МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Болгарская Академия наук
ООО «Научно исследовательское предприятие «Лазерные технологии»

ИННОВАТИКА-2018

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XIV Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых
26–27 апреля 2018 г.
г. Томск, Россия

Под редакцией А.Н. Солдатова, С.Л. Минькова

Scientific & Technical Translations
STT
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Томск – 2018

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНДЕНСАТОРНО-КОММУТАТОРНЫХ СБОРОК

Л.В. Кустова
Национальный исследовательский Томский государственный университет
hctech@yandex.ru

APPLICATIONS OF CAPACITOR-SWITCH ASSEMBLY

L.V. Kustova
National Research Tomsk State University

A search for the use of capacitor-switch assemblies was carried out.
Keywords: high-voltage capacitor, high-current switch, assembly.

В настоящее время силовая электроника является одной из востребованных и быстроразвивающихся областей техники.

В ИСЭ СО РАН разработаны различные конденсаторно-коммутаторные сборки (ККС), технические и эксплуатационные характеристики которых постоянно дорабатываются и улучшаются совместно с ООО «Сильноточные Технологии». ККС представляют собой высоковольтный импульсный конденсатор, конструктивно объединенный с сильноточным коммутатором, благодаря чему уменьшаются суммарная индуктивность и массо-габаритные параметры сборки.

Компания ООО «Сильноточные Технологии» начала свою деятельность 1 марта 2013 года. 15 марта 2017 года был получен патент РФ №169337 на полезную модель «Высоковольтный конденсатор с управляемым коммутатором».

ККС могут применяться в различных электрофизических установках, в которых используются емкостные накопители энергии и необходим быстрый вывод (сотни наносекунд – микросекунды) энергии из накопителя на полезную нагрузку.

Такие электрофизические установки находят свое применение во многих областях промышленности и науки:

- в медицине, биологии, пищевой промышленности, в сельском хозяйстве для обработки пищевых продуктов, а также для стерилизации в плазме электрических разрядов и очистки воды [1];
- для производства озона и очистка газовых выбросов [1];
- для разрушения материалов с помощью электрогидродинамического эффекта, например, для сложных демонтажных работ: ослабление перекрытия зданий перед его разрушением, очищение арматуры от бетона для заливки нового слоя [2]. Электрогидродинамический эффект

– это возникновение высокого давления при высоковольтном электрическом разряде между электродами, погруженными в непроводящую жидкость;

- для электроимпульсной дезинтеграции материалов. Этот способ разрушения горных пород и руд за счет их электрического пробоя с использованием импульсного высокого напряжения от емкостного накопителя энергии [3];
- для получения и обработки новых материалов (лучевая обработка, электроэрозионная обработка, электромеханическая обработка, электропластическая обработка, плазменная обработка для упрочнения материалов, для получения металлических порошков электрическим взрывом) [1,4,5];
- для магнитно-импульсной обработки материалов. Магнитно-импульсные установки представляют собой генератор однократных импульсов тока, который содержит высоковольтный емкостной накопитель энергии. Данные установки предназначены для штамповки, резки, сборки, импульсной сварки плоских, объемных и трубчатых заготовок из электропроводящих материалов, например, для авиационной и космической отрасли машиностроения [6, 7];
- в установках с электротермической пушкой или рельсовой электромагнитной пушкой . Электротермическая пушка имеет два электрода – катод и анод, между ними помещается заряд из хаотически переплетенных углеродных нитей. При импульсном разряде ёмкостного накопителя электрической энергии через промежуток катод – анод образуется углеродная плазма, которая используется как источник электронов, другими словами создается мгновенный выброс высокотемпературной плазмы. Рельсовая электромагнитная пушка – это установка, воздействующая на цель посредством разогнанного электропроводного материала до скорости несколько километров в секунду за счет мощного моментального разряда тока [8,9];
- для компактирования порошков электроштамповкой, а также электрогидродинамическим или электроимпульсным прессованием [10,11].

