

Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов,  
А.Б. Уахитова, Б.М. Бегентаев

УДК 621.311

Павлодарский государственный университет  
им. С. Торайгырова

## ЧИСЛОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ И ТОКА ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000В ШАХТЫ «КАПИТАЛЬНАЯ» АО «МАЙКАИНЗОЛОТО»

*Осы жұмыста АҚ “Майкаинзолото”, “Күрделі” шахтада тәжірибелік жолмен алынған кернеуі 1000 В дейін бейтарабы оқшауланған тарапта негізгі параметрлерінің мағыналары көрсітілген. Кернеуі 1000 В дейін электр қондырғыларының қолдағанда электр қауіпсіздік деңгейінің жақсарулары мақсатпен қосалқы станцияларда жерге бір фазалы тұйықталу тогы төмендеуімен шаралар өңдеу ұсынылған.*

*In work presented values of main parameters of insulating the electrical networks with insulated neutral by the voltage before 1000 V, tinned by the experimental way on the mine “Capital” SC “Майкаинзолото”. Offered to develop actions on reducing a current of single-phase closing to the land on substations for the reason perfecting a level electrical safety at usages electrical installation voltage before 1000 V.*

Повышение потребления электрической энергии приводит вместе с тем к росту протяженности электрических сетей, что увеличивает вероятность появления однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), которые снижают условия электробезопасности в шахтных электрических сетях напряжением до 1000 В. Действия релейной защиты и автоматики позволяют обеспечить безопасность эксплуатации шахтных электроустановок лишь в том случае, если поддерживается высокий уровень изоляции. Одним из способов обеспечения является периодический контроль параметров изоляции фаз электрической сети относительно земли.

В связи с этим возникают задачи дальнейшего совершенствования средств контроля параметров изоляции электрических сетей в сочетании с выполнением профилактических мероприятий и периодических измерений в различных режимах эксплуатации. Причем методы определения параметров изоляции фаз электрических сетей относительно земли не должны влиять на режим работы системы электроснабжения, а расчет параметров изоляции должен содержать минимум вычислений.

Для обеспечения электробезопасности эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В необходимо определить числовые значения параметров изоляции. На шахте “Капитальная” АО “Майкаинзолото” проведены экспериментальные исследования с целью

установления действительных значений основных параметров изоляции электрических сетей с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В. Исследования проводились на участковых понизительных подстанциях УПП №1 и УПП №2 по разработанной методике измерения емкости электрической сети и методике определения параметров изоляции в сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В в нормальных условиях эксплуатации электроприемников шахты “Капитальная” АО “Майкаинзолото”.

Экспериментальные исследования на участковых понизительных подстанциях УПП №1 и УПП №2 шахты “Капитальная” АО “Майкаинзолото” установили числовые значения полной, активной и емкостной проводимостей изоляции фаз электрической сети напряжением до 1000 В, а также емкости фаз электрической сети относительно земли, которые обработаны методом малой выборки. Полученные результаты параметров изоляции фаз электрической сети относительно земли обработанные методом малой выборки приведены в таблице 1 и таблице 2, а таблице 3 представлены средние значения параметров изоляции фаз электрической сети относительно земли напряжением до 1000 В.

Полученные результаты экспериментальных исследований на участковых понизительных подстанциях УПП №1 и УПП №2 шахты “Капитальная” АО “Майкаинзолото” выразим через сопротивления, а также определим ток однофазного замыкания на землю по закону Ома.

Таблица 1

Результаты измерения емкости и определения параметров изоляции фаз электрической сети относительно земли в сети напряжением 0,4 кВ на подстанции УПП-1

Параметры изоляции	Количество измерений							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Емкость изоляции сети $C$ , мкФ.	0,315	0,302	0,264	0,292	0,289	0,280	0,305	0,261
Полная проводимость изоляции сети $Y \times 10^{-3}$ , См.	0,146	0,149	0,150	0,152	0,152	0,151	0,151	0,157
Емкостная проводимость изоляции сети $b \times 10^{-3}$ , См.	0,099	0,095	0,083	0,092	0,091	0,088	0,096	0,082
Активная проводимость изоляции сети $g \times 10^{-3}$ , См.	0,107	0,115	0,125	0,121	0,122	0,123	0,117	0,134

Таблица 2

Результаты измерения емкости и определения параметров изоляции фаз электрической сети относительно земли в сети напряжением 0,4 кВ на подстанции УПП-2

