

МЕЛЕЖИК Ю.Н., ГРИЩУК Ю.С., канд. техн. наук, проф.

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ ПЛАВКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

Введение. Анализ конструкций и защитных характеристик быстродействующих предохранителей (БП) [1-4] указывает на необходимость их улучшения. Техничко-экономические характеристики БП в существенной мере определяются удельными механическими, электрофизическими и тепловыми характеристиками материалов плавких элементов (ПЭ).

Целью данной статьи является проведение обзора и анализа физических свойств материалов ПЭ с целью определения возможности их использования при разработке БП с улучшенными технико-экономическими параметрами.

Проведенный анализ свойств материалов ПЭ, изложенных в [1-6], показывает, что для изготовления плавких вставок, как БП, так и высоковольтных и прочих, применяется серебро, медь, цинк и свинец, сплавы из этих и других материалов, включая сплавы, обладающие эффектом памяти формы (например, никелид титана). Для изготовления плавких вставок БП применяется, в основном, серебро; предохранителей общепромышленного назначения с наполнителем – серебро и медь. В связи с высокой стоимостью серебра, работы по его замене проводятся последние десятилетия по различным направлениям, но радикальное решение пока не найдено.

Применение ПЭ из *кадмия* позволяет уменьшить габаритные размеры БП на 20-25%. Большое сечение перешейков, необходимое для компенсации высокого электрического сопротивления кадмия компенсируется существенно более низкой температурой плавления кадмия по сравнению с серебром. В процессе исследования находятся новые сплавы: *алюминий-кадмий, алюминий-медь*. Введение в медь алюминия в количестве, достаточном для образования его оксида на его поверхности, уменьшает скорость окисления сплава более чем в 8000 раз. Разработан специальный эвтектический сплав *золото-кремний* с содержанием кремния 3,12% и температурой плавления 360 °С, обеспечивающий высокую циклическую

стойкость БП и надежность при отключении малых аварийных токов. Срабатывание БП происходит только при достижении тока плавления. Известны сочетания серебряных и медных участков плавкой вставки.

Алюминий имеет высокую коррозионную стойкость и пластичность, обладает высокой стойкостью к большинству химических реагентов, что обеспечивается оксидной плёнкой, образующейся на его поверхности. Механическая прочность у алюминия примерно вдвое меньше, чем у серебра. При повышении температуры прочность алюминия снижается. При снижении температуры механические свойства алюминия, как и серебра, улучшаются. Преддуговой интеграл предохранителя с плавкой вставкой из алюминия в 1,9-2 раза больше, чем у предохранителя с плавкой вставкой из серебра на те же номинальный ток и напряжение.

Медь – перспективный материал для замены серебра в плавких вставках предохранителей. Медь дешевле серебра, по меньшей мере, в 300 раз и близка к нему по своим электрофизическим свойствам. Температурные коэффициенты меди и серебра довольно близки и в диапазоне температур 0-100°С равны соответственно 17 и $19 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Модуль упругости меди в 1,3 раза выше, чем у серебра, что неблагоприятно для циклического режима работы предохранителя. При эквивалентном тепловом режиме циклическая стойкость медных плавких вставок по номинальному току на 10% меньше, чем серебряных.

Выводы. Проведенный обзор и анализ материалов ПЭ БП показывает, что для повышения быстродействия и улучшения технико-экономических характеристик БП целесообразно использовать такие материалы, как алюминий, медь, кадмий, сплавы алюминий-кадмий, алюминий-медь, золото-кремний и сплавы на основе серебра, для чего необходимы дополнительные исследования на основе теории планирования эксперимента с целью получения многофакторных математических моделей БП.

Список литературы: 1. Кузнецов Р.С. Аппараты распределения электрической энергии на напряжение до 1000 В.-М.: Энергия, 1970. 543 с. 2. Электротехнический справочник.: в 3-х т. Т.2. Электротехнические устройства./ Под общ. ред. проф. МЭИ В.Г. Герасимова, П.Г. Грудинского, Л.А. Жуков и др. – М.: Энергоиздат, 1981. 640 с. 3. Намитоков К.К., Хмельницкий Р.С., Анисеева К.Н. Плавкие предохранители. – М.: Энергия, 1979. – 176 с. 4. Грищук Ю.С. Исследование процесса коммутации и разработка методики расчета быстродействующих предохранителей. – Дисс. канд. техн. наук. – Харьков: 1980. – 238 с. 5. Намитоков К.К., Шкловский И.Г., Ильина Н.А. Математические модели дугогашения зарубежных быстродействующих предохранителей. – Электротехническая промышленность. Серия: Аппараты низкого напряжения.– Вып. 2 (87) 1980–М.: Информэлектро, 1980, с. 2–4. 6. Пастор Ю.А. Тепловая постоянная времени электрической дуги.- Изв.АН Латв.ССР. Серия физ. и техн. наук, 1971, №6, с.53-59.

