

Ефремов В.А., Ефремов А.В., Иванов С.В.
(Чебоксары, ООО «Релематика», ЧГУ)

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ОДНОФАЗНОМ ЗАМЫКАНИИ НА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Для релейщиков всегда представлял интерес значение переходного сопротивления R_f в месте повреждения. При горении дуги в месте повреждения в режиме короткого замыкания (КЗ) переходное сопротивление R_f практически полностью определяется сопротивлением дуги R_d . Существует множество способов и формул для определения сопротивления дуги короткого замыкания. Однако все они носят эмпирический характер, точность расчета которых приблизительно отражает реальную величину сопротивления дуги. Тем не менее именно по этим формулам рассчитывается величина R_d , которая используется разработчиками и проектировщиками релейной защиты и автоматики (РЗА) при построении многоугольных характеристик срабатывания реле сопротивления (РС).

Обработка дополнительной информации о предшествующих режимах работы микропроцессорных защит приближает решение точного определения величины сопротивления дуги R_d короткого замыкания и построения более точных и чувствительных измерительных органов реле сопротивления дистанционной защиты.

Тезисы доклада посвящены методу определения значения переходного сопротивления R_f в месте повреждения не по анализу в отложенном времени аварийных осциллограмм, а в процессе развития аварии, что позволяет адаптировать характеристику срабатывания РС к текущей аварийной ситуации.

Известны способы получения в он-лайн режиме аварии аварийных составляющих фазных величин, их аварийных симметричных составляющих, на базе которых рассчитывают эквивалентные сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательностей системы «за спиной», а также эквивалентную ЭДС прямой последовательности (равна фазной ЭДС) в нагрузочном режиме.

По схеме на рис. 1, а) определяются эквивалентные сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательностей системы «за спиной»

$$\underline{Z}_{1\text{экв}} = \underline{Z}_{2\text{экв}} = \underline{U}_{2\text{ав}} / \underline{I}_{2\text{ав}},$$

$$\underline{Z}_{0\text{экв}} = \underline{U}_{0\text{ав}} / \underline{I}_{0\text{ав}},$$

а по схеме на рис. 1, б) – эквивалентную ЭДС прямой последовательности

$$\underline{E}_{1\text{экв}} = \underline{U}_{\text{пред}} + \underline{Z}_{1\text{экв}} \underline{I}_{\text{пред}}.$$

Из схемы аварийного режима (рис. 2) рассчитывается значение сопротивления до места повреждения. Из уравнения для эквивалентной ЭДС

$\underline{E}_{1\text{экв}} = \underline{I}_{1\text{КЗ}} (\underline{Z}_{1\text{экв}} + \underline{Z}_{\text{КЗ}})$ определяется сопротивление на зажимах реле

$$\underline{Z}_{\text{КЗ}} = \underline{Z}_{\text{ЛКЗ}} + R_{\text{д}} = R_{1\text{КЗ}} + jX_{1\text{КЗ}} = \underline{E}_{1\text{экв}} / \underline{I}_{1\text{КЗ}} - \underline{Z}_{1\text{экв}}.$$

Величины $R_{1\text{КЗ}}$, $jX_{1\text{КЗ}}$ с учетом погонных параметров линии можно выразить как

$$R_{1\text{КЗ}} = R_{1\text{пог}} L_{\text{КЗ}} + R_{\text{д}} \quad (1),$$

$$X_{1\text{КЗ}} = X_{1\text{пог}} L_{\text{КЗ}} \quad (2),$$

где $R_{1\text{пог}}$, $X_{1\text{пог}}$ – соответственно погонные активное и реактивное сопротивления линии; $L_{\text{КЗ}}$ – расстояние до места повреждения.

Сопротивление дуги рассчитываем из уравнений (1) и (2)

$$R_{\text{д}} = R_{1\text{КЗ}} - R_{1\text{пог}} L_{\text{КЗ}} = R_{1\text{КЗ}} - R_{1\text{пог}} (X_{1\text{КЗ}} / X_{1\text{пог}}).$$

Таким образом, расчет величины сопротивления дуги позволяет в постоянном режиме рассчитывать характеристику реле сопротивления.

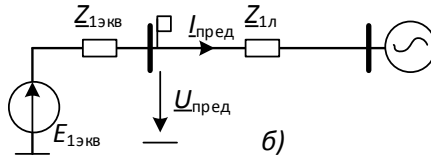
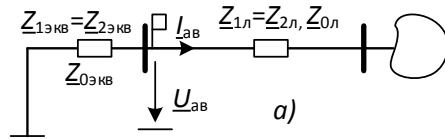


Рис.1 К определению эквивалентов энергосистемы

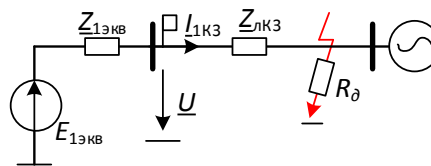


Рис.2 Расчетная модель для определения сопротивления дуги