Наибольший полезный эффект от применения ККС может быть получен, когда от системы конденсатор-коммутатор требуется наименьшая индуктивность. Это актуально, прежде всего, для исследовательских сильноточных установок, где скорость вывода энергии является самым важным параметром. В качестве успешного примера такого использования ККС производства ИСЭ СО РАН можно привести установки с Х-пинчами. Система состоит из двух сильноточных генераторов с амплиту-

дой тока до 300 кА при времени нарастания 180 нс, нагрузкой которых являются Х-пинчи (Х-пинчи представляют собой две или более тонкие проволочки, скрещенные между собой в форме буквы «Х»). Такие системы применяются для исследования сжатого состояния вещества, для генерации рентгеновского излучения и т.д. [12].

Для промышленного применения важны оптимизация массогабаритов производственных установок, а также, увеличение срока службы. Например, с учетом данных требований, ООО »Сильноточные Технологии» специально разработало ККС для установки низкоэнергетических сильноточных электронных пучков «РИТМ-СП» компании ООО »Микросплав», которая позволяет осуществлять напыление нанопленок разных материалов на поверхность нужного изделия и последующее жидкофазное перемешивание материалов пленки и подложки интенсивным импульсным электронным пучком [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время имеется большое количество перспективных областей для применения конденсаторно-коммутаторных сборок, а также ККС уже нашли свое применение в некоторых из них. В последнее время значительно расширились области применения силовой электроники, которые охватывают почти все сферы жизни человека.

Для применения в уникальных научных установках на первое место выходят требования к номинальным параметрам: емкость, индуктивность и пр., тогда как для промышленных установок главным требованием является повышение ресурса до 10^9 циклов «заряд – разряд» и выше, а также условия эксплуатации в частотном и климатическом режимах [3]. Например, часто применяемое в конденсаторной технике касторовое масло не подходит для эксплуатации ККС при температурах меньше 0°, и требуется применение жидких диэлектриков, не меняющих своих свойств при пониженных температурах.

Литература

1. Высоковольтная импульсная техника // Импульсные конденсаторы [Электронный ресурс]. – URL.: https://www.mindomo.com/ru/mindmap/mind-map-84e7961547594142adc44916d4a98974 (дата обращения 07.03.2018).
2. «Арасар» возрождает отечественную технологию демонтажа на базе ЭГЭ [Электронный ресурс]. – URL: https://www.dp.ru/a/2016/10/31/Arasar_vozrozhdaet_oteche (дата обращения: 10.03.2018).
3. Курец В.И., Усов А.Ф., Цукерман В.А. Электроимпульсная дезинтеграция материалов. – 2002. – 306 с.
4. Марков А.Б. и др. Установка РИТМ-СП для формирования поверхностных сплавов // ПТЭ. – 2011. – № 6. – С. 122–126.

5. Производство нанопорошков // Томские нанопорошки [Электронный ресурс]. – URL: http://tomsknano.com/proizvodstvo/ (дата обращения: 09.03.2018).
6. Юсупов Р.Ю. Универсальные и специальные магнитно-импульсные установки нового поколения // Авиационная и ракетно-космическая техника. – 2012. – С. 125–128.
7. Оборудование и технология для магнитно-импульсной обработки металлов // PROGRESS INDUSTRIAL SYSTEMS SA [Электронный ресурс]. – URL: http://www.progressindustrialsystems.ch/ru/technology-and-equipment/magnetic-pulse-treatment-of-metals/ (дата обращения: 10.03.2018).
8. Моделирование воздействия микрометеоритов и фрагментов космического мусора на космические аппараты / А.А. Воробьев, Т.С. Зыкова, Д.Д. Спицын,и др. // Вопросы электромеханики. – 2011. – Т. 120. – С. 27–30.
9. Geektimes // Рельсотрон – оружие будущего [Электронный ресурс]. – URL: https://geektimes.ru/post/246270/ (дата обращения: 10.03.2018).
10. Компактированные порошоквые материалы // Кировградский завод твердых сплавов [Электронный ресурс]. – URL: http://order.kzts.ru/rus/powder/compact.html (дата обращения: 10.03.2018).
11. Ильющенко А.Ф., Ковтун В.А., Лукашанец А.А., Плескачевский Ю.М. Русско-Белорусский терминологический словарь по порошковой металлургии. – 2012. – 300 с.
12. Двухкадровая система импульсного зондирования в мягком рентгеновском диапазоне спектра на основе Х-пинчей / А.П. Артемов, А.В. Федюнин, С.А. Чайковский и др. Общая экспериментальная техника. Приборы и техника эксперимента. – 2013. – № 1. – С. 75–80.