

ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ ЭРОЗИЯ ДЕИОННЫХ ПЛАСТИН ДУГОГАСИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Повышение предельной коммутационной способности автоматических выключателей низкого напряжения, выпускаемых в настоящее время отечественной промышленностью, связано с проблемами отключения предельных токов короткого замыкания. В предельных режимах происходит разрушение деионных пластин дугогасительной решётки, дугогасительных и главных контактов, а также изоляционных стенок дугогасительной камеры выключателя [1,2].

Теоретические исследования электродуговой эрозии деионных пластин дугогасительных устройств при предельных токах связаны с введением эмпирических зависимостей, которые не раскрывают влияние электродинамических усилий и взаимного расположения дугогасительных камер в трехфазной системе, не учитывают состояние контактных ламелей, разрушение деионных пластин от деформации ствола электрической дуги и ограниченность объема дугогасительной камеры [2].

Цель работы – экспериментальные исследования и теоретические оценки влияния электродинамических усилий на электрическую дугу при отключении автоматическими выключателями предельных токов короткого замыкания.

Исследования опытных образцов выключателей отечественного производства, зарубежными аналогами которых являются автоматические выключатели фирмы Masterpact серии М, при амплитуде тока 90 кА по циклу "включение–отключение" показали сильный износ дугогасительного устройства, однако разрушений деионных пластин не наблюдалось: эрозионные следы дуги были незначительны. На рис. 1, *а* проиллюстрирована электродуговая эрозия одной из деионных пластин дугогасительной камеры, а на рис. 1, *б* представлена зависимость площади следов дуговой эрозии S , см², от порядкового номера пластины n в дугогасительной камере. Видно, что более трети дугогасительной камеры практически не работает, т.к. следы плазмы на пластинах слабы. Вся плазма перемещается в первую половину дугогасительной камеры, распределяясь по пластинам неравномерно.

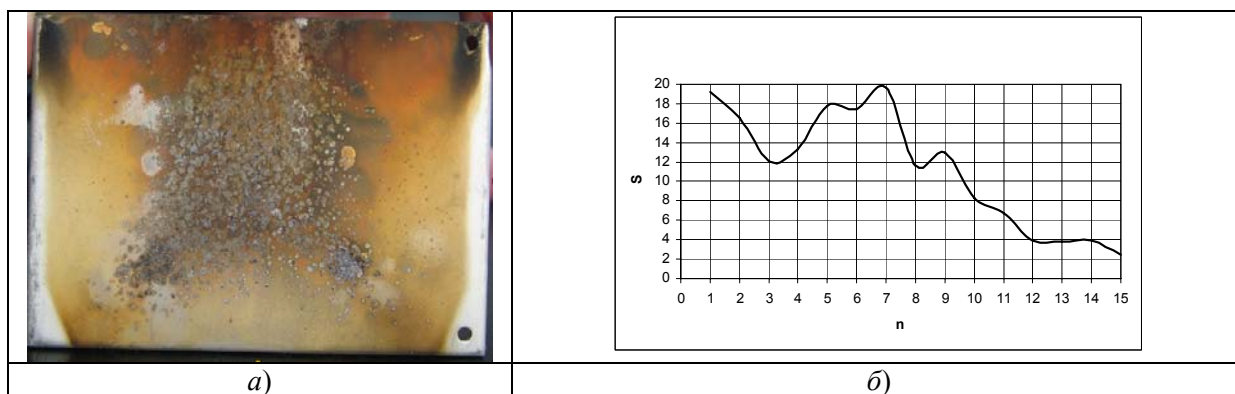


Рис. 1

При увеличении амплитуды отключаемого тока до 105–120 кА наблюдалось разрушение деионных пластин (рис. 2). Эрозия пластин имеет вид сплошного оплавления с видимым разрушением и сопровождается выносом массы металла в плазму и засорением межконтактного промежутка продуктами эрозии. Однако, сильное разрушение пластин и перемещение электрической дуги по пластинам дугогасительной камеры имело место только при наибольших токах. Анализ разрушения деионных пластин показал, что существенную роль в этом процессе играют электродинамические усилия, которые воздействуют на электрическую дугу отключения.

