

УДК 621.3.011:621.372

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2018.02.003>**ЦИКЛИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЦЕПЯХ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫХ  
УСТАНОВОК С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ НАРАСТАНИЯ РАЗРЯДНЫХ ТОКОВ  
И ПАУЗЫ МЕЖДУ НИМИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ НАГРУЗКИ**

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| Журнал   | Технічна електродинаміка                                    |
| Издатель | Институт электродинамики Национальной академии наук Украины |
| ISSN     | 1607-7970 (print), 2218-1903 (online)                       |
| Выпуск   | № 2, 2018 (март/апрель)                                     |
| Страницы | 3 – 10                                                      |

**Авторы**

**А.А. Щерба\***, чл.-корр. НАН Украины, **Н.И. Супруновская\*\***, докт.техн.наук  
Институт электродинамики НАН Украины,  
пр. Победы, 56, Киев, 03057, Украина,  
e-mail: iednat1@gmail.com

\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0002-0200-369X>

\*\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0001-7499-9142>

*Проведен анализ циклических переходных процессов в зарядно-разрядных цепях конденсатора полупроводниковой электроразрядной установки с применением математической модели сопротивления электроискровой нагрузки, зависящего от величины разрядного тока, скорости его изменения и длительности временной паузы между разрядными импульсами. Математическая модель отражает U-образный характер изменения сопротивления такой нагрузки во времени (в частности, при объемном электроискровом диспергировании слоя токопроводящих гранул в диэлектрической жидкости), а также учитывает, что сопротивление может иметь различные значения в начале и конце процесса разряда конденсатора и изменяться в течение паузы между разрядными импульсами. Выполнено сравнение результатов исследования переходных*

процессов (длительности разрядного импульса, энергии, выделившейся в нагрузку, средней импульсной мощности и средней скорости нарастания тока в нагрузке за различные временные интервалы) в разрядных цепях с нелинейным сопротивлением электроискровой нагрузки и энергетически эквивалентным ему линейным сопротивлением. Проведен анализ путей повышения динамических характеристик импульсных токов в нагрузке при регулировании длительности разряда конденсатора установки. Библ. 17, рис. 4, табл. 2.

**Ключевые слова:** нелинейное сопротивление, электроискровая нагрузка, импульс, переходные процессы, математическая модель.

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| Поступила             | 20.09.2017 |
| Окончательный вариант | 09.10.2017 |
| Подписано в печать    | 01.03.2018 |

УДК 621.3.011:621.372

**ЦИКЛІЧНІ ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЛАНЦЮГАХ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНИХ  
УСТАНОВОК З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ НАРОСТАННЯ РОЗРЯДНИХ  
СТРУМІВ ТА ПАУЗИ МІЖ НИМИ НА ОПІР НАВАНТАЖЕННЯ**

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| Журнал   | Технічна електродинаміка                                    |
| Видавець | Інститут електродинаміки Національної академії наук України |
| ISSN     | 1607-7970 (print), 2218-1903 (online)                       |
| Випуск   | № 2, 2018 (березень/квітень)                                |
| Сторінки | 3 – 10                                                      |

**Автори**

**А.А. Щерба**, чл.-кор. НАН України, **Н.І. Супруновська**, докт.техн.наук  
Інститут електродинаміки НАН України,  
пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,  
e-mail: iednat1@gmail.com

*Проведено аналіз циклічних перехідних процесів у зарядно-розрядних ланцюгах конденсатора напівпровідникової електророзрядної установки із застосуванням математичної моделі опору електроіскрового навантаження, що залежить від величини розрядного струму, швидкості його зміни й тривалості часової паузи між розрядними імпульсами. Математична модель відображує U-подібний характер зміни опору такого навантаження в часі (зокрема при об'ємному електроіскровому диспергуванні шару струмопровідних гранул у діелектричній рідині), а також ураховує, що опір може мати різні значення на початку й кінці процесу розряду конденсатора та змінюватися протягом паузи між розрядними імпульсами. Виконано порівняння результатів дослідження перехідних процесів (тривалості розрядного імпульсу, енергії, що виділилася у навантаженні, середньої імпульсної потужності й середньої швидкості наростання струму в навантаженні за різні часові інтервали) у розрядних ланцюгах з нелінійним опором електроіскрового навантаження й енергетично еквівалентним йому лінійним опором. Проведено аналіз шляхів підвищення динамічних характеристик імпульсних струмів у навантаженні при регулюванні тривалості розряду конденсатора установки. Бібл. 17, рис. 4, табл. 2.*

**Ключові слова:** нелінійний опір, електроіскрове навантаження, імпульс, перехідні процеси, математична модель.

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Надійшла           | 20.09.2017 |
| Остаточний варіант | 09.10.2017 |
| Підписано до друку | 01.03.2018 |

## Література

1. Vovchenko A.I., Tertilov R.V. Synthesis of capacitive non-linear- parametrical energy sources for discharge-pulse technologies. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho universytetu korablebuduvannia*. Mykolaiv, 2010. No 4. Pp. 118–124. (Rus)
2. Volkov I.V., Vakulenko V.M. Sources for power supply of lasers. Kyiv: Tekhnika, 1976. 176 p. (Rus)
3. Petrichenko S.V. Dynamics of spark-erosion processes during discharge in current-conducting granular layer. Proc. 11<sup>th</sup> International Conference on *Physics of Impulse Processes in Condensed Media*. Mykolaiv. Ukraine, 22-26 August 2003. Pp. 42–43. (Rus)
4. Shcherba A.A., Suprunovska N.I., Ivashchenko D.S. Modeling of nonlinear resistance of electro-spark load taking in to account its changes during discharge current flowing in the load and at zero current in it. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 201

4  
.  
No  
5  
.  
Pp  
.  
2  
3  
—  
25. (Rus)

5. Shcherba A.A, Shtompel I.V. Analysis electrical parameters and dynamics of spark discharges in a layer of current-conducting granules. *Stabilizatsiia parametrov elektricheskoi energii*. Kiev: IED AN Ukrainy, 1991. Pp. 65–74. (Rus)

6. Zakharchenko S.N., Kondratenko I.P., Perekos A.Ye., Zalytsky V.P., Kozyrsky V.V., Lopat'ko K.G. Influence of duration of discharge pulses in a layer of iron granules on the sizes and a structurally-phase state of its electro-eroded particles. *Vostochno-Evropeiskii Zhurnal peredovykh tekhnologii*. 2012. Vol. 6. N 5 (60). Pp. 66–72. (Rus)

7. Shcherba A.A. Principles of construction and parameters stabilization of semi-conductor electro-pulse systems for electro-spark dispersion of current-conducting materials layer. *Stabilizatsiia parametrov elektricheskoi energii*. Kiev: IED AN Ukrainy, 1991. Pp. 12–30.

(Rus)

**8.** Suprunovska N.I., Shcherba A.A. Regularity of change of the energy loss in RL – circuits connecting capacitors, charged to different voltage.

*Tekhnichna  
Elektrodynamika*

*chna*

*lektrodynamika*

.  
201  
5

.  
No  
6.  
Pp

.  
3–7. (Rus)

**9.** Suprunovska N.I., Shcherba A.A., Ivashchenko D.S., Beletsky O.A. Processes of energy exchange between nonlinear and linear links of electric equivalent circuit of supercapacitors.

*Tekhnichna Elektrodynamika*

.  
201  
5

.  
No 5

.  
Pp

.  
3  
—  
11  
. (Rus)

**10.** Berkowitz A.E., Walter J.L. Spark Erosion: A Method for Producing Rapidly Quenched Fine powders.  
*J. of Mater. Res.* 1987. March/April. 2 (2). Pp. 277–288.

**11.** Sen B., Kiyawat N., Singh P.K., Mitra S., Ye J.H., Purkait P. [Developments in electric power supply configurations for electrical-discharge-machining \(EDM\)](#)

.  
The 5th International Conference on  
*Power Electronics and Drive Systems*  
(PEDS). Singapore, 17-20 November 2003. Vol. 1. Pp. 659 – 664.

**12.** Carrey J., Radousky H.B., Berkowitz A.E. Spark-eroded particles: Influence of processing parameters. *Journal of Applied Physics*. 2004.

Vol. 95. No 3. Pp. 823–829.  
<https://doi.org/10.1063/1.1635973>

**13.** Casanueva R., Azcondo F.J., Branas C., Bracho S. Analysis, design and experimental results of a high-frequency power supply for spark erosion.

*IEEE Transactions on Power Electronics*  
. 2005. Vol. 20. Pp. 361 – 369.  
<https://doi.org/10.1109/TPEL.2004.842992>

**14.** Berkowitz A.E., Hansen M.F., Parker F.T., Vecchio K.S., Spada F.E., Lavernia E.J., Rodriguez R. Amorphous soft magnetic particles produced by spark erosion. *J. of Magnetism and Magnetic Materials*  
. 2003. January. Vol. 254–255. Pp. 1–6.

**15.** Nguyen, P.-K., Sungho J., Berkowitz A.E. MnBi particles with high energy density made by spark erosion. *Journal of Applied Physics*. 2014. Vol. 115. Iss. 17. Pp. 17A756-1.

**16.** Nguyen P.K., Lee K.H., Moon J., Kim K.A., Ahn K.A., Chen L.H., Lee S.M., Chen R.K., Jin S. and Berkowitz A.E. Spark erosion: a high production rate method for producing Bi<sub>0.5</sub>Sb<sub>1.5</sub>Te

<sup>3</sup>  
nanoparticles with enhanced thermoelectric performance.

*Nanotechnology*  
. 2012. No 23. Pp. 1–7.  
<https://doi.org/10.1088/0957-4484/23/41/415604>

17. Kokorin V.V., Perekos A.O., Tshcherba A.A., Babiya O.M., Efimova T.V. Intermartensitic phase transitions in Ni-Mn-Ga alloy, magnetic field effect. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* . 2006. Vol. 302. Iss. 1. Pp. 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2005.08.010>

[PDF](#)