

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2020.03.069>

УДК 621.314: 621.373.54: 621.3.011.72

РОЗВИТОК НАПІВПРОВІДНИКОВИХ РОЗРЯДНО-ІМПУЛЬСНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ГРАНУЛЬОВАНИХ СТРУМОПРОВІДНИХ СЕРЕДОВИЩ

Журнал	Технічна електродинаміка
Видавець	Інститут електродинаміки Національної академії наук України
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Випуск	№ 3, 2020 (травень/червень)
Сторінки	69 – 78

Автори

Н.А. Шидловська*, чл.-кор. НАН України, **С.М. Захарченко****, докт. техн. наук
Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,
e-mail: shydlovska@ied.org.ua, snzakhar@ukr.net

* ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0002-9907-7416>

** ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0002-8597-8045>

Наведено аналіз еволюції напівпровідникових розрядно-імпульсних систем обробки гранульованих струмопровідних середовищ. Описано основні типи тиристорних генераторів розрядних імпульсів, особливості їх роботи, переваги та недоліки. Проаналізовано методи підвищення стабільності параметрів та зменшення тривалості розрядних імпульсів тиристорних генераторів. Показано шляхи підвищення питомої частки нанодисперсних та субмікронних ерозійних частинок, які отримані за допомогою тиристорних розрядно-імпульсних систем. Описано розвиток транзисторних генераторів розрядних імпульсів та наведено їх переваги і недоліки. Наведено алгоритми керування транзисторними генераторами імпульсів, які дозволяють зменшити їх нестабільність, та дана схема такого генератора. Показано шляхи підвищення техніко-економічних показників транзисторних генераторів імпульсів. Бібл. 36, рис. 2.

Ключові слова: розрядно-імпульсні системи, тиристорні генератори, транзисторні генератори, іскро- та плазмоерозійна обробка, гранульовані струмопровідні середовища

Надійшла 21.02.2020
Остаточний варіант 17.04.2020
Підписано до друку 05.05.2020

УДК 621.314: 621.373.54: 621.3.011.72

РАЗВИТИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ РАЗРЯДНО-ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ТОКОПРОВОДЯЩИХ СРЕД

Журнал	Технічна електродинаміка
Издатель	Институт электродинамики Национальной академии наук Украины
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Выпуск	№ 3, 2020 (май/июнь)
Страницы	69 – 78

Авторы

Н.А. Шидловская, чл.-корр. НАН Украины, **С.Н. Захарченко**, докт. техн. наук
Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев, 03057, Украина,
e-mail: shydlovska@ied.org.ua, snzakhar@ukr.net

Приведен анализ эволюции полупроводниковых разрядно-импульсных систем обработки гранулированных токопроводящих сред. Описаны основные типы тиристорных генераторов разрядных импульсов, особенности их работы, преимущества и недостатки. Проанализированы методы повышения стабильности параметров и уменьшения длительности разрядных импульсов тиристорных генераторов. Показаны пути повышения удельной доли нанодисперсных и субмикронных эрозионных частичек, полученных с помощью тиристорных разрядно-импульсных систем. Описано развитие транзисторных генераторов разрядных импульсов, приведены их преимущества и недостатки. Приведены алгоритмы управления транзисторными генераторами импульсов, которые позволяют уменьшить их нестабильность, и представлена схема такого генератора. Показаны пути повышения технико-экономических показателей транзисторных генераторов импульсов. Библ. 36, рис. 2.

Ключевые слова: разрядно-импульсные системы, тиристорные генераторы, транзисторные генераторы, искро- и плазмоэрозионная обработка, гранулированные токопроводящие среды

Поступила	21.02.2020
Окончательный вариант	17.04.2020
Подписано в печать	05.05.2020

Роботу виконано за держбюджетною темою «Розроблення теорії та принципів побудови енергоефективних перетворювальних пристроїв стабілізації та регулювання параметрів електромагнітної енергії для систем живлення сучасних електротехнологічних комплексів» (шифр «Сигма-Ш4»). Державний реєстраційний номер 0117U000291.

