

УДК 621.3

**Определение мест размыкания петлевой схемы электрической сети.**

Сибирцев Е.Ю., Мячин А.В.

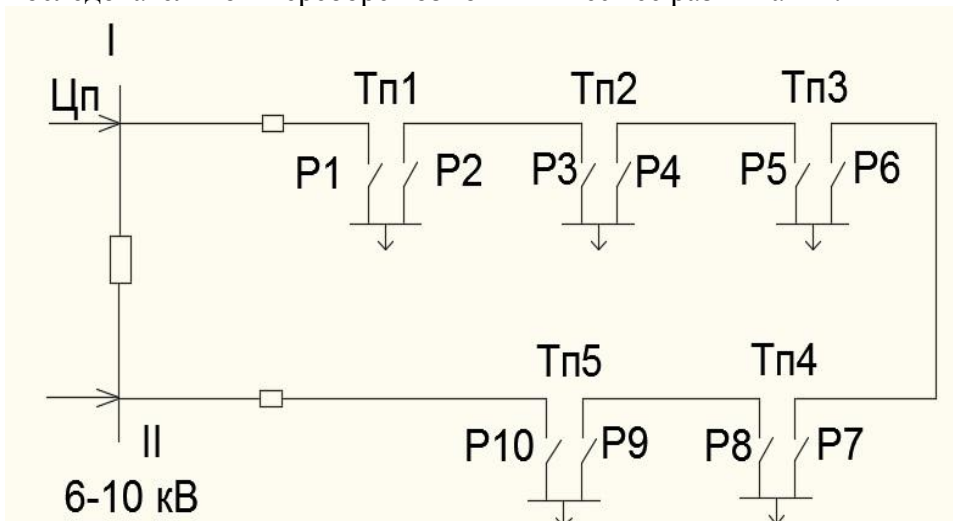
Научный руководитель – д.т.н., профессор КОРОТКЕВИЧ М. А.

Определение мест размыкания петлевых схем можно выполнить следующими двумя методами:

1) Проводится электрический расчет замкнутой схемы, находятся точки потокораздела и размыкаются прилегающие к ним участки с наименьшими потоками мощности. В связи с тем, что разделение нагрузки в точке потокораздела невозможно осуществить строго в соответствии с потоками мощности в примыкающих ветвях, необходимо применение поиска, когда удаляется такая ветвь, что в сети имеют место минимальные потери мощности;

2) Размыкаются все по очереди участки схемы и рассчитываются потери мощности в каждом варианте (нежелательные варианты не рассматриваются в процессе расчета). Для реализации выбирается участок с наименьшими потерями мощности.

Петлевая линия (рис 1) нормально должна работать в разомкнутом режиме, то необходимо установить номер разъединителя, который должен быть нормально отключен. Это можно сделать на основе критерия минимума потерь активной мощности в петлевых линиях при последовательном переборе возможных мест ее размыкания.



Цп-центр питания; I,II-первая и вторая секции шин; СВ-нормально отключенный секционный выключатель; ТП,...,ТП5-трансформаторные подстанции номер 1,...,5; Р1,...,Р10- Разъединители номер 1,...,10

Рисунок 1 – Петлевая схема:

При отключении одного из разъединителей изменяется как значение , так и направление потока мощности по участкам линий, что приводит к изменению потерь мощности как по отдельным участкам, так и во всей петлевой линии.

При размыкании разъединителя Р1 направление потока мощности : ЦП-ТП5-ТП4-ТП3-ТП2-ТП1. При размыкании разъединителя Р10 направление потока мощности будет обратным, то есть ЦП-ТП1-ТП2-ТП3-ТП4-ТП5. Если разомкнуть разъединители Р2 или Р3, то направление потока мощности будут ЦП-ТП1 и ЦП-ТП5-ТП4-ТП3-ТП2.

Аналогично можно указать направления потоков мощности при размыкании разъединителей Р4 или Р5, Р6 или Р7, Р8 или Р9.

$m=n+1$ ;

$m$ -количество рассматриваемых мест размыкания  $m$  петлевой линии будет равно

$n$  – количество трансформаторных подстанций в петлевой схеме сети.

**Выбор места размыкания петлевой сети по условию минимума потерь мощности**

Выбор состоит из 3-х условий:

- 1) допустимые потери напряжения;
- 2) допустимый ток нагрева;
- 3) по условию работы центра питания .

