

ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ НА ИЗНОС ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ

Павленко Т.П., к.т.н, доц.

Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"

Украина, 61002, Харьков, ул. Фрунзе, 21, НТУ "ХПИ", каф. "Электрические машины"

тел. (057) 707-68-44, факс (057) 707-66-01

У роботі розглянуті питання впливу процесів активації на знос електричних контактів. Враховуючи особливості нового контактної матеріалу, а саме термоемісійну активність при виготовленні і експлуатації в реальних умовах, можна сказати, що така контактна композиція може застосовуватися в конструкціях електричних апаратів з дуговою комутацією.

В работе рассмотрены вопросы влияния процессов активации на износ электрических контактов. Учитывая особенности нового контактного материала, а именно термоэмиссионную активность при изготовлении и эксплуатации в реальных условиях, можно сказать, что такая контактная композиция может применяться в конструкциях электрических аппаратов с дуговой коммутацией.

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая необходимость в низковольтной аппаратуре, перед учеными стоит вопрос постоянного ее обновления. Поиск новых решений дает возможность уменьшения габаритных размеров аппаратов, улучшения параметров и характеристик срабатывания, осуществления подбора новых композиционных материалов для контактных, магнитных, токоведущих, изоляционных и т.п. систем.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Известно, что процесс коммутации в электрических аппаратах сопровождается дуговым разрядом в межконтактном промежутке при размыкании контактов. В результате, наблюдается интенсивный износ (эрозия) контактной поверхности. Скорость эрозии поверхности катода находится в тесной связи с температурой катода пятна, плотностью тока, катодного падения потенциала и т.п. [1]. Время неподвижности дуги и скорость последующего ее движения под действием магнитного поля зависят от материалов контакта, причем существенное значение имеет их температура.

Рассмотренные изотермы поверхности контакта (рис. 1.) нагреваемой дугой, перемещающейся со скоростью 10^2 см/с показывают, что основной объем расплавленной ванны, имеющей каплевидную форму, располагается позади движущегося теплового источника. Каплевидная форма ванны может привести к совершенно различному механизму разрушения контакта при разных видах дутья. Так при воздушном дутье зона уплотнения находится за движущейся дугой, зона наибольшей турбулентности охватывает максимальный объем расплавленной ванны, что должно приводить к интенсивному разбрызгиванию и выдуванию расплавленного металла. Существуют различные способы уменьшения эрозии рабочей поверхности контактов. В основном это те, которые способствуют уменьшению времени существования дуги на контактной поверхности, например, дугогасительные устройства. Одним из распространенных способов является активирование поверхности [2], которое можно получать распылением или

конденсацией атомных и молекулярных паров, в результате чего на подложке происходит неупорядоченное осаждение. Полученные таким способом активированные поверхности обладают хорошими электрическими, механическими, магнитными свойствами. В момент возникновения дуги между контактами под действием температуры происходит переход зарядов от активного состояния к упорядоченному, что говорит о быстром и скачкообразном изменении перехода основания дуги по рабочей поверхности контакта.

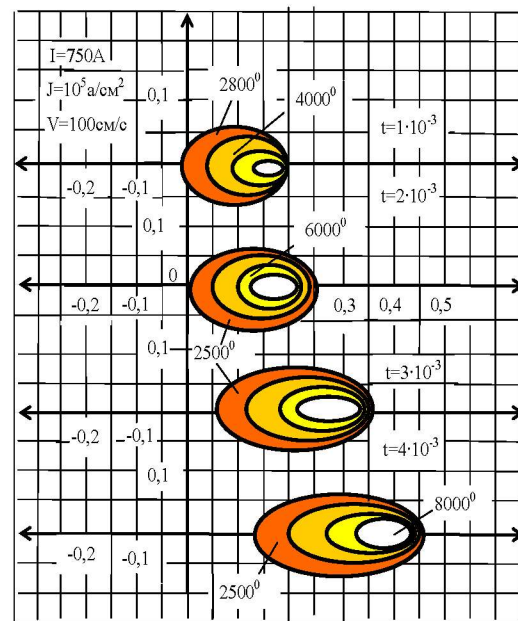


Рис. 1. Изотермы на поверхности контакта

Кроме того, активные добавки имеют высокую способность к химическим реакциям, что может приводить к увеличению поверхности активирования. Химические реакции могут протекать по двум направлениям:

- твердые тела активируются механически, и непосредственно после этого осуществляется реакция с подходящим компонентом;
- участники реакции находятся в системе механической активации (влияние дуги).