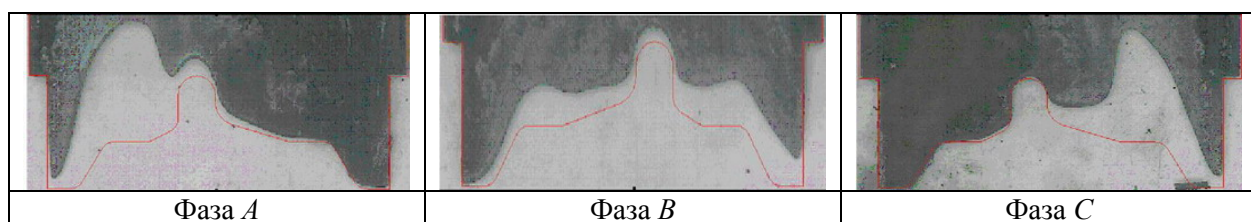


Рис. 2

Теоретические оценки влияния электродинамических усилий на электрическую дугу при отключении автоматическими выключателями предельных токов короткого замыкания выполнены для различных моделей дугогасительных камер. В первой из них дугогасительные камеры отдельных фаз моделировались сплошными прямоугольными шинами. Далее применялась методика численно-аналитического расчета поверхностного эффекта и электродинамических усилий, изложенная в [3]. В результате численного моделирования получено, что максимальное электродинамическое воздействие на дугогасительную камеру фазы А составляет 22,4 Н/мм, а фазы С – 20,4 Н/мм.

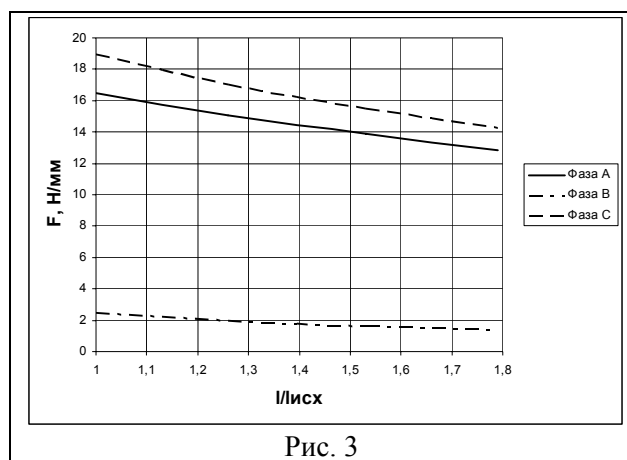


Рис. 3

Во второй модели дугогасительные камеры с электрической дугой отключения были представлены пакетами из 10 тонких шин. В частности, исследовалось влияние расстояния между дугогасительными камерами l на электродинамические усилия F , испытываемые электрическими дугами в них. При $l=l_{исх}=38$ мм максимальная сила на дугогасительную камеру фазы А получилась равной 16,4 Н/мм, а фазы С – 18,9 Н/мм. На рис. 3 представлена зависимость удельной электродинамической нагрузки на дугогасительные камеры отдельных фаз

выключателя от относительного расстояния между ними.

Выводы. 1. Анализ электродуговой эрозии деионных пластин дугогасительных устройств показал существенное влияние электродинамических усилий на смещение ствола электрической дуги. 2. Полученные результаты позволят выбирать оптимальные размеры конструкции дугогасительного устройства автоматического выключателя и обеспечить требуемую предельную отключающую способность аппарата.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Таев И.С. Электрические аппараты управления. – М.: Высшая школа, 1984.
2. Буткевич Г.В. Дуговые процессы при коммутации электрических цепей. – М. Энергия, 1973.
3. Кияткин Р.П., Шакиров М.А. Электродинамика токоведущих систем электроэнергетических устройств // Теоретические и практические проблемы развития электроэнергетики России: Труды Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения академика Л.Р.Неймана, г. Санкт-Петербург, 27-28 июня 2002 г. – СПб.: СПбГПУ, 2002. – С. 256-258.