

4. Diana G., Gasparetto M., Giacomo G. Analytical method for computing subspan oscillation. Analytical and experimental results.—New York, 1974. — 9p. (IEEE Conf. Pap. C74493–3).

5. Графский И. Ю., Казакевич М. И., Лукьянова В. Н. Экспериментальное определение аэродинамических сил, действующих на стержень с плохобтекаемым сечением // Известия вузов. Машиностроение. — 1985. — № 1. — С. 17–20.

6. Ванько В. И., Соловьева Е. В., Феоктистов В. В. Аэродинамические характеристики расщепленных проводов для воздушных линий электропередачи // Известия РАН. Энергетика. — 1994. — № 4. — С. 104–111.

Представлена кафедрой
прикладной математики

Поступила 11.04.2000

УДК 621

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА НАСТРОЙКИ ДУГОГАСЯЩЕЙ КАТУШКИ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЗАЩИТ ОТ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ

Инженеры ЛУКЪЯНЕНОК М. Ю., АПЕТЕНОК О. М.

Глубокские ЭС («Витебскэнерго»)

На подстанциях 110, 35/10 кВ широкое применение получила защита от замыканий на землю (ЗЗН), включенная на фильтр напряжения нулевой последовательности [1].

При металлическом замыкании на землю в сети 10 кВ в разомкнутом треугольнике трансформатора напряжения, подключенного к шинам 10 кВ подстанции, появится напряжение нулевой последовательности $3U_0 = 100$ В.

Перед введением компенсации емкостного тока необходимо выполнить выравнивание емкостей фаз и снизить степень несимметрии до [2]

$$U_{нс} \leq 0,75 \% U_{ф},$$

где $U_{нс}$ — напряжение естественной несимметрии; $U_{ф}$ — фазное напряжение сети.

Напряжение смещения нейтрали при отсутствии замыкания на землю при резонансной настройке дугогасящей катушки (ДГК) не должно превышать [2]

$$U_{сн} \leq 15 \% U_{ф},$$

где $U_{сн}$ — напряжение смещения нейтрали при резонансной настройке ДГК.

Уставка срабатывания защиты выбирается по условиям отстройки от напряжения небаланса на выходе фильтра нулевой последовательности и рассчитывается по формуле [3]

$$U_{сз} = K_3 U_{нб},$$

где K_3 — коэффициент запаса; $K_3 = 1,5...2$; $U_{нб}$ — напряжение небаланса в разомкнутом треугольнике, которое с учетом сказанного выше составляет 15 В.

Таким образом, уставка срабатывания ЗЗН должна иметь величину

$$U_{сз} = (1,5...2)15 = 22,5...30 \text{ В.} \quad (1)$$

В некомпенсированных сетях небаланс незначителен и уставка ЗЗН выбирается минимально возможной, которую можно выставить на реле. Для реле РН-53/60Д минимальная уставка составляет 15...16 В.

В отдельных случаях уставка, согласно (1), является завышенной и устройство сигнализации не отреагирует на замыкание на землю через большие переходные сопротивления, что представляет опасность поражения электрическим током людей, животных.

В Глубокских ЭС на одной из подстанций произведено исследование поведения ЗЗН при искусственном заземлении фазы сети 10 кВ через активное сопротивление 30 кОм при различных режимах работы сети. Результаты наблюдений сведены в табл. 1.

Таблица 1

Режим измерения	Значение $3U_0$, В	Работа ЗЗН
Замыкание на землю (без ДГК)	1,95	Не работает
Замыкание на землю (с ДГК, настроенной в резонанс)	20,1	Работает
Нормальный режим (ДГК в резонансе)	5,2	Не работает

По данным результатам можно сделать вывод, что при использовании ДГК (в особенности при настройке ее в резонанс) чувствительность ЗЗН значительно возрастает (в данном случае в 10,3 раза).

