

УДК 537.811, 53.098

DOI: 10.17223/00213411/62/5/155

*А.В. ШНАЙДЕР, С.А. ПОПОВ, Е.Л. ДУБРОВСКАЯ, А.В. БАТРАКОВ***ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО АКСИАЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛЬНОТОЧНОЙ ДУГИ В ВАКУУМНОМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕ***

Исследовано влияние внешнего синхронного аксиального магнитного поля на характеристики вакуумного дугового разряда в диапазоне токов разряда от 6 до 14 кА. Амплитуда магнитного поля регулировалась в широких пределах (от 0 до 190 мТл) независимо от тока разряда, а удельная индукция магнитного поля (в мТл/кА) оставалась постоянной в течение горения дуги. Определена критическая удельная индукция магнитного поля, которая предотвращает контрагирование дугового канала в промежутке. Показано, что при наложении внешнего магнитного поля не формируется анодное пятно, а катод покрыт большим количеством микропятен, равномерно распределенных по его поверхности. Анализ зондовых токов показал, что в этих условиях плотность последующей плазмы снижается, а ее распад ускоряется.

Ключевые слова: аксиальное магнитное поле, вакуумный выключатель, сильноточная вакуумная дуга.

Введение

При отключении токов вакуумным сетевым выключателем в межэлектродном промежутке формируется дуговой разряд. При относительно малых токах (как правило, не превышающих 6 кА) дуга функционирует в диффузном режиме [1]. При этом эмиссионную роль и роль источника плазмы в разрядном промежутке играют катодные микропятна, равномерно распределенные по поверхности катода, а анод выполняет лишь пассивную роль коллектора заряженных частиц. По мере увеличения тока канал разряда контрагируется под действием собственного азимутального магнитного поля. При этом анод существенно разогревается, на нем формируется анодное пятно, являющееся мощным источником паров и плазмы, что может приводить к изменению самого механизма разряда. Плавление электродов сопровождается их более интенсивным износом, а наличие плотных паров в промежутке в процессе эскалации напряжения негативно сказывается на отключающей способности вакуумного выключателя.

Все эти недостатки присущи прежде всего контактам торцевого типа, которые наиболее просты в изготовлении, но не генерируют магнитных полей (кроме азимутального). Поэтому они используются в вакуумных выключателях, предназначенных для отключения относительно слабых ударных токов (до 5–6 кА) [2]. В сильноточных вакуумных выключателях используют контакты специальной формы, в которых при протекании тока генерируются дополнительные магнитные поля. Так, использование контактов с поперечным магнитным полем заставляет дуговой канал вращаться по поверхности электродов, не привязываясь к определенному месту, что снижает тепловую нагрузку на электроды [3].

В настоящее время наиболее перспективными с точки зрения отключения сильных токов являются электроды с аксиальным магнитным полем (АМП). Такие электроды содержат под контактной площадкой короткую катушку, генерирующую АМП при протекании тока самого разряда. Наличие АМП в разрядном промежутке препятствует контрагированию канала разряда и формированию анодного пятна и способствует стабилизации сильноточной вакуумной дуги в диффузном режиме [4]. В результате уменьшается эрозия контактов [5], повышается уровень отключаемых токов и улучшается отключающая способность [6].

Как уже отмечалось, в электродах с АМП поле генерируется протекающим через электрод током, т.е. синхронно с током разряда. Поэтому удельная индукция АМП, выраженная в мТл/кА (обычно до 7–8 мТл/кА), остается практически постоянной на протяжении всего разряда и может быть изменена только путем внесения изменений в конструкцию самих электродов. В этой связи большой интерес представляют лабораторные исследования с возможностью плавного регулирования индукции синхронного АМП.

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-79-20049).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>