Учитывая влияние активации, в данном случае появляются состояния с более сильным возбуждением частиц или реакции со значительно большими энергиями активации. Общий вид активации имеет следующий вид (рис. 2):

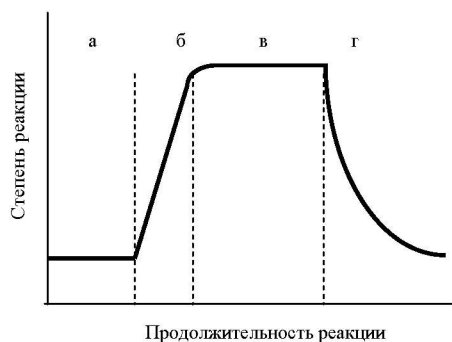


Рис. 2. Схема протекания реакции:

- а) реакция в необратимом состоянии; б) период индукции;
- в) ход реакции во время активации; г) период затухания

Без механического активирования (рис. 2, а) наблюдается или незначительное превращение или оно совсем не происходит. При механической обработке происходит активация и реакция превращения усиливается (рис. 2, б). За этим индукционным периодом следует период стационарного течения реакции, соответствующий данным условиям обработки (рис. 2, в). После прекращения подвода энергии активность поверхности и скорость реакции падает (рис. 2, г).

Анализируя различные способы активирования, и учитывая, что катодное пятно преимущественно привязывается к участкам, имеющим более низкую работу выхода, автор предлагает контактную композицию, имеющую локально-контрастную эмиссионную структуру рабочей поверхности, а именно, чередование участков с большей и меньшей работой выхода. Такая структура достигается активированием материала – основы и при этом контрастность обеспечивается за счет наличия на поверхности зерен с различными кристаллографическими плоскостями. С учетом сказанного, в качестве активатора выбран оксид или гидроксид 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: $1920^{\circ}C$ для MeO , что существенно выше температуры плавления Ni , Ag ($1460^{\circ}C$, $960^{\circ}C$), и $760^{\circ}C$ $Me(OH)_2$, что ниже температуры спекания ($860^{\circ}C$... $1030^{\circ}C$).

Для исследований изготовлен образец контакта методом порошковой металлургии из контактного материала композиции $AgNi$ с активатором $Me(OH)_2$.

Как показали исследования в термоэмиссионном микроскопе, эмиссионная структура активированных материалов неоднородна: зерна серебра (светлые) имеют значительно большую работу выхода, по сравнению с зернами никеля (темные). На их фоне выделяются, превосходя по яркости, частицы активатора и

его скопления по границам зерен. Отсюда можно сделать вывод, что Ni находится в активированном состоянии по сравнению с Ag в присутствии данного активатора (рис. 3)

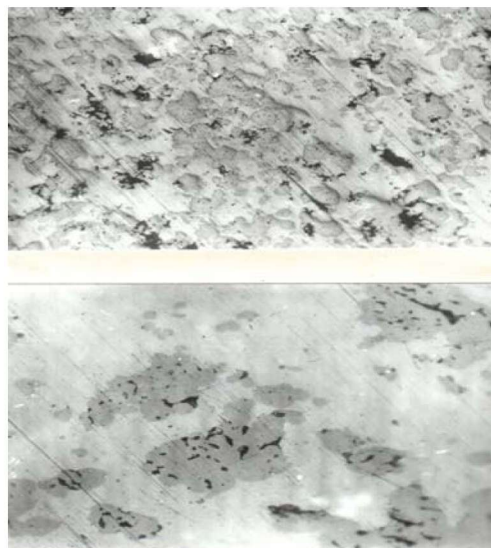


Рис. 3. Микроструктура контактов с примесью активатора (ув.100-500)

Исследования влияния температуры на эмиссионную структуру показали (рис. 4), что при температуре $600...650^{\circ}C$ (рис. 5, а) начинают светиться частички активатора, что подтверждает их низкую работу выхода при данном фазовом составе материала. До температуры $700...750^{\circ}C$ (рис. 4, б) наблюдается процесс активирования никеля, что проявляется в последовательном покрытии зерен никеля светлой пленкой. При этом наблюдается разная яркость зерен, что объясняется их разной кристаллографической ориентацией. При температуре $850^{\circ}C$ (рис. 4, в) происходит дезактивирование никеля при дальнейшем увеличении эмиссии частиц активатора

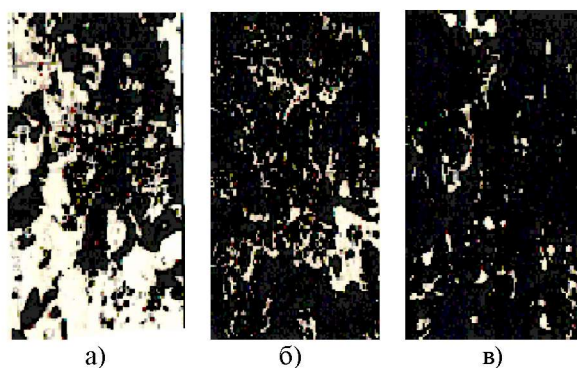


Рис. 4. Термоэмиссионное изображение с примесью активатора (ув. 490)

Это говорит о том, что при неизбежном термическом дезактивировании участков в зоне контактных пятен инициируется их перемещение на участки с более низкой температурой (рис. 5).