Параметры изоляции	Количество измерений							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Емкость изоляции сети $C$ , мкФ.	1,544	1,487	1,480	1,496	1,535	1,528	1,554	1,563
Полная проводимость изоляции сети $Y \times 10^{-3}$ , См.	0,492	0,478	0,479	0,488	0,491	0,490	0,502	0,510
Емкостная проводимость изоляции сети $b \times 10^{-3}$ , См.	0,485	0,467	0,465	0,470	0,482	0,480	0,488	0,491
Активная проводимость изоляции сети $g \times 10^{-3}$ , См.	0,083	0,102	0,115	0,131	0,094	0,098	0,118	0,138

Таблица 3

Среднее значение параметров сети параметров изоляции фаз электрической сети относительно земли в сети напряжением 0,4 кВ на подстанциях УПП-1 и УПП-2

Наименование объекта	Емкость изоляции сети $C$ , мкФ.	Полная проводимость изоляции сети $Y$ $\times 10^{-3}$ , См.	Емкостная проводимость изоляции сети $b$ $\times 10^{-3}$ , См.	Активная проводимость изоляции сети $g$ $\times 10^{-3}$ , См.
Подстанция УПП-1	0,38	0,151	0,091	0,121
Подстанция УПП-2	1,52	0,491	0,479	0,109

Результаты расчетов экспериментального исследования емкости и сопротивлений изоляции фаз электрической сети относительно земли, а также тока однофазного замыкания на землю на участках понизительных подстанциях УПП-1 и УПП-2 шахты “Капитальная” АО “Майкаинзолото” приведены в таблице 4.

Таблица 4

Числовые значения емкости и сопротивлений изоляции фаз электрической сети относительно земли, а также тока однофазного замыкания на землю на участках понизительных подстанциях УПП-1 и УПП-2 шахты “Капитальная” АО “Майкаинзолото”

Результаты исследования	Наименование объекта	
	Подстанция УПП-1	Подстанция УПП-2
Емкость изоляции сети – $C$ , мкФ	$\frac{0,38}{0,34 \div 0,42}$	$\frac{1,52}{1,48 \div 1,56}$
Полное сопротивление изоляции сети – $Z$ , Ом	$\frac{6622,5}{6369,4 \div 6849,3}$	$\frac{2036,7}{1960,8 \div 2092,1}$
Активное сопротивление изоляции сети – $R$ , Ом	$\frac{10989,0}{10101,0 \div 12195,1}$	$\frac{9174,3}{7246,4 \div 12048,2}$
Емкостное сопротивление изоляции сети – $\tilde{O}$ , Ом	$\frac{8264,5}{7462,7 \div 9345,8}$	$\frac{2087,7}{2036,7 \div 2150,5}$
Ток однофазного замыкания на землю – $I_0$ , мА	$\frac{36,2}{35,0 \div 37,7}$	$\frac{117,8}{114,7 \div 122,4}$

В таблице 4 числителем представлены результаты расчетов математических ожиданий абсолютных величин емкости, полного, активного и емкостного сопротивлений изоляции фаз электрической сети относительно земли, а также тока однофазного замыкания на землю, а в знаменателе – диапазоны изменения этих же параметров при нормальной работе электроприемников на участках понизительных подстанциях УПП-1 и УПП-2 шахты “Капитальная” АО “Майкаинзолото”.

Исследование показали, что параметры изоляции в сети напряжением до 1000 В на участках понизительных подстанциях УПП-1 и УПП-2 шахты “Капитальная” АО “Майкаинзолото” имеют незначительный разброс, что характеризует незначительные изменения параметров сети в зависимости от технологии производства добычи полезного ископаемого.

На участках понизительных подстанциях УПП-1 и УПП-2 шахты “Капитальная” АО “Майкаинзолото” установлены устройства УЗО типа УАКИ-380. Где ток уставки срабатывания  $I_{cr} = 24$  мА. Ток ОЗЗ в шахтной сети значительно превышает ток уставки УЗО.

Поэтому требуется разработать мероприятия по снижению тока ОЗЗ на участках понизительных подстанциях УПП-1 и УПП-2 шахты “Капитальная” АО “Майкаинзолото”. В шахтных сетях, если ток превышает 50 мА, необходимо использовать УЗО с компенсацией тока ОЗЗ.

Исследования показали, что необходимо разработать технические мероприятия по повышению уровня изоляции, что приведет к снижению величины тока однофазного замыкания на землю.

Исследования состояния изоляции, тока однофазного замыкания на землю и системы электроснабжения на вторичной обмотке шахтных трансформаторов показало, что выбор устройств защитного отключения в шахтных сетях не дифференцирован по току однофазного замыкания на землю. Так как в шахтных сетях напряжением до 1000 В токи однофазного замыкания на землю имеют разные установившиеся значения и соответственно необходимо произвести выбор устройств защитного отключения по величине тока однофазного замыкания.