

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ-БЕЗОПАСНЫХ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Иван Радько

*Национальный Университет биоресурсов и природопользования Украины
г. Киев, ул. Героев Обороны 15*

Ivan Rad'ko

National university of life and environmental sciences of Ukraine

Аннотация. В состав серийных контактов типа КМК-А10, выпускающей в настоящее время промышленность Украины, входит токсичный оксид кадмия. Пары оксида кадмия (CdO), возникающих при горении дуги, вредно влияют на организм человека.

На 25 сессии ООН в 2009 году была принята Программа ООН по окружающей среде. Этой программой поручено всем странам постепенное изъятие токсичных добавок из состава контактных материалов.

В данной работе представлены результаты исследований создания нового коммутационного экологически безопасного контактного материалом на основе серебра и добавки оксида олова.

Ключевые слова: контакт-детали, коммутационные аппараты, плазма, электрическая дуга, энергия, электрическая эрозия.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В электроустановках, используются в технологических процессах сельского хозяйства, широкое применение получили аппараты управления и защиты [11]. Основными материалами для контакт-деталей этих аппаратов управления и защиты на сегодняшний день является материал на основе серебра, типа КМК-А10 (85% Ag +15% CdO) [2, 6, 7]. В состав компонентов этого контактного материала входит оксид кадмия, который при горении дуги испаряется и попадает в окружающую среду.

Согласно ГОСТ 12.1. 005-88 относится к первому классу чрезвычайно опасных веществ и вредно влияет на живые организмы [5].

Поэтому обеспечение экологически безопасной эксплуатации коммутационных аппаратов в сельскохозяйственной и перерабатывающей отраслях является важной проблемой исследований [5; 8,12].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Во все времена исследователи всего мира мечтали получить недорогой состав композиционных электрических контактов с сохранением тех свойств имеющих благородные металлы. В настоящее время для коммутационных аппаратов, одним из основных направлений исследований по изучению эрозионных процессов, происходящих на поверхности контактов, является изучение теплового режима и установления зависимости расплавленной зоны от тока и состава композиции контактного материала [3, 6, 9; 10].

Высокая эрозионная стойкость контактов с композицией серебро - оксид кадмия достигается положительными свойствами оксида кадмия. Композиция обладает уникальной способностью к дугогашению, стабильностью контактного сопротивления, стойкостью к эрозии и сварки [3]. Вместе с тем оксид кадмия при температуре 900 °С сублимирует и попадает в окружающую среду [5].

Металлоперерабатывающий завод INMET Института цветных металлов (Польша) начал изготавливать контактный материал серебро - оксид олова, где токсичный оксид кадмия изъято [8], но рабочая поверхность такого материала подвергается значительному окислению, приводит к перегреву, а это снижает надежность и срок службы аппаратов.

Композиции медь-хром [17] и вольфрам-медь-сурьма [7] показали неудовлетворительные результаты на коммутационную устойчивость [11].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью повышения экологической безопасности коммутационных аппаратов в электроустановках, применяемых на предприятиях переработки сельскохозяйственной продукции, является полное извлечение из

материала силовых контактов коммутационных аппаратов токсического оксида кадмия.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В настоящее время в электроустановках, что используются в технологических процессах сельского хозяйства, широкое применение получили аппараты управления и защиты - автоматические выключатели, контакторы, электромагнитные пускатели, электромагнитные реле и т.д. [11].

Основным материалом для контакт-деталей вышеперечисленных аппаратов является материал на основе серебра, типа КМК-А10 (85% Ag + 15% CdO) [2, 6, 7].

Оксид Кадмия (CdO) согласно ГОСТ 12.1.005-88, относится к первому классу чрезвычайно опасных веществ. Он влияет вредно на организм человека - бронхо-легочной системы, на кожу и подкожную клетчатку, на нервную систему, на обмен веществ, на кровеносную систему [5].

Задачей повышения экологической безопасности коммутационных аппаратов в электроустановках, применяемых в животноводстве, птицеводстве и предприятиях переработки сельскохозяйственной продукции является полное изъятие из материала силовых контактов коммутационных аппаратов токсического оксида кадмия.

Практически невозможно создать универсальный контактный материал, который бы отвечал всем существующим требованиям, а поэтому в зависимости от функционального назначения контактного узла приходится принимать компромиссное решение. Для надежной работы коммутационных аппаратов с экологически безопасными контактами они должны противодействовать воздействию электрической дуги, химически и биологически агрессивной атмосфере животноводческих и птицеводческих помещений и механическим нагрузкам [1].

Целом материалы контактов должны удовлетворять такие требования [1.2.3]

- стабильность переходного сопротивления;
- высокая удельная электропроводность;
- высокая эрозионная стойкость;
- высокая коррозионная стойкость;
- высокие дугостойкость и противодействие свариваемых;

- сочетание механической прочности и высокой пластичности;
- экологическая безопасность окружающей среды.

Контакты автоматических выключателей, работающих в диапазоне значительных токов (включения - выключения токов короткого замыкания), должны обеспечивать стабильность переходного сопротивления при воздействии агрессивных реагентов атмосферных животноводческих и птицеводческих помещений в сочетании с высокими дугостойкостью и устойчивостью к сварке иметь высокую Электроэрозионную устойчивость.

Материалы для контакт-деталей коммутационных аппаратов выбираются на основе сформулированных выше требований и анализа характеристик компонентов композиционных контактных материалов на основе серебра [7,18,19].

Контактный материал на основе серебро-оксид олова (Ag-SnO₂) согласно литературным данным [1, 8] является одним из перспективных материалов для замены контактов с наличием в них оксида кадмия (CdO), токсичность которого побуждает к поиску заменителя.

Серебро-оксид олова обладает высокой эрозионной стойкостью и высоким сопротивлением называемому рения

Основной недостаток этого материала - образование на рабочей поверхности контакта слоя термостабильного оксида олова с высоким удельным электросопротивлением, что приводит к перегреву контактов при длительном протекании через рабочие поверхности [11].

Этот недостаток можно устранить введением небольших добавок оксида вольфрама (WO₃) или карбида вольфрама (WC) в количестве 0,5 масс%.

Как показали испытания после 5·10⁴ циклов коммутаций в режиме АС-4 перегрев контактов из материала Ag-12 SnO₂ составлял 300 °С, а контактов КМК А10м - 180 °С.

Температура перегрева контактов с нового материала [12, 16] Ag-12% SnO₂-4% In₂O₃-2% Zr-0,5% WO₃ составляла 180 °С.

Микроструктурный анализ исследовательского материала на основе серебра с оксидными надбавками позволил выявить общую картину распределения оксидных добавок в серебряной матрице [Рис. 1]

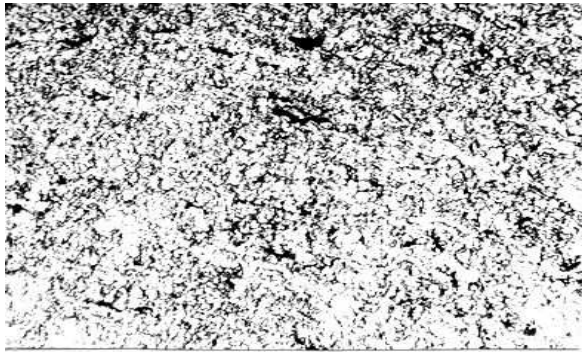


Рис. 1. Микроструктура исследовательского безопасного контактного материала X 150
Fig.1. Microstructure Research environmentally safe of contact materials

Кроме этого поведение композиционного материала при электрической эрозии зависит от размеров частиц оксидов, их объемного количества и прочности поверхности раздела.

Данный материал формирует слои наработки при воздействии электрической дуги и установления основных структурных особенностей наработки, влияющие на эрозионную устойчивость электрических контактов [17].



