

УДК 543.423

СПЕКТРОАНАЛИТИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ «ШАРОВАЯ МОЛНИЯ». МОДЕРНИЗАЦИЯ И РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ПРИБОРОВ

© В. В. Ращенко¹*Статья поступила 7 октября 2016 г.*

Дан краткий обзор новых генераторов электрического дугового и искрового разряда серии «Шаровая молния», разработанных предприятием «ВМК-Оптоэлектроника» в период 2011 – 2016 гг. и предназначенных для проведения атомно-эмиссионного спектрального анализа, а также представлен ряд схемотехнических изменений, улучшающих характеристики существующих генераторов. Дополнительно к известным генераторам ШМ-40 и ШМ-250 разработаны и выпускаются «облегченные» модификации генераторов «Шаровая молния». Дуговой генератор «ШАРМ» имеет те же параметры, что и ШМ-40 с током дуги до 20 А. Искровой генератор «СКАТ» формирует искровой разряд положительной полярности с параметрами аналогичными ШМ-250. Дуговой генератор «ШМ-20» формирует дуговой разряд переменного тока частотой 25 кГц и постоянного тока силой до 20 А. Проведена модернизация системы управления генераторами с использованием современных микроконтроллеров, позволяющих расширить возможности приборов и улучшить их характеристики.

Ключевые слова: атомно-эмиссионная спектрометрия; генератор; дуговой разряд; искровой разряд; генератор «Шаровая молния».

На протяжении последнего десятилетия генераторы серии «Шаровая молния» (ШМ) прочно закрепились на рынке спектроаналитического оборудования в составе установок для атомно-эмиссионного спектрального анализа, выпускаемых компанией «ВМК-Оптоэлектроника»². Компания постоянно проводит работы по модернизации существующих приборов и расширению ассортимента выпускаемых генераторов для решения актуальных задач атомно-эмиссионного спектрального анализа. Помимо известной серии генераторов ШМ-40 и ШМ-250, в настоящее время разработаны и выпускаются в ограниченном количестве дополнительные «облегченные» модификации генераторов «Шаровая молния». Основными потребителями таких генераторов являются лаборатории учебных заведений. Цель настоящей работы — ознакомить специалистов с новыми, а также модернизированными генераторами серии «Шаровая молния».

Дуговой генератор «ШАРМ». Внешний вид генератора «ШАРМ» представлен на рис. 1. Электрическая схема и характеристики этого генератора аналогичны генератору ШМ-40². Он обеспечивает те же режимы работы с максимальным током в дуге 20 А. Генератор снабжен панелью ручного управления и индикации режимов, что позволяет работать с ним без использования персонального компьютера. В 2013 г. несколько генераторов «ШАРМ» было установлено в

физическую лабораторию Томского государственного университета.

Искровой генератор «СКАТ» (рис. 2) обеспечивает формирование искрового разряда положительной полярности с регулируемыми параметрами искры, аналогичными ШМ-250², и максимальной средней выходной мощностью 300 Вт. Генератор также снабжен панелью ручного управления и индикации.

На рис. 3 приведена блок-схема генератора. Необходимое для его работы напряжение 400 В формируется с помощью повышающего преобразователя 2 с гальванической развязкой и затем подается на формирователь искровых импульсов 3. Плата поджига 5 формирует короткий импульс напряжения, который через повышающий трансформатор прикладывается к аналитическому промежутку и осуществляет его пробой.

Дуговой генератор «ШМ-20». Целью данной разработки было создание малогабаритного генератора, способного работать в режиме переменного тока на частоте 25 кГц. Переменный ток дает более устойчивую дугу, а при работе с угольными электродами обеспечивает их более равномерный расход. При высокой частоте переключения полярности нет необходимости повторного поджига аналитического промежутка в каждом полупериоде дугового разряда, так как при смене полярности дуга в силу некоторой инерционности не успевает погаснуть. Отсутствие повторного поджига позволило свести к минимуму уровень радиопомех и звуковой шум от работающего генератора.

