРИЧНИМ ВИБУХОМ ЗАЛІЗНОГО ПРОВІДНИКА

У роботі наведено результати досліджень коефіцієнтів розпаду щільної плазми імпульсних розрядів у воді, ініційованих електричним вибухом залізного провідника. Виконано аналіз розгорнутих у часі та просторі спектрів випромінювання розрядів, а також вивчено динаміку спектрів поглинання з інтервалом 5 мкс. Визначено концентрацію електронів щільної плазми в різні моменти часу, що дало змогу встановити коефіцієнти її розпаду при концентраціях електронів у діапазоні 10^{20} - 10^{21} см⁻³. З'ясовано, що при однакових концентраціях електронів у плазмі, коефіцієнти розпаду плазми з домішками заліза узгоджуються з коефіцієнтами розпаду плазми з домішками вольфраму.

Ключові слова: щільна плазма, концентрація електронів, коефіцієнт розпаду, імпульсний розряд у воді, спектри випромінювання, домішки атомів металу, розгортки спектрів, динаміка оптичних спектрів.

О. А. Fedorovich^{1,*}, L. M. Voitenko¹, V. V. Hladkovskiy², O. V. Hladkovska¹

¹ Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Presidium of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

*Corresponding author: oafedorovich@kinr.kiev.ua

DECAY CHARACTERISTICS OF DENSE HIGH-VOLTAGE PULSE PLASMA DISCHARGES IN WATER INITIATED BY THE ELECTRIC EXPLOSION OF IRON CONDUCTOR

The article presents the results of investigations of the decay coefficients of dense plasma in impulse discharges in water initiated by an electric explosion of an iron conductor. An analysis of time-resolved and spatial emission spectra of the discharges was performed, along with the study of absorption spectra dynamics with a 5 μs interval. The electron concentration of the dense plasma was determined at different time points, allowing the determination of its decay coefficients at electron concentrations ranging from 10^{20} to 10^{21} cm⁻³. It was found that under equal electron concentrations in the plasma, the decay coefficients of plasma with iron impurities are consistent with the decay coefficients of plasma with tungsten impurities.

Keywords: dense plasma, electrons concentration, decay coefficient, pulse discharge in water, radiation spectra, impurities of metal atoms, spectrum sweeps, dynamics of optical spectra.

REFERENCES

1. V.E. Fortov. *Equations of State for Matter from Ideal Gas to Quark-Gluon Plasma* (Moskva: Fizmatlit, 2012) 492 p. (Rus)
2. A.S. Koroteev. *Rocket Engines and Power Plants Based on a Gas-Phase Nuclear Reactor* (Moskva: Mashinostroenie, 2002) 429 p. (Rus)
3. O.A. Fedorovich, L.M. Voitenko. About the influence of the plasmas nonideality degree on the plasmas decay coefficients. *Probl. At. Sci. Tech. Ser.: Plasma Physics* 1(83) (2013) 201.
4. L.L. Pasechnik, P.D. Starchik, O.A. Fedorovich. Temporal evolution of plasma emission spectra in water. In: *Collection of Scientific Works*. G.A. Gulyi (Ed.) (Kyiv: Naukova Dumka, 1987) p. 6. (Rus)
5. L.L. Pasechnik, P.D. Starchik, O.A. Fedorovich. Measuring the plasma temperature of an underwater explosion of wires under conditions of developed instabilities in the discharge channel. In: *Theory and Practice of the Electrohydraulic Effect* (Kyiv: Naukova Dumka, 1978) p. 43. (Rus)
6. L.L. Pasechnik, P.D. Starchik, O.A. Fedorovich. On the composition of plasma and the structure of the plasma channel of pulsed discharges in water. In: *Collection of Scientific Works*. G.A. Gulyi et al. (Eds.) (Kyiv: Naukova Dumka, 1987) p. 3. (Rus)
7. Yu.N. Gorokhovskiy. *Properties of Black and White Photographic Films*. Sensitometric Reference Book (Moskva: Nauka, 1968) 380 p. (Rus)
8. C. Corliss, W. Bozman. *Transition probabilities and oscillator strengths of 70 elements. Tables*. Transl. from Eng. by O.N. Mitropolskaya (Moskva: Mir, 1968) 562 p. (Rus)
9. [W.C. Martin et al. Ground Levels and Ionization Energies for the Neutral Atoms. NIST Standard Reference Database 111.](#)

10. V.K. Prokofiev et al. *Tables of Spectral Lines* (Moskva: Nauka, 1977) 800 p. (Rus)
11. O.A. Fedorovich. Experimental studies of the optical properties of NP in the electron concentration range $10^{17} \text{ cm}^{-3} \leq N_e \leq 1 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. *Teplofizika Vysokikh Temperatur* 52(4) (2014) 524. (Rus)
12. Yu.K. Kurilenkov. On the influence of nonideality on the recombination coefficient of dense plasma. *Teplofizika Vysokikh Temperatur* 18(6) (1980) 1312. (Rus)
13. O.A. Fedorovich, L.M. Vojtenko. About factors of disintegration of nonideal plasma at explosion of the tungstic conductor in water. *Probl. At. Sci. Tech. Ser.: Plasma Electronics and New Methods of Acceleration* 4(68) (2010) 354. (Rus)
14. O.A. Fedorovich, L.M. Voitenko. The empirical formula of dependence of factor of disintegration of nonideal plasma from electrons concentration. *Probl. At. Sci. Tech. Ser.: Plasma Physics* 1(71) (2011) 122.
15. O.A. Fedorovich, L.M. Voitenko. On the dense plasma decay within the electron concentration range of $10^{17} \text{ cm}^{-3} \leq N_e \leq 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. *Probl. At. Sci. Tech. Ser.: Plasma Electronics and New Methods of Acceleration* 4(86) (2013) 217.
16. O.A. Fedorovich, L.M. Voitenko. On features of the radiation from pulsed discharges initiated by thick wires in water. *Probl. At. Sci. Tech. Ser.: Plasma Physics* 1(95) (2015) 161.
17. O.A. Fedorovich, L.M. Voitenko. Dynamics of the emission spectrum of the hydrogen-oxygen plasma of pulsed discharge in water in the range of the Balmer series with a minimum of impurities. *Probl. At. Sci. Tech. Ser.: Plasma Electronics and New Methods of Acceleration* 4(98) (2015) 189.
18. O.A. Fedorovich, L.M. Voitenko. Experimental Researches of the Decay Coefficient of Nonideal Plasma Produced at Pulsed Discharges in Water. *Ukr. J. Phys.* 53(5) (2008) 450.
19. O.A. Fedorovich, L.M. Voitenko. About factors disintegration of nonideal plasma of pulse discharges in water at electrons concentration $2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3} \geq N_e \geq 2 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. *Probl. At. Sci. Tech. Ser.: Plasma Electronics and New Methods of Acceleration* 4 (2008) 288. (Rus)
20. O.A. Fedorovich. About the “enlightenment” of nonideal hydrogen-oxygen plasma at a electrons’ concentration $N_e \leq 3 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$. *Probl. At. Sci. Tech. Ser.: Plasma Physics* 1(83) (2013) 198.
21. L.M. Biberman, V.S. Vorobiev, I.T. Yakubov. *Kinetics of Nonequilibrium Low-Temperature Plasma* (Moskva: Nauka, 1982) 376 p. (Rus)
22. O.A. Malkin. *Pulsed Current and Relaxation in Gas* (Moskva: Atomizdat, 1974) 280 p. (Rus)

Надійшла/Received 28.06.2023