Рис. 2. Слой наработки рабочей поверхности контакт-детали X 400
Fig. 2. Layer achievements of the working surface of contact part X400

Слой наработки из тонкодисперсных структурой ограничено связан с основным материалом контакта. Он отличается от основного материала фазовыми и химическими составами, структурой и свойствами, в зна-

чительной степени определяют характер эрозии и эрозионной стойкостью контактов.

Слои наработки возникают как результат реакции материала контакта на воздействие электродугового разряда и вибраций при коммутации. Как показали исследования, отдельные типы слоев наработки способны выполнять защитные функции, повышать эрозионную устойчивость контактов.

Основные технологические приемы, используемые при изготовлении контактов, можно условно разделить на две группы:

- Простое смешивание порошков серебра и оксидов олова, вольфрама и индия с последующим прессованием, спеканием, экструзией и т.п.;

- Внутреннее окисление (ПО) сплавов из серебра, олова, индия, вольфрама или порошков этих сплавов.

Технология внутреннего окисления дает возможность получить равномерное и мелкодисперсное распределение окиси в серебряной матрицы, благоприятно сказывается на эрозионной устойчивости контактов, применяется в коммутационных аппаратах малой и средней мощности.

Внутреннее окисление контактных материалов имеет ряд ограничений. Если оно производится после предоставления контакта законченную форму, и оксиды имеют тенденцию огрубляться и контакты имеют разный состав и размер оксидов по высоте. Эти трудности устраняются, если состав предварительно измельчить, а затем подвергнуть внутреннему окислению с последующим прессованием методами порошковой металлургии.

Целью исследования является отработка технологии получения порошков сплавов Ag-Sn-In-W и их внутреннего окисления объясняется влияние количества Zn, W на структуру и свойства контактов на основе Ag-SnO₂.

Исходными материалами для исследования контактного материала служили порошки Ag, SnO₂, In₂O₃, WO₃, Zr, которые смешивались в заданной пропорции в сухую.

По окончании смешивания добавляли 3% раствор поливинилового спирта в воде с расчета: 8-10 мл на 100 г смеси.

Смесь серебра с оксидами подвергалась восстановлению в атмосфере водорода. Тем-

пературы восстановления колебалась в интервале 600-700 °С, время выдержки 1-2,5 часа.

Смесь, остыла, протиралась через сито № 01. Полученные порошки сплавов Ag-Sn-In-W подвергались внутреннему окислению. Порошок с различными составляющими распределялся тонким слоем 1-1,5 мм в лодочки из нержавеющей стали и загружался в трубчатую печь, через которую пропускали кислород. Температура окисления составляла 700-750 °С, время выдержки 1-2 часа. К окисленных порошков добавляется порошок циркония и контакты прессовались под давлением 2-2,5 МПа.

После прессования контакты спекались в воздушной среде при 900 °С в течение 1 часа, допрессовывались при 6 МПа, по-вторно спекались при 800 °С в течение 1 час., калибровались при давлении 9 МПа и обжигались при 500 °С в течение 1 часа [13,14,15,16].

ВЫВОДЫ

Материалы контактов типа КМК А10М (ГОСТ 3884-77), которые серийно производятся и применяются в коммутационных аппаратах напряжением до 1000 В, является экологически опасные, имеют в своем составе токсичный ингредиент - оксид кадмия (CdO).

В результате исследований разработан новый композиционный контактный материал: Ag-12% SnO₂-4% In₂O₃-2% Zr-0,5% WO₃ с повышенной экологической безопасностью, за счет исключения из материала контакта токсичность оксида кадмия (CdO). На новый контактный материал получен патент Украины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Usov V.V. 1963. Metallovedenie elektricheskikh kontaktov - Moskva: Gosenergoizdat, - 208.
2. Afonin M.P. 2004. Sloi narabotki pri ekspluatatsii kontaktov iz kompozitsii srebro - oksid kadmija // Trudy instituta problem materialovedenija im. I.N. Frantsevicha NAN Ukraina. -119-125.
3. Egorov E.G. 2000. Ispytanie i isledovanie nizkovoltnyh kommutatsionnyh elektricheskikh apparatov - Cheboksary: Chuvashskij universitet, - 448.
4. Butkevich G.V. 1978. Elektricheskaja erozija

silnotochnykh kontaktov i elektrodov - Moskva: Energija, - 239.

