

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
ЮВІЛЕЙНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

30 років

**Інституту електронної фізики
Національної академії наук України**

21-23 вересня 2022 р.



30 years

**Institute of Electron Physics
National Academy of Sciences of Ukraine**

**PROCEEDINGS OF THE JUBILEE
CONFERENCE**

September 21-23, 2022

Ювілейна конференція
«30 років Інституту електронної фізики НАН України»
Ужгород, 21-23 вересня 2022 Uzhhorod, 21-23 September 2022

**Інститут електронної фізики
Національної академії наук України**



Ювілейна конференція
«30 років Інституту електронної фізики НАН України»

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

Jubilee conference
"30 years of the Institute of Electronic Physics of the
National Academy of Sciences of Ukraine"

PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE

Ужгород 2022

ББК В 3Г (4Укр – 43ак), М 58

УДК 539.1

Наукову конференцію присвячено ювілейній даті – 30-річчю від дня створення єдиної на Закарпатті академічної установи – Інституту електронної фізики Національної академії наук України, ініціатором створення якого був відомий український вчений у галузі атомної фізики професор Іван Прохорович Записочний. Шлях цей був тривалим і розпочався ще в 70-х роках минулого століття, коли наполегливі зусилля фізичної спільноти м. Ужгорода призвели до започаткування, а у 1979 році створення, Ужгородського відділення Інституту ядерних досліджень АН УРСР, на базі якого і було відкрито Інститут. Від перших років існування установи, вчені Інституту активно працюють над розв'язанням актуальних проблем у галузі фізики електронних і атомних зіткнень, низькоенергетичної ядерної фізики, фізики лазерів на парах металів, оптичного та лазерного приладобудування, фізики наноструктур, а їх наукові досягнення широко відомі у світі. Збірник містить розгорнуті статті та тези доповідей, в яких висвітлено наукові здобутки Інституту, а також результати сучасних експериментальних і теоретичних досліджень у галузі фізики електронних і атомних зіткнень, багатофотонної іонізації, взаємодії електронних, іонних та лазерних пучків з поверхнею твердих тіл, елементарних процесів у лазерах і низькотемпературній плазмі, фізики наноструктур, низькоенергетичної ядерної фізики та радіоекології.

The scientific conference is devoted to the 30th anniversary of establishment of the Institute of Electron Physics of National Academy of Sciences of Ukraine, the only academic institution in Transcarpathian region. The establishment of the institute was initiated by Prof. Ivan Zapisochny, a known Ukrainian scientist in atomic physics. This took a long time since the 1970s when due to the efforts of the physicist community of Uzhhorod in 1979 the Uzhhorod Branch of the Institute for Nuclear Research of National Academy of Sciences of Ukraine was established which finally led to the establishment of the institute. Since the first years of the institute history its scientists actively work on solving important problems of physics of electron and atomic collisions, low-energy nuclear physics, physics of metal vapour lasers, optical and laser devices, physics of nanostructures, the results of their research being widely recognized in the world. The book contains extended articles and abstracts showing the scientific outcomes of the institute as well as the results of modern experimental and theoretical studies in physics of electron and atomic collisions, multiphoton ionization, interaction of electron, ion and laser beams with surfaces, elementary processes in lasers and low-temperature plasma, physics of nanostructures, low-energy nuclear physics and radioecology.

Укладачі

А.М. Завілопуло, д. ф.-м. н.

В.І. Роман, к. ф.-м. н.

Відповідальні за випуск:

Г.М. Гомонай, д. ф.-м. н.,

Т.Ю. Попик к. ф.-м. н.

*Друкується за рішенням Вченої ради Інституту електронної фізики НАН України
21 квітня 2022 року, протокол №5*

ISBN 978-617-8127-03-9

© ІЕФ НАН України, 2022

© А.М. Завілопуло, укладач, 2022

© В.І. Роман, обкладинка, 2022

**PARAMETERS OF PULSED GAS- DISCHARGE PLASMA BASED
ON GAS-VAPOR MIXTURE "KRYPTON - SILVER SULFIDE"**

A.O. Malinina, O.K. Shuaibov, O.M. Malinin, Yu.Yu. Bilak

*Uzhhorod National University, Uzhhorod
e-mail:antonina.malinina@uzhnu.edu.ua*

In the chemical synthesis of silver compounds with halogen atoms having superionic conductivity, macroscopic samples are predominantly obtained in the form of polycrystals, although the vast majority of their applications in power electronics (capacitors, high-capacity batteries, etc.) require samples in the form of thin films [1]. Therefore, at present, the search for and optimization of new physical methods for the synthesis of film micronanostructures based on compounds of the Ag_2S and Ag_2Se types is topical.