Для более детального исследования влияния режима нейтрали сети 10 кВ на чувствительность ЗЗН был проведен ряд исследований на ПС 110/35/10 кВ. Схема измерений представлена на рис. 1. Измерения

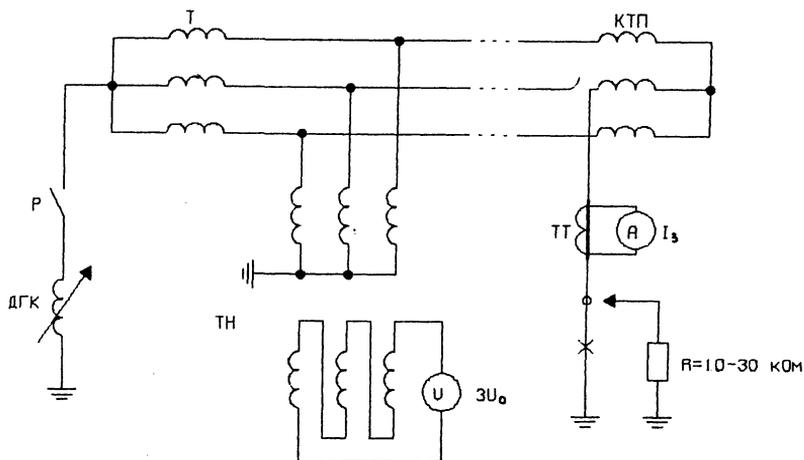


Рис. 1. Схема измерения тока замыкания на землю

производились для наиболее худшего режима — обрыв фазного провода с замыканием на землю со стороны потребителей.

Ток металлического замыкания на землю $R_3 = 0$ и токи замыкания I_3 через различные величины сопротивлений $R_3 = 0—30$ кОм определяются по амперметру, подключенному к трансформатору тока, а $3U_0$ — по вольтметру, подключенному к ТН.

По результатам измерений построены зависимости $3U_0 = f(R_3)$ (рис. 2), которые позволяют оценить чувствительность ЗЗН при различных значениях R_3 и для режимов: сеть без ДГК, с ДГК, настроенной в резонанс, и расстройкой ДГК 5 %.

При существующей уставке 29 В и резонансной настройке сети (зависимость $3U_0 = f(R_3)$), ЗЗН «чувствует» повреждение с $R_3 = 16600$ Ом и ниже. При отклонении настройки в ту или иную сторону (зависимость $3U_0 = f(R_3)$), чувствительность ЗЗН уменьшится в 1,67 раза.

Из рис. 2 видно, что чувствительность ЗЗН можно повысить путем снижения $U_{уст}$. Если, например, уставку ЗЗН выставить равной 16 В, то для сети с ДГК, настроенной в резонанс, ЗЗН будет «чувствовать» повреждение с $R_3 \leq 35000$ Ом.

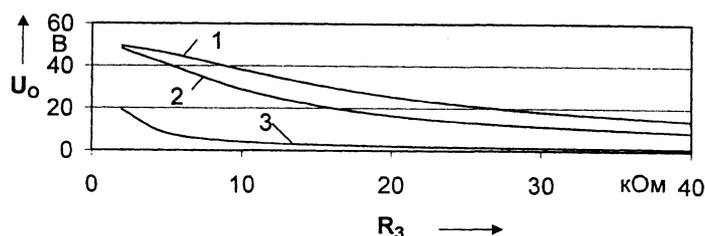


Рис. 2. Зависимость $3U_0 = f(R_3)$: 1 — режим сети с ДГК, настроенной в резонанс ($I_3 = 1,03$ А при $R_3 = 0$); 2 — то же, с перекомпенсацией 5 % ($I_3 = 1,73$ А при $R_3 = 0$); 3 — режим сети без ДГК ($I_3 = 14,7$ А при $R_3 = 0$)

Таким образом, уменьшение $U_{уст}$ и использование резонансной настройки ДГК с сетью увеличивает зону работы ЗЗН в 13,5 раза (с $R_3 = 2600$ до 35000 Ом).

ВЫВОДЫ

1. Чувствительность ЗЗН зависит от величины тока металлического замыкания на землю: с уменьшением тока возрастает $3U_0$.

2. В компенсированных сетях уставку ЗЗН, по возможности, следует выбирать наименьшей. Критерием для выбора уставки должны служить конкретные замеры $3U_0$ на подстанциях при резонансной настройке ДГК без замыкания на землю.

3. В некомпенсированных сетях уставку ЗЗН необходимо выбирать также наименьшей, отстроенной от напряжения естественной несимметрии сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федосеев А. М. Релейная защита электрических сетей. — М.: Энергия, 1976. — С. 204 — 206.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. — 14-е изд. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 238 с.
3. Справочник по наладке вторичных цепей электростанций и подстанций / Под ред. Э. С. Мусаэяна. — М.: Энергия, 1989. — С. 193—196.

Поступила 21.09.1999