

практике контактные системы обеспечивают бесперебойную работу силовых выключателей и продлевают срок службы – даже при высокой частоте коммутаций.

Выключатели удобны при транспортировке. Они перевозятся в полностью собранном и испытанном состоянии или в виде собранных, испытанных на заводе и готовых к перевозке блоков, что снижает транспортные расходы, затраты на монтаж.

Колонковые выключатели предназначены для работы в диапазоне температур от $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Элегазовые колонковые выключатели 3AP2 (Siemens). В дугогасящей камере выключателей 3AP2 контактная система состоит из двух графитовых сопел, обеспечивающих постоянство поведения дуги. Высокая скорость гашения дуги обеспечивается мощным электрогидравлическим приводом.

Благодаря конструкции с двойным соплом, силовой выключатель 3AP2 оптимально подходит для дугогашения на высоких уровнях напряжения. Высококачественные двойные сопла устойчивы к обгоранию и имеют большой срок службы. Другим преимуществом данного принципа гашения является низкое избыточное давление в процессе гашения. Система с двойными соплами пригодна для специальных случаев применения, как например, коммутация малых индуктивных токов и емкостных токов без повторного зажигания. В случаях, когда выключатель должен коммутировать индуктивные токи менее 200 А, он оснащается электронным устройством синхронных коммутаций PSD01.

Выключатель 3AP2 может быть снабжен предвключаемым резистором. Камера с резистором и коммутатором монтируется параллельно дугогасительным камерам и имеет собственную кинематическую систему привода, которая обеспечивает кратковременное включение резистора в цепь выключателя до момента полного замыкания главных контактов выключателя. Таким образом, достигается снижение коммутационных перенапряжений при включении длинных линий высокого напряжения.

В современных вакуумных камерах производства Siemens электрическая дуга при коммутации горит в парах металла, испаряющегося в вакууме с поверхности контактов-электродов. Дуга мягко гасится при естественном переходе тока через ноль, при этом исключается возможность возникновения перенапряжений при коммутации большинства видов нагрузок.

Для удержания контактов выключателя во включенном или выключенном положении используется энергия мощных постоянных магнитов. Фиксация происходит за счет использования принципа «магнитной защелки», а именно: замыкания магнитной цепи включения или отключения якорем, который механически связан с подвижным контактом вакуумной камеры. Привод управляется универсальным электронным блоком управления, расположенным непосредственно в корпусе выключателя.

УДК 621.311 (075.8)

ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСЧЁТА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ В УЕДИНЕННЫХ ПРОВОДНИКАХ

Коваль А.А.

Научный руководитель – ДЕРЮГИНА Е.А.

В данной работе рассмотрены практические методы, предлагаемые для расчёта электродинамических усилий в токоведущих проводниках. Рассматриваемые методы, названы практическими т. к. при их использовании нет необходимости проводить слож-

ные расчёты, поскольку многие формулы отличаются своей простотой. Следует отметить, что в основном силы определяются для плоскопараллельных магнитных полей и эти силы везде отнесены к единице длины токоведущей системы.

Поверхность одиночного протяжённого провода с заданным током i испытывает силу сжатия. Результирующая сила сжатия зависит от типа сечения провода, и ток распределён по сечениям всех проводов равномерно.

Сечение круглое (сплошное, трубчатое). Результирующая сила сжатия, приходящаяся на единицу длины l протяжённого проводника при условии $l \gg R$, равна

$$f = f_R = -\frac{\mu_0 i^2}{4\pi R}, \quad (1)$$

где R – внешний радиус сечения;

μ_0 – магнитная проницаемость среды.

Для короткого отрезка провода ($l > R$) результирующая сила определяется по

$$f = \frac{\mu_0 i^2}{4\pi} l \left(-\frac{1}{R} + \frac{128}{45\pi l} - \frac{R}{2l^2} \right). \quad (2)$$

Формулы (1) и (2) получены путём дифференцирования выражений для энергии магнитного поля $\frac{Li^2}{2}$ по радиусу.

Сечение сплошное эллиптической формы. Силы сжатия $f^{(a)}$ и $f^{(b)}$ равны:

$$f^{(a)} = f^{(b)} = -\frac{\mu_0 l i^2}{4\pi} \frac{1}{a+b}, \quad (3)$$

где $2a$ – большая ось;

$2b$ – малая ось;

l – длина проводника.

Сечение сплошное прямоугольной формы. Силы сжатия $f^{(a)}$ и $f^{(b)}$ равны при $b \leq a$;

$$f^{(a)} = f^{(b)} = -\frac{\mu_0 i^2 l^2}{2\pi(a+b)[2l+0,5(a+b)]}, \quad (4)$$

где a – ширина;

b – толщина;

l – длина.

Общее сечение расщеплено на составляющие (рисунок 1). Общая сила, действующая на m жил по радиусу R , равна

$$\sum f^{(R)} = \frac{\mu_0 i^2}{4\pi R} \left(\frac{1}{m} - 1 \right), \quad (5)$$

где R – радиус окружности, на которой расположены центры сечения жил;

m – число жил;

$\frac{i}{m}$ – ток в жиле.

Сила, действующая на одну жилу:

$$f^{(R)} = \frac{\mu_0 i^2}{4\pi R} \frac{1-m}{m^2}. \quad (6)$$

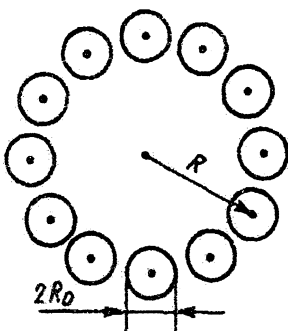


Рис. 1

Формулы (5) и (6) соответствуют случаю, когда обратный ток $-i$ протекает по трубе, сечение которой охватывает коаксиально все жилы.

При коаксиальном расположении обратного тока во внутренней области по отношению к жилам

$$f^{(R)} = \frac{\mu_0 i^2}{4\pi R} \left(1 + \frac{1}{m} \right).$$

Литература

1. Кузнецов И.Ф., Цицикян Г.Н. Электродинамические усилия в токоведущих частях электрических аппаратов и токопроводах. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 176 с.
2. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивностей: Справочная книга. – 3-е изд. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 488 с.