

УДК 621.311

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ИЗОЛЯЦИИ В НЕСИММЕТРИЧНОЙ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов,

А.Б. Уахитова, С.Т. Амургалинов

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Выполнение каждого арифметического действия определения полной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В содержит погрешность. Поэтому требуется произвести анализ погрешности. Производится анализ погрешности путем определения случайной относительной среднеквадратичной погрешности. При анализе погрешности необходимо учитывать влияние величины вводимой активной дополнительной проводимости. Анализ относительной среднеквадратичной погрешности определения полной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В учитывает класс точности измерительных приборов.

На основе проведенного анализа погрешности определяются границы изменения величины напряжения фазы относительно земли в зависимости от изменения величины вводимой дополнительной проводимости между измеряемой величиной напряжения фазы электрической сети относительно земли, где погрешности определения искомых величин лежат в области допустимых пределах. При этом обеспечивается безопасность производства работ при эксплуатации трехфазной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В на горных предприятиях.

Анализ погрешности разработанного метода определения полной проводимости изоляции сети производится с использованием основных положений теории ошибок и теоретических основ электротехники [1].

$$y = \frac{\sqrt{3}U_{\phi o}U_{\phi o1}g_1}{U_{\phi o}(U_{\lambda} - \sqrt{3}U_{\phi o1}) - U_{\phi o1}(U_{\lambda} - \sqrt{3}U_{\phi o})}, \quad (1)$$

где $U_{\varepsilon}, U_{\phi_0}, U_{\phi_1}, g_1$ – величины, получаемые прямыми измерениями для косвенного определения полной проводимости изоляции сети.

Случайная относительная среднеквадратичная погрешность метода, при определении полной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В, определяется из выражения:

$$\varepsilon_y = \frac{y_*}{y} = \frac{1}{y} \sqrt{\left(\frac{\partial y}{\partial U_{\varepsilon}}\right)^2 \Delta U_{\varepsilon}^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial U_{\phi_0}}\right)^2 \Delta U_{\phi_0}^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial U_{\phi_1}}\right)^2 \Delta U_{\phi_1}^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial g_1}\right)^2 \Delta g_1^2} \quad (2)$$

где;
 $\frac{\partial y}{\partial U_{\varepsilon}}; \frac{\partial y}{\partial U_{\phi_0}}; \frac{\partial y}{\partial U_{\phi_1}}; \frac{\partial y}{\partial g_1}$

– частные производные функции $y = f(U_{\varepsilon}, U_{\phi_0}, U_{\phi_1}, g_1)$.

$\Delta U_{\varepsilon}, \Delta U_{\phi_0}, \Delta U_{\phi_1}, \Delta g_1$ – абсолютные погрешности прямых измерений величин $U_{\varepsilon}, U_{\phi_0}, U_{\phi_1}, g_1$ которые определяются следующими выражениями:

$$\begin{aligned} \Delta U_{\varepsilon} &= U_{\varepsilon} \Delta U_{\varepsilon*}; \quad \Delta U_{\phi_0} = U_{\phi_0} \Delta U_{\phi_0*}; \\ \Delta U_{\phi_1} &= U_{\phi_1} \Delta U_{\phi_1*}; \quad \Delta g_1 = g_1 \Delta g_{1*}. \end{aligned} \quad (3)$$

Для определения погрешности измерительных приборов принимаем, что $\Delta U_{\varepsilon*} = \Delta U_{\phi_0*} = \Delta U_{\phi_1*} = \Delta U_{*}$, где ΔU_{*} – относительная погрешность измерительных цепей напряжения; $\Delta g_{1*} = \Delta R_*^{-1}$ – относительная погрешность измерительного прибора, измеряющего сопротивление вводимой дополнительной проводимости.

Определяем частные производные функции $y = f(U_{\varepsilon}, U_{\phi_0}, U_{\phi_1}, g_1)$ по переменным $U_{\varepsilon}, U_{\phi_0}, U_{\phi_1}, g_1$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial y}{\partial U_{\varepsilon}} &= \frac{-\sqrt{3}(U_{\phi_0} - U_{\phi_1})U_{\phi_0}U_{\phi_1}g_1}{U_{\varepsilon}^2(U_{\phi_0} - U_{\phi_1})^2}; \quad \frac{\partial y}{\partial U_{\phi_0}} = -\frac{\sqrt{3}U_{\varepsilon}U_{\phi_1}^2g_1}{U_{\varepsilon}^2(U_{\phi_0} - U_{\phi_1})^2}; \\ \frac{\partial y}{\partial U_{\phi_1}} &= \frac{\sqrt{3}U_{\varepsilon}U_{\phi_0}^2g_1}{U_{\varepsilon}^2(U_{\phi_0} - U_{\phi_1})^2}; \quad \frac{\partial y}{\partial g_1} = \frac{\sqrt{3}U_{\varepsilon}U_{\phi_0}U_{\phi_1}}{U_{\varepsilon}(U_{\phi_0} - U_{\phi_1})} \end{aligned} \quad (4)$$

