

УДК 621.762

ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

И. А. ЛОЗИКОВ, АН ЙИН, А. Д. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Основными физическими свойствами, которыми должны обладать контактные материалы, являются: высокая электро- и теплопроводность; высокая температура плавления и кипения; низкая упругость паров и высокая теплоемкость; высокие критические значения силы тока и напряжения; высокая работа выхода электронов; высокое значение коэффициента поверхностного натяжения на границе «жидкий металл – газ». К основным механическим свойствам относятся высокие характеристики прочности, пластичности и вязкости как при низких температурах, так и при высоких. Материал должен обладать следующими химическими свойствами: высокой коррозионной стойкостью в различных средах и в широком диапазоне температур; малой склонностью к растворению газов; иметь высокую летучесть окислов и высокое значение электрохимического потенциала. Перечисленные свойства определяют электроконтактные характеристики: высокую дугостойкость; отсутствие склонности к свариванию; низкое контактное и переходное сопротивление; хорошую прирабатываемость. Дополнительным требованием, предъявляемым к материалам скользящих контактов, являются высокие антифрикционные свойства. Материалы щеток должны обеспечить длительную работу узла в условиях трения скольжения до 50 мс^{-1} без схватывания и возникновения электрических шумов. Это возможно только при образовании рабочей пленки, обеспечивающей эффект смазки и беззадирное требование.

Ни одно из природных веществ и созданных конструкционных материалов не обладают комплексом перечисленных свойств. Их могут обеспечить композиционные материалы, сочетающие свойства составляющих их компонентов. Основным способом производства композиционных материалов является порошковая металлургия. По ряду физических и химических свойств наибольший интерес представляют материалы на основе таких металлов, как Ag, Au, Pt, Pd, Cu.

Основной причиной износа контактов является дуговой разряд, возникающий между ними в процессе эксплуатации. Поэтому те элементы, для которых значения критической силы тока и критического напряжения при образовании дуги выше, более пригодны для изготовления контактов и будут обладать большей износоустойчивостью. Исходя из анализа критической силы тока при дугообразовании при различных величинах напряжения для металлов, представленной в табл. 1, к ним относятся тугоплавкие элементы и серебро. Тугоплавкие металлы, такие как вольфрам и молибден, обладают рядом ценных свойств, важных для их использования в контактах: высокие показатели температуры плавления, прочности, температуры испарения. Вместе с тем они имеют низкие теплопроводность и электропроводность. Поэтому в качестве

второго компонента применяют медь или серебро, которые нивелируют эти отрицательные свойства тугоплавких металлов.

Табл. 1. Величина критической силы тока при дугообразовании

Материал	Напряжение, В				Материал	Напряжение, В			
	25	50	110	220		25	50	110	220
Графит	–	5,0	0,7	0,1	Медь	–	1,3	0,9	0,5
Молибден	18	3,0	2,0	1,0	Никель	–	1,2	1,0	0,7
Вольфрам	12,5	4,0	1,8	1,4	Кадмий	0,5	0,5	0,5	0,5
Серебро	1,7	1,0	0,6	0,25	Свинец	7,5	3,0	2,0	1,0

Номенклатура современных спеченных контактов является довольно широкой. В табл. 2 представлены химические составы современных контактных материалов для различных коммутирующих аппаратов, нашедших применение на территории стран СНГ.

Табл. 2. Химические составы современных контактных материалов

Контакт	Марка контакта	Химический состав, %
Серебряно-никелевые	СН-15; СН-30; СН-40; СН-45	Серебро – основа, никель – 15...45
Серебряно-кадмиевые	СОК-8; СОК-12; СОК-15	Серебро – основа, СсЮ – 8...15
Серебряно-графитовые	СП.2; СП-3; СП-5	Серебро – основа, графит – 2...5
Серебряно-вольфрамовые	СВ-30; СВ-50; СВ-60; СВ-65; СВ-75; СВ-85	Вольфрам – 30...85, серебро – 70...15
Серебряно-молибденовые	СМ-30; СМ-60; СМ-65; СМ-70; СМ-75; СМ-80	Молибден – 30...80, серебро – 70...20
Серебряно-медные	ОМ-10	Серебро – 90, медь – 10
Серебряно-свинцовые	ОС-3; ОС-5	Серебро – 97...95, PbO ₂ – 3...5
Медно-графитовые	МГ-6	Медь – 95, графит – 5
Карбидо-серебряные	СКВ-50; СКВ	WC – 50...65, серебро – 50...35
Карбидо-медные	МКВ-80	WC – 80, медь – 20
Вольфрамо-медные	МВ-20; МВ-40; МВ-60; МВ-80	Вольфрам – 40...80, медь – 60...20

Материалы, производимые для этой цели за рубежом, аналогичны вышеприведенным.

Кроме вышеуказанных контактов, применяют также контакты из чистого серебра, сплава серебра с палладием. Их изготавливают в виде пластин, дисков и прутков и применяют в основном в слаботочных приборах в виде разрывных и скользящих контактов.

Анализ вышеприведенных данных показывает, что круг материалов, которые могут применяться для изготовления контактов низковольтных коммутирующих устройств, крайне ограничен. Для этой цели используются в основном материалы марки СОК и СК, представляющие собой системы «серебро – оксид кадмия» и «серебро – оксид свинца». Применение новых технологий и реакционного механического сплавления в частности может позволить не только расширить круг материалов, но и получать сплавы с повышенным комплексом свойств и эксплуатационных характеристик.