Электродинамическое и термическое действие токов КЗ

⇐ Предыдущая678910 12131415Следующая ⇒

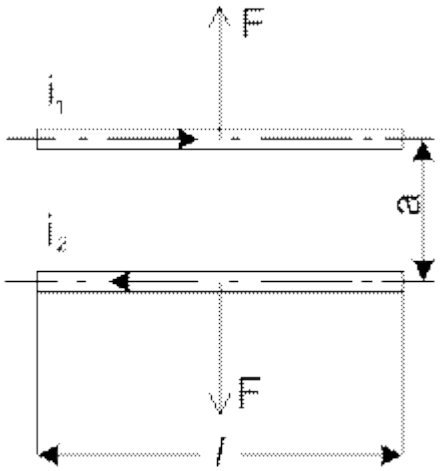

Рис. 1. Взаимодействие токов двух проводников.

Электродинамическую силу взаимодействия м/у двумя параллельными проводниками (рис. 1) произвольного сечения, обтекаемые токами i_1 и i_2,определяют по формуле

$F=2.04\cdot k_ф i_1 i_2\cdot l/a\cdot 10^{-8,\ кГ}$,

где i_1 и i_2 – мгновенные значения токов в проводниках, *а* ; *l* – длина параллельных проводников, *см*; *а* – расстояние м/у осями проводников, *см*; $k_ф$- коэффициент формы.

Сила взаимодействия двух параллельных проводников равномерно распределена по их длине. В практических расчетах эту равномерно распределенную силу заменяют результирующей силой *F*, приложенной к проводникам в середине их длины.

При одинаковом направлении токов в проводниках они притягиваются, а при разном – отталкиваются.

Коэффициент формы $k_ф$ зависит от формы сечения проводников и их взаимного расположения. Для круглых и трубчатых проводников $k_ф$=1; для проводников других форм сечения принимают $k_ф$=1 в тех случаях, когда сечение проводников мало, а длина их велика по сравнению с расстоянием м/у ними и можно предположить, что весь ток сосредоточен в оси проводника. Так, принимают $k_ф$=1 при определении сил взаимодействия м/у фазами шинных конструкций распределительных устройств независимо от формы сечения шин, т.к. расстояние м/у шинами разных фаз в

распределительных устройствах достаточно велики и составляют несколько сотен миллиметров и более.

Если расстояние м/у проводниками (шинами) прямоугольных, коробчатых и других сечений мало, то $k_ф \neq 1$.

Сила, действующая на проводник с током, определяется как результат взаимодействия его с токами в проводниках двух других фаз, при этом в наиболее тяжелых условиях оказывается проводник средней фазы. Наибольшее удельное усилие на проводник средней фазы может быть определено из выражения, Н/м,

$$f=\sqrt{3}\cdot 10^{-7}\cdot k_ф\cdot I^2_m/a,$$

где I_m – амплитуда тока в фазе, А; а – расстояние м/у соседними фазами, м.

Коэффициент $\sqrt{3}$ учитывает фазовые смещения токов в проводниках.

Взаимодействие проводников существенно возрастает в режиме КЗ, когда полный ток КЗ достигает своего наибольшего значения – ударного. При оценке взаимодействия фаз необходимо рассматривать двухфазное и трехфазное КЗ.

Для определения удельного усилия при трехфазном КЗ в системе проводников пользуются выражением

$$f^{(3)}=\sqrt{3}\cdot 10^{-7}\cdot k_ф\cdot i^{(3)2}_y/a,$$

где $i^{(3)}_y$ – ударный ток трехфазного КЗ, А.

В случае двухфазного КЗ влияние третьей (неповрежденной) фазы ничтожно мало, принимая во внимание , что $|i_1|=|i_2|=|i^{(2)2}_y|$. Следовательно,

$$f^{(2)}=2\cdot 10^{-7}\cdot k_ф\cdot i^{(2)2}_y/a,$$

где $i^{(2)}_y$ – ударный ток двухфазного КЗ, А.

Учитывая, что междуфазное усилие при трехфазном КЗ больше, чем при двухфазном. Поэтому расчетным видом КЗ при оценке электродинамических сил считают□

Для предотвращения механических повреждений под действием усилий, возникающих в проводниках при протекании по ним токов КЗ, все элементы токоведущей конструкции должны обладать достаточной электродинамической стойкостью.

Под электродинамической стойкостью понимают обычно способность аппаратов или проводников выдерживать механические усилия, возникающие при протекании токов КЗ, без деформаций, препятствующих их дальнейшей нормальной работе.

Термическое действие токов КЗ. При протекании тока КЗ температура проводника повышается. Длительность процесса КЗ обычно мала (в пределах нескольких секунд), поэтому тепло, выделяющееся в проводнике, не успевает передаться в окружающую среду и практически целиком идет на нагрев проводника. Проводник или аппарат следует считать термически стойким, если его температура в процессе КЗ не превышает допустимых величин.

Определить температуру нагрева проводника в процессе КЗ можно следующим путем. При КЗ за время *dt* в проводнике выделяется определенное количество тепла

$$dQ=I^2_{k,t}r_\theta dt,$$

где $I_{k,t}$ – действующее значение полного тока КЗ в момент *t* КЗ; r_θ – активное сопротивление проводника при данной его температуре θ:

$$r_\theta=\rho_0(1+a\theta)l/q,$$

здесь ρ_0 – удельное активное сопротивление проводника при $\theta=0^0$; *l* – длина проводника; *q* – его сечение; *a* - температурный коэффициент сопротивления.

Практически все тепло идет на нагрев проводника

$$dQ=Gc_\theta d\theta,$$

где *G* – масса проводника; c_θ – удельная теплоемкость материала проводника при температуре θ.

Процесс нагрева при КЗ определяется уравнением

$$I^2_{k,t}r_\theta dt= Gc_\theta d\theta.$$

При выборе электрических аппаратов обычно не требуется определять температуру токоведущих частей, поскольку завод-изготовитель по данным специальных испытаний и расчетов гарантирует время и среднеквадратичный ток термической стойкости. Другими словами, в каталогах приводиться значение гарантированного импульса среднеквадратичнаго тока КЗ, который выдерживается аппаратом без повреждений, препятствующих

дальнейшей нормальной работе. Условие проверки термической стойкости в этом случае следующее:

$B_к \leq I^2_{тер} t_{тер}$,

где $B_к$ – расчетный импульс квадратичного тока КЗ, определяемый по изложенной выше методике; $I_{тер}$ и $t_{тер}$ – соответственно среднеквадратичный ток термической стойкости и время его протекания (номинальное значение).

На действия токов короткого замыкания проверяют

1) на динамическую устойчивость – аппараты и проводники, защищенные плавкими предохранителями с вставками на номинальные токи до 60 А включительно; электрооборудование, защищенное токоограничивающими плавкими предохранителями на большие номинальные токи, следует проверять на динамическую устойчивость по наибольшему мгновенному значению тока КЗ, пропускаемого предохранителем.

На термическую устойчивость – аппараты и проводники, защищенные плавкими предохранителями на любые номинальные токи,

2) проводники в цепях к индивидуальным электроприемникам, в том числе к цеховым трансформаторам общей мощностью до 1000кВА и с первичным напряжением до 20 кВ включительно, если в электрической части предусмотрено необходимое резервирование, при котором отключение этих приемников не вызывает расстройства производственного процесса, если повреждение проводников не может вызвать взрыва и если замена поврежденных проводников без особых затруднений.

3) проводники в цепях к индивидуальным электроприемникам и отбельным распределительным пунктам неответственного назначения при условии, что их повреждение при КЗ не может явиться причиной взрыва;