The results of studying the characteristics of a pulsed plasma-chemical reactor for the synthesis of thin films with superionic conductivity based on a silver sulfide compound (Ag_2S) are given in [2]. However, the parameters of plasma based on silver sulfide are currently unknown, which hinders the optimization of such reactors. Therefore, modeling of the parameters of an overvoltage nanosecond discharge in mixtures of various gases at atmospheric pressure with silver sulfide vapor is currently topical.

Our work presents the results of numerical simulation of the plasma parameters of a nanosecond overvoltage discharge in a krypton-silver sulfide gas-vapor mixture for conditions that were implemented experimentally.

The plasma parameters were calculated by numerical simulation of the Boltzmann kinetic equation for the electron energy distribution function (EEDF) in a nanosecond discharge on a mixture of krypton with Ag_2S vapor. Mean energy, mobility, temperature, electron density in plasma, specific discharge power losses for the main electronic processes and their rate constants are calculated depending on the value of the parameter E/N .

The range of changes in the parameter $E/N=1-1000 \text{ Td}$ ($1 \cdot 10^{-17} - 1 \cdot 10^{-14} \cdot \text{cm}^2$) and included the values of the reduced electric field, which were implemented in the experiment.

Numerical modeling of plasma parameters in a mixture of silver sulfide and krypton vapors has established that for the range of reduced electric field strength $306 \text{ Td} - 101 \text{ Td}$, in which experimental studies of the electrical and optical characteristics of the discharge were carried out, the average electron energies varied within $7.213 - 4.789 \text{ eV}$. Their highest energies corresponded to the values $73.51 \text{ eV} - 33.78 \text{ eV}$ for the first mixture, and $77.12 \text{ eV} - 30.31 \text{ eV}$ for the second mixture. The value of the electron concentration was $7.2 \cdot 10^{19} - 3.89 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ for the $\text{Kr} - \text{Ag}_2\text{S} = 101300 : 200 \text{ Pa}$ mixture and $7.2 \cdot 10^{19} - 3.6 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ for the $\text{Kr} - \text{Ag}_2\text{S} = 101300 : 1000 \text{ Pa}$ mixture.

The specific power of the discharge for inelastic and elastic processes of colliding electrons with atoms and molecules that were part of the working mixtures of gas-discharge plasma per unit of the total concentration of the mixture increased with an increase in the reduced electric field, both for inelastic and elastic processes. Its maximum value was = 1000-103000 Pa for inelastic processes in a mixture of silver sulfide and krypton vapors and amounted to $0.6220 \cdot 10^{-13} \text{ eV m}^3/\text{s}$ for a reduced electric field strength of 306 Td.

Specific discharge power losses in mixtures Kr-Ag₂S=101300:200Pa and Kr-Ag₂S=101300:1000Pa due to inelastic processes of collisions of electrons with silver atoms reached 82% for the second mixture, and for the first -55% при E/N=35 Td for two mixtures. For the Kr-Ag₂S=101300:1000 Pa mixture, they were approximately two times greater than for the Kr-Ag₂S=101300:200 Pa mixture. A value of 42% was reached (for excitation of a line of silver atoms with a wavelength of =328.068 nm (curve 3, Fig. 7b at E/N=1 Td).

The excitation rate constants of spectral lines of silver atoms in a mixture of Ag₂S - krypton = 200 Pa -101300Pa = 328.068 nm, 338.289 nm, 405.54 nm are within the range $(0.5427-0.2132) \cdot 10^{-13} \text{ m}^3/\text{s}$, $(0.5730 - 0.1789) \cdot 10^{-16} \text{ m}^3/\text{s}$, respectively, and they had greater values than for a mixture with a high partial pressure of silver sulfide (1000 Pa). The excitation rate constant of the spectral line of the silver ion $\lambda = 424.06$ is within the range $(0.2535 \cdot 10^{-16} - 0.2568 \cdot 10^{-17}) \text{ m}^3/\text{s}$ and $0.2098 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3/\text{s}$ for a reduced electric field strength of 306 Td in a mixture of silver sulfide vapor with krypton at partial pressures of Kr – Ag₂S 101300 and 200 Pa, respectively.

- [1] A. B. Tolstoguzova, S. F. Belykh, G. P. Gololobova, V. S. Gurova, S. I. Guseva, D. V. Suvorova, A. I. Taganova, D. J. Fud, Z. Aid, C. S. Liud, Instruments and Techniques of the Experiment, No. 2, 5. (2018).
- [2] A. Shuaibov, A. Minya, R. Hrytsak, A. Malinina, A. Malinin, Yu. Zhiguts, I. Shevera, Biomedical & Translational Science. 2(1), 1, (2022).