

УДК 621.311

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

Лунев Михаил Константинович, студент гр.ЭХПм-1-20, VI курс
Научный руководитель: Фетисов Л.В, к.т.н., доцент
Казанский государственный энергетический университет
Г.Казань

В процессе эксплуатации контакты автоматических выключателей подвержены механическим и химическим воздействиям. Данные виды воздействий являются следствием увеличения переходного сопротивления и дальнейшему перегреву, который приводит к разрушению контактов[1]. На скорость развития возможных дефектов влияет конструкция контактного соединения, его расположение и интенсивность внешних воздействий на него. Временной промежуток от возникновения дефекта до выхода контакта из строя может составлять от нескольких месяцев до нескольких лет. Чтобы снизить риск аварийного выхода из строя контактных соединений применяется метод измерения переходного сопротивления по постоянному току.

Прежде чем измерить переходное сопротивление контактов коммутационных аппаратов, необходимо произвести включение и отключение не менее пяти раз. При этом при этом переходное сопротивление контактов уменьшается, вследствие самоочищения поверхности. Сопротивление постоянному току контактной системы измеряется у всех фаз [3].

В настоящее время для контроля контактов используются тепловизоры. Ранее для этих целей применялись термопленки и термоуказатели и тд. С появлением тепловизоров стало возможным измерение температуры отдельных точек, но и появилась возможность наблюдения за тепловыми процессами установок, что упрощает процесс оценки теплового состояния контактных соединений. Также при дефекте это позволяет оперативно найти источник тепла [4].

По закону Джоуля-Ленца количество тепла, выделяющегося на дефектном контакте, прямо пропорционально квадрату протекающего через него тока, переходному сопротивлению и времени. Тепловая энергия, вызванная протеканием тока через контакты автоматического выключателя, передается другим элементам. На температуру контактов оказывает влияние площадь их поверхностей, коэффициенты теплопередачи сопряженных токоведущих частей и температура окружающей среды[5]. В ГОСТ 403-73 [2] разница между повышением температуры контактов и температурой

окружающей среды принимается в качестве критерия исправности работы автоматического выключателя.

Превышение температуры нагретой части контакта над температурой окружающей среды является приемлемым при оценке состояния контактов автоматических выключателей [6].

Расчетное превышение температуры рассчитывается по формуле 1

$$t_{расч} = t_{норм} \left(\frac{I_n}{I_{ном}} \right)^2, \quad (1)$$

где $t_{норм}$ нормируемое превышение температуры нагрева, I_n - ток нагрузки, $I_{ном}$ - номинальный ток аппарата

Расчетное сопротивление контактов при нормальной температуре определяется по формуле 2

$$R_{норм} = R_{изм} \frac{K + t_{норм}}{K + t_{изм}}, \quad (2)$$

где $R_{изм}$ - сопротивление при $t_{изм}$, Ом; $K=235$, $t_{норм}$ - номинальная температура равная 40°C ; $t_{изм}$ - температура окружающей среды, °C.

Сопротивления автоматических выключателей, имеющих номинальные сопротивления $R_1=34,7$ мОм; $R_2=27,9$ мОм; $R_3=15,5$ мОм, при температуре 50 °C находятся по формуле 4

$$R_{изм} = R_{ном} \frac{K + t_{изм}}{K + t_{норм}} = 34,7 \left(\frac{235 + 50}{235 + 40} \right) = 35,9 \text{ мОм}, \quad (3)$$

Аналогично рассчитываются сопротивления других автоматических выключателей. В результате расчетов получаем: $R_{изм1}=35,9$ мОм; $R_{изм2}=28,9$ мОм; $R_{изм3}=16,06$ мОм

На основании результатов можно составить график зависимости сопротивления контактов от температуры окружающей среды.

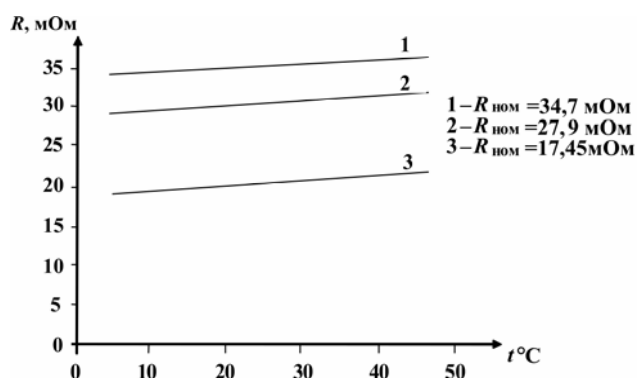


Рис.1. Зависимость сопротивления контактных соединений автоматических выключателей от температуры окружающей среды

На основании расчетов и полученной зависимости сопротивлений контактов от температуры окружающей среды можно сделать вывод, что при повышении температуры повышается сопротивление контактных соединений, что может привести к аварийному выходу из строя автоматического выключателя

Список литературы

1. Муханов А. В., Муханов В. В. Исследование автоматических выключателей с тепловым расцепителем и расцепителем максимального тока // Строительство и архитектура-2015. Градостроительство и планирование территориального развития: материалы междунар. студ. науч.-практ. конф., Ростовна-Дону, 26–27 ноября 2015 г. Ростов-на-Дону : РИСИ, 2015. С. 51–52
2. ГОСТ 403-73. Аппараты электрические на напряжение до 1000 В. Допустимые температуры нагрева частей аппарата. – М.: Изд. стандартов, 1977. – 6 с.
3. ГОСТ 17703-72. Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия. Термины и определения // Электротехника. Термины и определения: Сборник. Ч. 2. – М.: Стандартиформ, 2005. – С. 74-78.
4. Рыбакова, А.В. Расчет сопротивлений контактных соединений и потерь мощности автоматических выключателей / Е.И. Грачева, А.В. Шагидуллин, А.В. Рыбакова, А.Н. Хаерова // Главный энергетик. – 2017. – № 9. – С. 23–27 (авт. уч. 1 с.).
5. ГОСТ 2933-83. Аппараты электрически низковольтные. Методы испытаний. – М.: Изд. стандартов, 2002. – 25 с.
6. Метод тепловизионного контроля для увеличения сроков службы электротехнического оборудования и эксплуатации после выработки им положенного ресурса / В.Р. Иванова, И.Ю. Иванов // Вестник современных исследований № 8 -3 (23), 2018. С. 253 – 255.