Процесс нахождения значения потерь мощности в сети  $\Delta P$  при отключении участка ЦП-ТП1 петлевой линии :

$$\Delta P_1 = 3 \left[ I_1^2 r_{12} + (I_1 + I_2)^2 r_{23} + (I_1 + I_2 + I_3)^2 r_{34} + \right. \\ \left. + (I_1 + I_2 + I_3 + I_4)^2 r_{43} + (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5)^2 r_{5-ЦП} \right]$$

При отключении участка ТП1-ТП2:

$$\Delta P_2 = 3 \left[ I_2^2 r_{23} + (I_2 + I_3)^2 r_{34} + (I_2 + I_3 + I_4)^2 r_{45} + \right. \\ \left. + (I_2 + I_3 + I_4 + I_5)^2 r_{5-ЦП} + I_1^2 r_{1-ЦП} \right]$$

$I_1, \dots, I_5$  - токи нагрузки ТП стороны высшего напряжения ;

$r_{kj}$  - активное сопротивление участка линии между k-м и j-м ТП или между k-м ТП и

ЦП.

Токи  $I_1, \dots, I_5$  определяются делением измеренных токов на стороне 0,38 кВ трансформатора на коэффициент трансформации, равный 15( в сети 6кВ) и 25(в сети 10кВ).

Размыкается тот участок петлевой линии, где  $\Delta P_i \rightarrow \min$

- 1) Падение напряжения до точки потокораздела определяется с учетом полных сопротивлений  $Z_{kj}$  участков сети, т.е.

$$Z_{ij} = \sqrt{r_{kj}^2 + x_{kj}^2}$$

где  $x_{kj}$  - индуктивное сопротивление участка линии между k-м и j-м ТП или между k-м ТП и ЦП.

Для вычисления падения напряжения по участкам сети используется та же самая сумма токов, что и для определения потерь мощности, и вместо активного сопротивления употребляется полное сопротивление, т.е.

$$\Delta U_1 = \sqrt{3} \left[ I_1 z_{12} + (I_1 + I_2) z_{23} + (I_1 + I_2 + I_3) z_{34} + \right. \\ \left. + (I_1 + I_2 + I_3 + I_4) z_{43} + (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5) z_{5-ЦП} \right] \leq U_\delta$$

где  $\Delta U_\delta$  - допустимое значение падения напряжения до точки потокораздела, равное 900В (для сети 6 кВ) и 1500В (для сети 10кВ).

Значение  $\Delta U_\delta$  определено из следнующих соображений. Предполагается, что на шинах центра питания можно иметь напряжение на 10% выше номинального.

На шинах ТП можно иметь напряжение на 5% ниже номинального. Это связано с возможностью регулирования напряжения трансформаторами ТП с помощью переключения ответвлений обмоток без возбуждения.

- 2) Токи по участкам сети сравниваются с длительно допустимыми  $I_\delta$  для данного участка. Применительно к отключению участка УП-ТП1 эти ограничения запишутся как

$$I_1 \leq I_{\delta 01}; (I_1 + I_2) < I_{\delta 023}; (I_1 + I_2 + I_3) < I_{\delta 034}; (I_1 + I_2 + I_3 + I_4) < I_{\delta 045}; (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5) < I_{\delta 05-ЦП};$$

Если расчетные токи превышают допустимые, то рассматриваемый участок исключается из списка возможных мест размыкания.

- 3) Проверка возможности размыкания сети в найденных точках по условию работы питания заключается в проверке загрузки силовых трансформаторов центра питания и в определении емкостных токов замыкания на землю и сравнении их с допустимыми, т.е.

$$\left. \begin{array}{l} \sqrt{3}U_n \left( \sum_{j=1}^m I_j \right) \leq S_n \\ I_s \approx I_L \end{array} \right\},$$

где  $U_n$  - номинальное напряжение сети;

$I_j$  - ток нагрузки j-й ( $j=1, \dots, m$ ) радиальной линии, подключенной к данной секции шин центра питания;

$S_n$  - номинальная мощность силового трансформатора центра питания;

$I_L = \frac{Q_p}{U_{\phi n}}$  - номинальный ток дугогасящего реактора;

$Q_p$  - реактивная мощность дугогасящего реактора;

$U_{\phi n}$  - номинальное фазное напряжение сети.

**Выбранное место размыкания сети по условию минимума потерь мощности должно отвечать вышеуказанным требованиям.**

#### Литература

1. Короткевич М.А. Основные направления совершенствования эксплуатации электрических сетей/ М.А. Короткевич.-Мн.: ЗАО «Техноперспектива», 2003.-373с.
2. Гук Ю. Б. Анализ надежности электротехнических установок/ Ю.Б. Гук – Л.: Энергоатомиздат, Ленинград. отд-ние, 1988.-224 с.