Определяем случайную относительную среднеквадратичную погрешность полной y – проводимости изоляции фаз относительно земли в несимметричной электрической

сети путем решения уравнения (1) подставив в него значения частных производных уравнения (4) и значения частных абсолютных погрешностей (3), при этом полагая, что

$$\Delta U_* = \Delta R_*^{-1} = \Delta.$$

Тогда получим

$$\varepsilon_y = \frac{y_*}{\Delta} = \frac{U_{\phi o}^2 - U_{\phi o1}^2}{(U_{\phi o} - U_{\phi o1})^2} + 2 \quad (5)$$

Уравнение (5) выразим в относительных единицах

$$\varepsilon_y = \frac{y_*}{\Delta} = \sqrt{\frac{1 - U_*^2}{(1 - U_*)^2}} + 2 \quad (6)$$

где $U_* = \frac{U_{\phi o1}}{U_{\phi o}}$.

На основе полученных математических уравнений случайных относительных среднеквадратичных погрешностей определения полной проводимости изоляции фаз электрической сети относительно земли строим зависимости изменения погрешности от функций изменения напряжения и от величины вводимой активной дополнительной проводимости, при использовании измерительных приборов с классом точности 0,5 (рис. 1):

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta y_*}{\Delta} = f(U_*, U_{1*}).$$

Математическая зависимость относительной среднеквадратичной погрешности полной проводимости изоляции фаз электрической сети с изолированной нейтралью (рис. 1) характеризует изменение погрешности в зависимости от величины активной дополнительной проводимости g_1 , которая вводится между фазой электрической сети и землей.

При определении полной проводимости изоляции фаз электрической сети относительно земли подбирается активная дополнительная проводимость g_1 , чтобы $U_* = 0,2 - 0,9$, при этом погрешность разработанного метода не превышает 10,0 % при использовании измерительных приборов кл. точности 1.0.

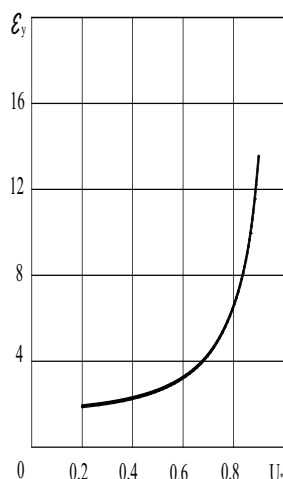


Рисунок 1 – Относительная среднеквадратичная погрешность определения полной проводимости изоляции сети напряжением до 1000 В

Следует отметить, что при использовании измерительных приборов с кл. точности 0.5, погрешности определения ϵ_y – полной проводимости изоляции уменьшается в два раза, что позволяет получить более достоверные данные при определении параметров изоляции по разработанным методам.

Разработанный метод обеспечивает удовлетворительную точность при определении полной проводимости изоляции сети, а также простоту и безопасность производства работ в действующих электроустановках напряжением до 1000 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдель А.Н. Элементарные оценки ошибок измерений. – 3-е изд. – Ленинград: Наука, 1968. - с. 97.

Түйіндеме

Осы жұмыста электротехника теориялық негіздердің және негізгі жайларының теория қателері бойынша тораптың фазаларының бірі мен жер арасындағы оқшаулама зақым келудің толық өткізгіштікті анықтау әдісінің қателік талдауы көрсетілген. Бұл әдіс қанағаттанарлық дәлдігін қамсыздандырады, қарапайымдылығын және кернеуі 1000 В дейін әрекеттегі электрқондырғыларда жұмыстарды жүргізу қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Resume

In work made analysis of inaccuracy of developping method of determination of packed conductivity of insulating to electrical network with using the main positions of theory of mistakes and theoretical bases electrical engineering. According to tinned data a method ensures satisfactory accuracy at determination of parameters to insulation, as well as simplicity and safety of construction in acting electrical installation by voltage before 1000V