Генератор также имеет возможность работы в режиме постоянного тока как положительной, так и от-

¹ ООО «ВМК-Оптоэлектроника», г. Новосибирск, Россия; e-mail: info@vmk.ru

² Гаранин В. Г., Ращенко В. В. Программируемые генераторы для возбуждения атомно-эмиссионных спектров «Шаровая молния» / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т. 78. № 1. Ч. II. С. 54 – 58.

рицательной полярности. На рис. 4 представлен внешний вид генератора «ШМ-20». Для работы в автономном режиме генератор снабжен панелью ручного управления. Он обеспечивает следующие режимы работы:



Рис. 1. Дуговой генератор «ШАРМ»



Рис. 2. Искровой генератор «СКАТ»

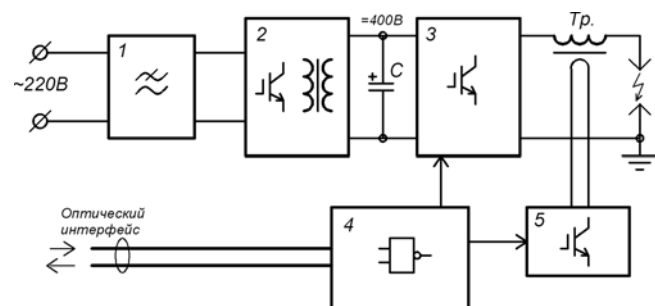


Рис. 3. Блок-схема генератора «СКАТ»: 1 — сетевой фильтр; 2 — повышающий преобразователь; 3 — формирователь искровых импульсов; 4 — контроллер; 5 — плата поджига

режим дуги переменного тока частотой 25 кГц;
режим дуги постоянного тока положительной либо отрицательной полярности;
максимальный ток дуги — 20 А.

На рис. 5 приведена блок-схема генератора. Выпрямленное напряжение сети поступает на ШИМ-регулятор тока и инвертор 3, преобразующий постоянный ток в переменный частотой 25 кГц. Переменный ток через разделительный трансформатор поступает на аналитический промежуток непосредственно либо через выпрямительный мост (в зависимости от выбранного режима работы). В схеме поджига в данном генераторе реализовано параллельное включение катушки поджига с применением дополнительного разрядника P .

Модернизация существующих генераторов. Использование современных микроконтроллеров в генераторах «Шаровая молния» позволило получить ряд дополнительных возможностей. В генераторах ШМ-250 с новой версией программного обеспечения появилась возможность выводить на монитор зависимость измеренного среднего тока от времени экспозиции в дуговом режиме, а также осциллограмму импульса тока в искровом режиме. Во всех генераторах «Шаровая молния» реализован режим дугового разряда с током синусоидальной формы с произвольной фазой отсечки и есть возможность измерения среднего либо действующего тока дуги.

Изменения коснулись также силовой части генератора ШМ-250. Модули преконвертора и инвер-



Рис. 4. Генератор «ШМ-20»

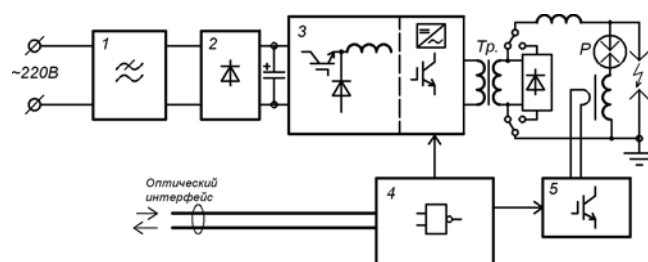


Рис. 5. Блок-схема генератора ШМ-20: 1 — сетевой фильтр; 2 — выпрямитель; 3 — ШИМ-регулятор тока и инвертор; 4 — контроллер; 5 — плата поджига