5. Programma Organizatsii Obedinennyh Natsij po okruzhajuschej srede: 25 sessija 16 fevralja 2009 g. - Najrobi.
6. Rahovckij V.I. 1966. Razryvnyie kontakty elektricheskikh apparatov - Leningrad: Energija, - 289.
7. Ovchinnikova M.N. 2005. Klassifikatsija materialov dlja elektricheskikh kontaktov nizkovoltnoj apparatury i oblasti ih primenenija v elektronike // Trudy instituta problem materialovedenija im. I.F. Frantsevicha NAN Ukrainy. - 153-160.
8. <http://www.inmet/gliwice.pl> 2005/.
9. Bron O.B. 1970. Potoki plazmy v elektricheskoi duge vykljuchajuschih apparatov / Leningrad: Energija, - 211.
10. Harin C.N. 1977. Matematicheskie modeli teplovyh protsessov v elektricheskikh kontaktah / Alma-Ata: Nauka, - 236.
11. Kohanickij C.P., 1990. Tehnichne obslugovuvannja ta remont sylovogo elektroobladnannja - K: Urozhaj - 112.
12. Kontakty z pidvyschenuju ekologichnoju bezpechnistju v nyzkovoltnykh komutatsijnyh aparatah / Radko I.P., SCherbak T.V., Vlacenko JU.P., Kohanivskij V.O. // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 13D. 301-304.
13. Patent 19931 Ukrajina. Spechenyj material dlja elektrychnykh kontakt detalej / Radko I.P. zamovnyk ta patentotrymach Natsionalnyj universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy. - opubl. 2006, Bjul. №11.
14. Patent 21466 Ukrajina. Metalokeramichnyj bimetalevyj elektrichnyj kontakt / Radko I.P. Zamovnyk ta patentotrymach NUBiP Ukrainy. - opubl. 15.03.2007, Bjul. №3.
15. Patent 49214 Ukrajina. Kontaktna duga dlja avtomatychnykh vymykachiv / Radko I.P. Zamovnyk ta patentotrymach NUBiP Ukraini. - opubl. 26.04.2010, Bjul. №8.
16. Patent 93778 Ukraini. Material dlja elektrichnykh kontaktiv komutatsijnyh apparatov / Radko I.P. Zamovnik ta patentotrimach NUBiP Ukraini. - opubl. 10.03.2011, Bjul. №5
17. Postolnik V.N. 1988. Issledovanie metalloke-ramicheskikh kontaktov na osnove serebra i volframa v avtomaticheskikh vykljuchateljah // Zbirnyk naukovykh prats Nizkovoltnyje apparaty zaschity i upravlenija. - Kharkov. - 89-96.

18. Popov A., Butakov B., Marchenko D. 1988. Opredelenie naprjajenno-deformirovannogo soctojanija tel pri ih kontaktnom vzaimode'ctvii, kontaktnaja zadacha. // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol.2011.
19. Butakov B. Razrabotka tehnologi' obemno-go i poverhnochnogo uprochnenija metallov i cplavov // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 2011.

DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTALLY SAFEST CONTACT OF PARTS FOR ELECTRICAL DEVICES

Summary. To the serial contacts such as KVM-A10, that the industry of Ukraine, pro-

duces currently includes toxic cadmium oxide.

Evaporation of cadmium oxide which arise during arc burning, have a harmful effects to humans.

On the 25th sessions the UN in 2009 has adopted a program of Nations of environment. This application envisages the gradual removal of toxic additives from the composition of contact materials for all countries.

This paper presents the results of research to create a new switching environmentally safe contact materials based on silver and tin oxide supplements.

Key words: contact details, switching devices, plasma electric arc, energy, electrical erosion