Література

1. Асанов У.А., Цой А.Д., Щерба А.А., Казекин В.И. Электроэрозионная технология соединений и порошков металлов. Фрунзе: Илим, 1990. 256 с.
2. Perekos A.E., Chernenko V.A., Bunayev S.A., Zalutskiy V.P., Ruzhitskaya T.V., Boitsov O.F., Kakazei G.N. Structure and Magnetic Properties of Highly Dispersed Ni-Mn-Ga Powders Prepared by Spark-erosion. *Journal of Applied Physics*. 2012. Vol. 112. Pp. 093909-1 – 093909-7. DOI: <https://dx.doi.org/10.1063/1.4764017>
3. Nguyen P.K., Lee K.H., Kim S.I., Ahn K.A., Chen L.H., Lee S.M., Chen R.K., Jin S., Berkowitz A.E. Spark erosion: a high production rate method for producing Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃ nanoparticles with enhanced thermoelectric performance. *Nanotechnology*. 2012. Vol. 23. P. 415604-1 – 415604-7. DOI: <https://doi.org/10.1088/0957-4484/23/41/415604>
4. Hong J.I., Parker F.T., Solomon V.C., Madras P., Smith D.J., Berkowitz A.E. Fabrication of spherical particles with mixed amorphous/crystalline nanostructured cores and insulating oxide shells. *J. Mater. Res.* 2008. Vol. 23. Issue 06. P. 1758–1763. DOI: <https://doi.org/10.1557/JMR.2008.0199>
5. Solomon V.C., McCartney M., Tang Y.J., Berkowitz A.E., O'Handley R.C., Smith D.J. Magnetic domain configurations in spark-eroded ferromagnetic shape memory Ni-Mn-Ga particles. *Appl. Phys. Lett.* 2005. Vol. 86. P. 192503-1 – 192503-3. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.1925319>
6. Liu Y., Zhu K., Li X., Lin F., Li Y. Analysis of multi-scale Ni particles generated by ultrasonic aided electrical discharge erosion in pure water. *Advanced Powder Technology*. 2018. Vol. 29. Issue 4. Pp. 863–873. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apt.2018.01.003>
7. 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. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2003. Vol. 254–255. Pp. 1–6. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-8853\(02\)00932-0](https://doi.org/10.1016/S0304-8853(02)00932-0)
8. Dvornik M.I. Nanostructured WC–Co particles produced by carbonization of spark eroded powder: Synthesis and characterization. *Int. Journal of Refractory Metals & Hard Materials*. 2010. Vol. 28. Issue 4. Pp. 523–528. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jirmhm.2010.02.011>
9. Monastyrsky G.E., Yakovenko P.A., Kolomytsev V.I., Koval Yu.N., Shcherba A.A., Portier R. Characterization of spark-eroded shape memory alloy powders obtained in cryogenic liquids. *Materials Science and Engineering*: A. 2008. Vol. 481–482. Pp. 643–646. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2006.12.213>
10. Danilenko N.B., Savelev G.G., Yavorovskii N.A., Khaskel'berg M.B., Yurmazova T.A., Shamanskii V.V. Water purification to remove As(V) by electropulse treatment of an active metallic charge. *Russian Journal of Applied Chemistry*. 2005. Vol. 78. No 10. Pp. 1631–1635. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11167-005-0575-6>
11. Даниленко Н.Б., Галанов А.И., Корнев Я.И., Балухтин П.В., Шиян Л.Н., Юрмазова Т.А., Яворовский Н.А., Савельев Г.Г. Применение импульсных электрических разрядов в

водных растворах для получения наноматериалов и их использование для очистки воды. *Нанотехника*. 2006. № 4(8). С. 81–90.

12. Kornev Ia., Saprykin F., Lobanova G., Ushakov V., Preis S. Spark erosion in a metal spheres bed: Experimental study of the discharge stability and energy efficiency. *Journal of Electrostatics*

2018. Vol. 96. Pp. 111–118. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.elstat.2018.10.008>

13. Щерба А.А., Захарченко С.Н., Лопатько К.Г., Афтандиянц Е.Г. Применение объемного электроискрового диспергирования для получения седиментационно устойчивых гидрозолей биологически активных металлов. *Праці Ін-ту електродинаміки НАН України*. 2009. Вып. 22. С. 74–79.

14. Лопатько К.Г., Мельничук М.Д. Фізика, синтез та біологічна функціональність нанорозмірних об'єктів. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2013. 297с.

15. Борисевич В.Б., Каплуненко В.Г., Косинов Н.В., Борисевич Б.В. Наноматериалы и нанотехнологии в ветеринарной практике. К.: ВД «Авіцена», 2012. 512 с.

16. Щерба А.А. Установка электроэрозионного диспергирования токопроводящих материалов. *Техническая электродинамика*. 1990. № 3. С. 88–92.

17. Щерба А.А. Тиристорные системы электропитания технологических установок с параметрической стабилизацией выходных характеристик. Сборник научных трудов «Преобразование и стабилизация параметров электрической энергии». Киев: Институт электродинамики НАН Украины, 1996. С.18–27.

18. Shcherba A.A., Zakharchenko S.N., Shevchenko N.I., Suprunovskaya N.I. Thyristor Discharge Pulse Generator with Controllable Parameters for Thechnological System for Volumetric Electric Spark Dispersion of Metal Granules. *Технічна електродинаміка*. Тематичний випуск «Силова електроніка та енергоефективність». 2005. Ч. 1. С. 57–60.

19. Щерба А.А. Принципы построения и стабилизации параметров полупроводниковых электроимпульсных систем электроискрового диспергирования слоя токопроводящих материалов. Сборник научных трудов. «Стабилизация параметров электрической энергии». Киев: Институт электродинамики АН Украины, 1991. С. 12 – 30.

20. Щерба А.А. Основные принципы построения многофазных стабилизированных источников питания установок электроэрозионного диспергирования металлов в жидкости. *III-ая всесоюзная конференция «Проблемы преобразовательной техники»*. Киев, Украина. 1983. Ч. 5. С. 59–62.

