

УДК 614.841.332

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ НАГРУЗКИ ПОДСТАНЦИИ 110/10 КВ

Н.С. Куниченко, А.П. Ковалев

Донецкий национальный технический университет

Статья посвящается актуальной на сегодняшний день проблеме надежности узлов нагрузок подстанций и предотвращению аварий на подстанциях. Основное внимание акцентируется на разведение во времени двух событий, которые являются основной причиной аварийности на подстанциях, за счет изменения интервала времени между плановыми осмотрами оборудования, для приведения вероятности отключения питания у конечно потребителя к существующим нормам $F(t) \geq 1 \cdot 10^{-6}$.

При коротких замыканиях (КЗ) в элементе сети и отказе в срабатывании ряда защитных коммутационных аппаратов, через которые прошел сквозной аварийный ток запустил соответствующее реле токовых защит, наблюдается, так называемые, цепочные аварии [1]. На цепочные аварии приходится 90% ущерба потребителям электрической энергии [2]. Поэтому работы направленные на уточнение методов расчета являются весьма актуальными.

Цель работы – уточнение математической модели для расчета надежности узлов нагрузки.

При эксплуатации подстанций выделяются три режима ее работы: статический, динамический и ремонтный.

В статическом режиме учитываются повреждения элементов типа «обрыв цепи». К таким отказам следует относить отказы во вторичных цепях релейной защиты и автоматики, которые сопровождаются отключениями выключателя, ложные и излишние срабатывания защиты.

В динамическом режиме во внимание принимаются отказы типа «короткое замыкание» (КЗ) и отказы в срабатывании системы отключения выключателя при КЗ в зоне действия его токовой защиты.

Повреждения типа «КЗ» может возникнуть в элементах сети (на отходящих от коммутационных аппаратов линиях, шинах, в разъединителях, обмотках трансформаторов и др.), через которые протекает первичный рабочий и аварийный ток.

В ремонте режиме учитываются ошибки обслуживающего персонала при различных ремонтных переключениях, которые могут приводить к аварийному отключению узла нагрузки.

Живучестью узла нагрузки будем считать способность потребителей и их автоматических средств защиты противостоять возмущениям, которые приводят его к аварийному отключению.

Вероятность совпадения в пространстве и времени двух событий: «КЗ» в элементе сети и отказ в срабатывании системы отключения выключателя можно оценить пользуясь формулой:

$$F(t) = 1 - \left[\frac{G(S_1)}{Z'(S_1)} * e^{S_1 t} + \frac{G(S_2)}{Z'(S_2)} * e^{S_2 t} + \frac{G(S_3)}{Z'(S)} * e^{S_3 t} \right],$$

где

$$G(S) = S^2 + as + b;$$

$$Z(S) = S^3 + as^2 + bs + c;$$

$$a = 2\chi_1 + 2\chi_2 + \mu_1 + \mu_2;$$

$$b = \chi_1 * \chi_2 + (\chi_1 + \chi_2 + \mu_2) * (\chi_1 + \chi_2 + \mu_1);$$

$$c = \chi_1 * \chi_2 * (\chi_1 + \chi_2 + \mu_1 + \mu_2);$$

Корни S_1, S_2, S_3 находятся из решения кубического уравнения:

$$S^3 + as^2 + bs + c = 0;$$

χ_1 - параметр потока «КЗ» в зоне действия релейной защиты коммутационного аппарата;

χ_2 - параметр потока отказов в срабатывании системы отключения выключателя;

$1/\mu_1$ - среднее время срабатывания системы отключения выключателя при «КЗ» в зоне ее действия;

Если система отключения защитного коммутационного аппарата проверяется через определенный интервал времени θ и проверки абсолютно надежные, тогда μ_2 можно определить из выражения [3]

$$\mu_2 = \frac{1}{\theta - \frac{1}{\chi_2} (1 - e^{-\chi_2 \theta})},$$

Где $\frac{1}{\mu_2}$ - среднее время нахождения системы отключения выключателя в необнаруженном отказавшем состоянии.

Зная параметры: χ_1 , χ_2 и интервал времени между диагностикой системы отключения выключателей θ представляется возможность прогнозировать живучесть узла загрузки и в том случае, если она не соответствует существующим нормативным документам т.е. $F(t) \geq 1 \cdot 10^{-6}$. В том случае, если за счет уменьшения θ невозможно, нецелесообразно обеспечить нормируемый уровень, в этом случае необходимо использовать коммутационный аппарат с более высоким показателем надежности - χ_2 .

Перечень ссылок

1. Кутишин В.Г. Определение характеристик отказов системы при цепочном развитии аварий. – Изв. АН СССР Энергетика и транспорт, 1977 №3 с.20-30.
2. Гук Ю.Б. Анализ надежности электроэнергетических установок – Л.: Энергоатомиздат, 1988 224с.
3. Ковалев А.П. , Шевченко А.В. , Белоусенок И.В. Оценка пожарной безопасности передвижных трансформаторных подстанций 110/35/6 кв. –Промышленная Энергетика, 1991, №6 с.15-19.