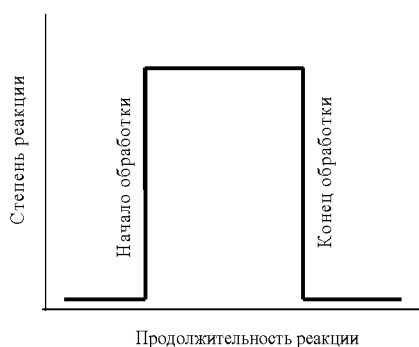


Рис. 5. Схема протекания реакции без периодов индукции и затухания

Таким образом, анализируя рис. 3, рис. 5 можно сказать, что стационарная область у самых разных реакций примерно одинакова, а периоды индукции и затухания протекают различным образом. На рис. 5 степень превращения в период индукции повышается очень круто с началом данной реакции, что говорит о возникновении дуги и высокой скорости превращения (активирования), а в момент прекращения горения дуги или возбуждения частиц, что приводит к резкому снижению температуры - наблюдается крутой спад.

Проведенные эксперименты и результаты, полученные с помощью термоэмиссионного микроскопа, также показали, что контактная поверхность имеет резко выраженный эмиссионный контраст. Деактивация наступает при температуре, что ниже температуры плавления не только никеля, но и серебра. Это дает основание говорить о том, что следует ожидать заметного уменьшения эрозии поверхности контактов.

Как показали предварительные испытания данной композиции в системе с контуром, содержащим магнитное дутье и при токе 3,7-10,5 кА, а также в некоторых электрических аппаратах (табл), эрозия активированной композиции 1,5 -2,5 раза меньше, чем не активированной и имеет резкий контраст по характеру.

Испытания нового контактного материала также проводились в конструкциях электрических аппаратов. А именно в автоматических выключателях (табл. 1).

Таблица 1

Результаты испытаний автоматических выключателей

Аппарат	Параметры	Режимы испытаний на соответствие ТУ			
		Контактные композиции КМК-А30м/КМК-А10м		СН30* СН30* (активир.)	
		Ком. износ	ПКС, кА О-ВО (износ)	Ком. износ	ПКС, кА О-ВО (износ)
ВА51-35	$I_n=250A$	4000 ц. 40 %	15-18 100%	4000 ц. 20 %	15-18 80%
ВА51-37	$I_n=400A$	2000 ц. 35 %	25 100 %	2000 ц. 25%	25 80-90 %
ВА51-39	$I_n=630A$	2000 ц. 40 %	35 100 %	2000 ц. 30 %	35 85 %
ВА57-31	$I_n=100A$	2000 ц. 35 %	25-60 100 %	2000 ц. 25 %	25-75 85 %

Из проведенных экспериментов также видно, что характер изменения скорости движения дуги в зави-

симости от тока и напряженности магнитного поля соответствует некоторым закономерностям. С увеличением напряженности поля уменьшается значение тока дуги, начиная с которого скорость дуги резко возрастает.

Наличие эмиссионно-активной фазы определенного размера в электродном материале обуславливает развитие на рабочей поверхности псевдодиффузионного дугового разряда. При этом на катоде возникают пятна I 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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, данную композицию с определенным содержанием активирующей добавки можно использовать в аппаратах с дуговой коммутацией тока. Полученные результаты исследований открывают новый эффективный путь улучшения параметров электрических аппаратов и экономии дорогостоящей составляющей композиции – серебра. Данная активирующая добавка способствует созданию грубодисперсной композиции, которую можно использовать при одноименном контактировании поверхностей, а также имеется возможность отказа от токсичных компонент, которые используются в электрических контактах для быстрого гашения дуги, например, окиси кадмия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Зькова Н.М., Канцель В.В., Раховский В.И. Изучение электронных пятен сильноточной электрической дуги при различных давлениях в инертных газах в вакууме. – В кн. Сильноточные электрические контакты. Киев, Наукова думка, 1970. – 110 с.
- [2] Фоменко В.С. Эмиссионные свойства материалов. Справочник. - Киев: "Наукова думка", 1981.- 338 с.
- [3] Физико-химические свойства окислов. Справочник. / Под ред. Самсонова Г.В.- М.: Металлургия, 1978.- 472 с.
- [4] Дугостійкий електричний контакт. Патент 6960 від 30.03.95. Кригіна Т.П., Павленко Ю.П. та інші.

Поступила 14.09.2006