21. Захарченко С.Н. Особенности электромагнитных процессов в установках искроэрозионной коагуляции для систем водоподготовки тепловых сетей и агрегатов. *Н овини енергетики*. 2012. № 6. С. 41–48.

22. Захарченко С.М. Статистичні дослідження еквівалентного електричного опору гетерогенного струмопровідного середовища при його електроерозійній обробці на прикладі гранул алюмінію у воді. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2013. №1 (133). С. 62–67.

23. Щерба А.А., Супруновская Н.И., Иващенко Д.С. Определение вероятностных свойств электрических характеристик цепей электроразрядных установок с учетом стохастически изменяющихся их параметров. *Технічна електродинаміка*. 2019. № 4. С.

3–11. DOI:

<https://doi.org/10.15407/techned2019.04.003>

[//doi.org/10.15407/techned2019.04.003](https://doi.org/10.15407/techned2019.04.003)

24. Шидловская Н.А., Захарченко С.Н., Черкасский А.П. Нелинейно-параметрическая модель электрического сопротивления гранулированных токопроводящих сред для широкого диапазона изменений приложенного напряжения. *Технічна електродинаміка*. 2014. № 6. С. 3–17.

25. Щерба А.А., Супруновская Н.И., Иващенко Д.С. Моделирование нелинейного сопротивления электроискровой нагрузки для синтеза цепи разряда конденсатора по временным характеристикам. *Технічна електродинаміка*. 2014. № 3. С. 12–18.

26. Шидловська Н.А., Захарченко С.М., Черкаський О.П. Параметрична модель опору плазмоерозійного навантаження, адекватна в широкому діапазоні змін прикладеної напруги. *Технічна електродинаміка*. 2017. № 3. С. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2017.03.003>

27. Shcherba A.A., Zakharchenko S.N., Suprunovskaya N.I., Shevchenko N.I. The influence of repetition rate of discharge pulses on electrical resistance of current-conducting granular layer during its electric-spark treatment. *Технічна електродинаміка*. 2006. № 2. С. 10–14.

28. Захарченко С.Н. Повышение эффективности получения ультрадисперсных частиц металлов объемным электроэрозионным диспергированием их гранул в жидкости. *Технічна електродинаміка*. 2013. № 1. С. 16–23.

29. Шидловский А.К., Супруновская Н.И. Энергетические процессы в электрических цепях разрядноимпульсных установок с емкостным накопителем энергии при ограничении длительности его разряда на электроискровую нагрузку и ненулевых начальных условиях. *Технічна електродинаміка*. 2010. № 1. С. 42–48.

30. Shcherba A.A., Suprunovska N.I., Shcherba M.A. Transient Analysis in Circuits of Electric Discharge Installations with Voltage Feedback taking into Account the Recovery Time of Locking Properties their Semiconductor Switches. *Технічна електродинаміка*. 2018. № 3. С. 43–47. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2018.03.043>

[s://doi.org/10.15407/techned2018.03.043](https://doi.org/10.15407/techned2018.03.043)

31. Руденко В.С., Сенько В.И., Чижено И.М. Преобразовательная техника. К.: Вища школа, 1983. 431 с.

32. Лившиц А.Л., Отто М.Ш. Импульсная электротехника. М.: Энергоиздат, 1983. 352 с.

33. Захарченко С.Н., Кондратенко И.П., Перекос А.Е., Залуцкий В.П., Козырский В.В., Лопатько К.Г. Влияние длительности разрядных импульсов в слое гранул железа на размеры и структурно-фазовое состояние его электроэрозионных частиц. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2012. Т. 6. № 5 (60). С. 66–72.

34. Щерба А.А., Захарченко С.М., Супруновська Н.І., Шевченко Н.І., Монастирський Г.Є., Перетятко Ю.В., Петрученко О.В. Стабілізація режимів електротехнологічних систем для отримання іскроерозійних мікро- та нанопорошків. *Технічна електродинаміка*. Тематичний випуск «Силова електроніка та енергоефективність». 2006. Ч. 1. С. 120–123.

35. Захарченко С.Н., Руденко Ю.В. Сравнительный анализ алгоритмов импульсного заряда емкостных накопителей энергии для систем плазмоэрозионной обработки гетерогенных токопроводящих сред. *Праці Ін-ту електродинаміки НАН України*. 2014. Вип. 37. С. 100–108.

36. Захарченко С.Н., Руденко Ю.В., Черкасский А.П. Повышение точности

регулювання напруги на ємкостних накопичувачах енергії систем імпульсної плазмоерозійної обробки гетерогенних токопровідячих серед. *Технічна електродинаміка*

2016. № 6. С. 30–37. DOI:

<https://doi.org/10.15407/techned2016.06.030>

[PDF](#)



Цей твір ліцензовано на умовах [Ліцензії Creative Commons Із Зазначенням Авторства — Некомерційна — Без Похідних 4.0 Міжнародна](#)