

УДК 621.31

Сидоров Александр Иванович – д.т.н., профессор (Челябинск, ЮУрГУ)  
 Утегулов Болатбек Бахитжанович – д.т.н., профессор (Павлодар, ПГУ)  
 Утегулов Арман Болатбекович – к.т.н., доцент (Павлодар, ПГУ)  
 Уахитова Айгуль Ботановна – к.т.н., доцент (Павлодар, ПГУ)  
 Амурғалинов Самат Токтамысович – соискатель (Павлодар, ПГУ)

### МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ В СИММЕТРИЧНОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Для обеспечения роста уровня электробезопасности необходимо знать состояние электроустановок под рабочим напряжением. Следует отметить, что активная проводимость характеризует изоляционные свойства диэлектрика, емкостная проводимость соответственно характеризует емкость сети, то есть количество подключенных электроприемников, и протяженность воздушных и кабельных линий, а полная проводимость характеризует величину тока однофазного замыкания на землю. Поэтому в практике эксплуатации электроустановок необходимо знать активную, емкостную и полную проводимости изоляции фаз электрической сети относительно земли. Это позволит правильно выбрать стратегию разработки организационных и технических мероприятий по повышению уровня электробезопасности в сетях напряжением до 1000 В при разработке угольных месторождения.

Для повышения уровня электробезопасности в сетях напряжением до 1000 В при разработке угольных месторождения следует разработать метод определения параметров изоляции под рабочим напряжением. Разработанный метод должен быть простым, безопасным и обеспечивать удовлетворительную точность при определении искомых величин.

Для разработки метода определения параметров изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В используем известные из теоретических основ электротехники математические зависимости описывающие трехфазную электрическую сеть [1]

$$\dot{U}_A = \frac{\dot{y}_B \dot{U}_{BA} - \dot{y}_C \dot{U}_{AC}}{\dot{y}_A + \dot{y}_B + \dot{y}_C}, \quad (1)$$

где  $\dot{U}_A$  – напряжение фазы А электрической сети;  
 $\dot{U}_{BA}, \dot{U}_{AC}$  – линейные напряжения между фазами В, А и фазами А, С электрической сети;  
 $\dot{y}_A, \dot{y}_B, \dot{y}_C$  – полные проводимости изоляции фаз А, В и С относительно земли.

При подключении активной дополнительной проводимости  $g_0$  между фазой А электрической сети и землей уравнение (1) примет вид

$$\dot{U}_{\phi_0} = \frac{\dot{y}_B \dot{U}_{BA} - \dot{y}_C \dot{U}_{AC}}{\dot{y}_{A1} + \dot{y}_B + \dot{y}_C}, \quad (2)$$

где соответственно напряжение фазы  $\dot{U}_A$  уменьшится до значения  $U_{\phi_0}$ , соответственно полная проводимость изоляции фазы А примет вид [1]

$$\dot{y}_{A1} = g_A + g_o - j b_A. \quad (3)$$

Совместное решение уравнений (2) и (3) при условии, что активные проводимости и емкостные проводимости фаз электрической сети будут равными:

$$g_A = g_B = g_C = g; \quad (4)$$

$$b_A = b_B = b_C = b, \quad (5)$$

то согласно работе [2] уравнение (2) примет вид

$$U_{\phi o} = \frac{U_{\phi}}{2} \sqrt{\frac{[3(g_B + g_C) + 1,73\omega(C_B + C_C)]^2 + [1,73(g_B + g_C) + 3\omega(C_B + C_C)]^2}{(g_A + g_B + g_C + g_o)^2 + \omega^2(C_A + C_B + C_C)^2}}, \quad (6)$$

где  $U_{\phi}$  – напряжение фазы А электрической сети до подключения активной дополнительной проводимости  $g_o$  между фазой А электрической сети и землей.

Решая уравнение (6) совместно с уравнениями закона Ома для участка цепи и описания полной проводимости изоляции выраженной геометрической суммой активной и емкостной проводимости изоляции электрической сети и при выполнении условий описанных уравнениями (4) и (5) получим

$$U_{\phi o}^2 = U_{\phi}^2 \left[ \frac{1}{1 + \frac{g_o(6g + g_o)}{9y^2}} \right]. \quad (7)$$

Производим упрощение уравнения (7) при этом получим удобную форму математического описания

$$U_{\phi o} = U_{\phi} \frac{3y}{3y - g_o}. \quad (8)$$

Так как полная проводимость сети равна сумме полных проводимостей сети с изолированной нейтралью то принимаем, что  $y = 3y$

$$y = \frac{U_{\phi o}}{U_{\phi} - U_{\phi o}} g_o. \quad (9)$$

Для определения активной проводимости изоляции сети приводим уравнение метода амперметра-вольтметра, где путем измерения величины полного тока замыкания на землю –  $I_o$  и величины тока –  $I_{yt}$ , протекающего через вводимую дополнительную проводимость и измерении величины напряжения фазы относительно земли –  $U_{\phi}$  и  $U_{\phi o}$  до и после подключения дополнительной проводимости –  $g_o$ , а также с учетом величины дополнительной проводимости –  $g_o$ , параметры изоляции определяются путем использования математических зависимостей [2]:

– полная проводимость изоляции сети

$$y = \frac{I_o}{U_{\phi}}, \quad (10)$$

- суммарная проводимость изоляции сети

$$y_{\Sigma} = \frac{I_{yT}}{U_{\phi_0}}, \quad (11)$$

- активная проводимость изоляции сети

$$g = \frac{y_{\Sigma}^2 - y^2 - g_0^2}{2g_0}, \quad (12)$$

- емкостная проводимость изоляции сети

$$b = \sqrt{y^2 - g^2}. \quad (13)$$

Определяем величину тока протекающего через дополнительную проводимость  $g_0$ .

$$I_{yT} = U_{\phi_0} g_0. \quad (14)$$

Решая совместно уравнения (9) и (14) определяем величину тока однофазного замыкания на землю

$$I_0 = \frac{U_{\phi} I_{yT}}{U_{\phi} - U_{\phi_0}}. \quad (15)$$

При совместном решении уравнений (11) и (14) суммарная проводимость примет вид

$$y_{\Sigma} = \frac{U_{\phi_0} g_0}{U_{\phi}}. \quad (16)$$

Подставив в уравнение (12) уравнения (9) и (16) получим математическую зависимость определения активной проводимости изоляции сети

$$g = \frac{\frac{U_{\phi_0}^2 g_0^2}{U_{\phi}^2} - \frac{U_{\phi_0}^2 g_0^2}{(U_{\phi} - U_{\phi_0})^2} - g_0^2}{2g_0}. \quad (17)$$

После преобразования уравнения (17) получим математическую зависимость определения активной проводимости изоляции сети

$$g = \left( \frac{U_{\phi_0}^2}{U_{\phi}^2} - \frac{U_{\phi_0}^2}{(U_{\phi} - U_{\phi_0})^2} - 1 \right) 0,5g_0. \quad (18)$$

Емкостная проводимость изоляции определяется как геометрическая разность между полной и активной проводимостью изоляции сети.

#### **Выводы:**

На основе вышеизложенного, разработан метод определения параметров в сети с изолированной нейтралью, основанный на измерении величины модуля напряжения фазы относительно земли до и после подключения между ней и землей активной дополнительной проводимости. По измеренной величине модуля напряжения фазы относительно земли до и после подключения между ней и землей активной дополнительной проводимости с учетом величины активной дополнительной проводимости производится определение полной, активной и емкостной проводимостей фаз электрической сети относительно земли.

Разработанный метод не требует создания специального измерительного прибора, так как измерительный прибор для измерения напряжения фазы относительно земли и дополнительная активная проводимость имеются в службе эксплуатации системы электроснабжения угольного разреза. В качестве дополнительной проводимости необходимо использовать сопротивление типа ПЭ-200, с  $R=1000,0$  Ом, а для измерения величины модуля напряжения фазы относительно земли используется вольтметр марки Э-515, со шкалой измерения  $U = 0 \div 500$  В.

Разработанный метод прост и безопасен при производстве работ в электроустановках по определению параметров изоляции.

Применение разработанного метода определения параметров изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В позволяет обеспечить контроль состояния изоляции под рабочим напряжением, тем самым обеспечивается повышение уровня электробезопасности в электроустановках при разработке угольных месторождений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Теоретические основы электротехники /Под ред. П. А. Ионкина. Учебник для электротехн. Вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Высшая школа, 1976.
2. Гладилин Л.В., Щуцкий В.И., Бацезев Ю.Г., Чеботаев Н.И. Электробезопасность в горнодобывающей промышленности. М., Недра, 1977, 327 с.

УДК 621.396.62.001.5

**Раджабов Тельман Дадаевич – д.ф-м.н., профессор (Ташкент, ТУИТ)**  
**Мухамеджанова Альмира Далелханкызы – ст. преподаватель (Алматы, АИЭС)**

#### **СИСТЕМА СТЕРЕОФОНИЧЕСКОГО ВЕЩАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНАХ**

Из диапазонов, отведенных для радиовещания с амплитудной модуляцией, наиболее пригодным для стереофонического вещания является диапазон средних волн (0,52-1,6МГц). Диапазон длинных волн мало пригоден для стереофонического вещания из-за узкой полосы пропускания приемников в этом диапазоне. В диапазонах коротких волн вести стереофоническое вещание нерационально из-за неустойчивости радиоприема.

Целью данной работы является исследование работы системы стереофонического вещания в различных диапазонах.

Из систем, предложенных для АМ-диапазонов, наиболее интересными являются система с передачей стереоканалов на разных боковых полосах и система с квадратурной модуляцией.

Система с передачей стереоканалов на разных боковых полосах использует, как видно из названия, для передачи каждого канала одну из боковых полос модуляции и амплитудно-модулированного колебания.

Если несущую частоту отдельно промодулировать сигналами каналов А и В, а затем в одном из промодулированных колебаний подавить верхнюю, а в другом нижнюю боковые полосы модуляции, то после сложения этих сигналов получим колебание (при гармонической модуляции) вида: