

Т.П.Павленко

ТЕРМОЭМИССИОННАЯ АКТИВНОСТЬ КОНТАКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ СИЛЬНОТОЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В данной работе проведен анализ исследований нового контактного материала высокой дугостойкости для сильноточных электрических аппаратов. Эффект работы данного материала основан на явлении термоэмиссии, в результате чего можно регулировать процессами развития дугового разряда в приэлектродных областях.

Введение

В последнее время при теоретическом и экспериментальном исследовании термоэмиссионных дуговых катодов преобладает комплексный подход, заключающийся в совместном рассмотрении процессов в прикатодной области, на поверхности и в материале самого катода [1].

Нагрев катода в основном осуществляется за счет потока ионов, ускорившихся в зоне катодного падения потенциала. Плотность тока эмиссии зависит от уровня температуры и напряженности электрического поля, а также определяет эмиссионное охлаждение катода. В то же время эмитируемые электроны участвуют в образовании ионов пространственного заряда, определяющих поток ионов и напряженность электрического поля. Для оценки баланса энергии необходимо значение условий на поверхности привязки разряда и в зоне пространственного заряда, которые зависят от многих факторов: материала, геометрии и условий охлаждения катода, уровня тока, рода давления газа и т.п..

Анализ результатов исследований

Проведенные исследования показали, что путем изменения эмиссионных свойств электродного материала можно влиять на приэлектродные процессы дугового разряда, а следовательно, и на интенсивность эрозии рабочей поверхности электрода.

Высокий уровень тока и длительный ресурс работы могут обеспечить катоды с добавками высокой активности в материале-основы, которые обладают низкой работой выхода, в результате чего уменьшается катодное падение потенциала, плотность тока и температура в катодном пятне.

Наибольшее значение активных веществ заключается в их повышенной способности к химическим реакциям. Особое реакционное поведение активных твердых фаз находит в своем отражении то, что превращение в реакциях, в которых они участвуют, пропорционально не количеству твердого вещества, а его поверхности. Увеличение поверхности является как раз одной из основных причин активации.

Наличие эмиссионно-активной фазы определенного размера в электродном материале обуславливает развитие на рабочей поверхности псевдодиффузионного дугового разряда. При этом на катоде возникают катодные пятна 1 рода, которые характеризуются высокой подвижностью и малыми размерами.

Интенсивность эрозии снижается в результате уменьшения теплового потока со стороны катодного пятна и, соответственно, меньшего разогрева электрода в зоне привязки дуги.

Учитывая динамику развития эрозионных процессов на контактах сильноточных электрических аппаратов под действием дугового разряда желательно, чтобы эмиссионная структура их рабочей поверхности состояла из равномерно расположенных частичек материала с низкой работой выхода на фоне проактивированного материала – основы, работа выхода которого должна быть ниже значения работы выхода чистого материала- основы. При этом температура термического дезактивирования материала – основы должна быть ниже его температуры плавления.

Выбранный активатор должен удовлетворять следующим требованиям: в многофазной системе он должен активировать хотя бы один из металлов; желательно, чтобы активировалась наиболее дугостойкая фаза

Данная сфера исследования контактной композиции охватывает очень большой спектр вопросов, связанных с такими областями как химия, физика, металловедение, а также необходимо обратить внимание на следующие виды явлений, такие как электромагнитные, дуговые, электродинамические, механические и т.д.

Исходя из вышесказанного, для достижения требуемых характеристик контактной композиции были подобраны элементы, обладающие высокими электро- и теплопроводностью, достаточной температурой плавления, высокой твердостью, а главное – достаточной совместимостью компонентов. Компонентами материала данной композиции является серебро (70%), никель (30%), активирующая добавка с различным %-ым содержанием в зависимости от применяемости контактного материала, изготовленной методом порошковой металлургии. С учетом сказанного, в качестве активатора выбран оксид или гидроксид

Проведенные предварительные испытания композиций как на стендах, установках и в электрических аппаратах показали, что разработанные составы серебросодержащих контактных материалов высокой дугостойкости, обеспечиваемые особой эмиссионной структурой рабочей поверхности, показали уменьшение эрозии контактов в 1,5...2 раза по сравнению с серийными композициями близкого состава. Особый характер эрозии уменьшает склонность к свариванию и в большинстве случаев позволяет отказаться от применения высокотоксичных и с большим (на 15 %) содержанием серебра промышленных композиций КМК-А10м (серебро-окись кадмия). Предлагаемый материал не требует изменения технологии изготовления контактов и позволяет использовать одноименные композиции. Как показали эксплуатационные испытания в контактных системах и дальнейшие исследования материала, работа выхода снижается от 4,5 эВ (чистого никеля) до 1,52 эВ-2,6 эВ. металла (MeO и Me(OH)₂). Работа выхода MeO – 0,99 эВ, Me(OH)₂- 1,5 эВ [1,2], в качестве материала-основы выбрана композиция на основе серебро-никель (КМК-А30). При активировании никеля работа выхода снижается от 4,5 эВ до 1,52 эВ, серебра – 4,3...1,56 эВ. Существенным различием этих активаторов является их температура плавления: 1920⁰С для MeO, что существенно выше температуры плавления Ni, Ag (1460⁰С, 960⁰С), и 760⁰С Me(OH)₂, что ниже температуры спекания (860⁰С ...1030⁰С).

Исходя из многочисленных исследований нового контактного материала, можно сказать, что характер износа рабочей поверхности активированных контактов после испытаний, в различных конструкциях электрических аппаратов,

остается неизменным, т.е. равномерный, без следов глубоких кратеров и разбрызгивания материала композиции (рис.1). Из проведенных экспериментов также видно, что характер изменения скорости движения дуги в зависимости от тока и напряженности магнитного поля соответствует некоторым закономерностям. С увеличением напряженности поля уменьшается значение тока дуги, начиная с которого скорость дуги резко возрастает.

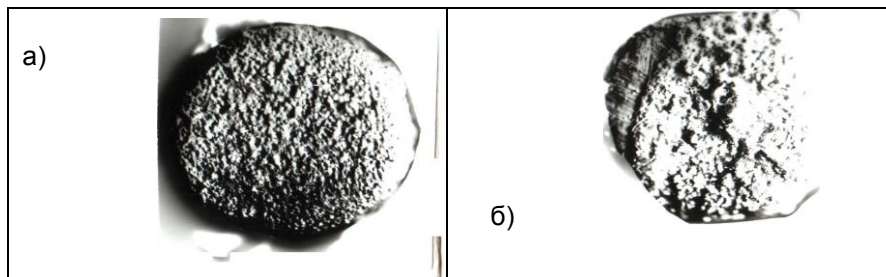


Рис. 6.5. Рабочая поверхность контактов после испытания
а) активированная композиция;
б) не активированная композиция (КМК-А30)

Вывод

Таким образом, исходя из приведенного анализа исследований контактного материала, можно сказать, что стационарная эмиссионная структура изготовленных образцов (контактов) и развитие процесса активирования в зависимости от температуры удовлетворяет указанным выше требованиям, предъявляемым к эмиссионной структуре рабочей поверхности контакта. Проведенные испытания образцов подтверждают влияние эффекта активации, в результате чего резко снижается износ рабочей поверхности контактов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фоменко В.С. Эмиссионные свойства материалов. Справочник.- Киев: "Наукова думка", 1981.- 338 с.
2. Физико-химические свойства окислов. Справочник ./Под ред. Самсонова Г.В.- М.: Металлургия, 1978.- 472 с.
3. Дугостійкий електричний контакт. Патент 6960 від 30.03.95. Кригіна Т.П., Павленко Ю.П. та інші.

