

УДК.:621.314.1:621.311

## МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТОКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЖИМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

САТАРКУЛОВ К.А., ИМАНАКУНОВА Ж.С.

КГТУ им . И. Раззакова.

АБЫЛГАЗИЕВ Ж.С.

ОАО «Северэлектро»

izvestiya@ktu.aknet.kg

*Приводятся описание конструкции и результаты испытания действующего макета многофункционального преобразователя тока, предназначенного для контроля режима электрической сети.*

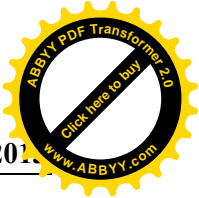
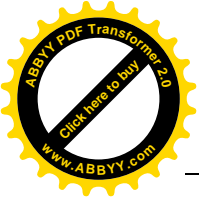
*The description of a design and results of test of the operating model of the multipurpose converter of current of the mode of an electric network intended for control is provided.*

**Введение.** На сегодняшний день разработаны трансформаторы тока (ТТ) различных конструкций. Эти устройства имеют ряд недостатков: во –

первых, они узкофункциональны, например, ТТ только преобразуют величину тока, а другие, например, специальный измерительный трансформатор тока нулевой последовательности, является устройством, реагирующим только на нарушение симметричного режима трёхфазной системы; во – вторых, при создании токовых защит используется несколько трансформаторов тока.

**Цель работы.** Проведение экспериментального испытания многофункционального преобразователя тока (МПТ) новой конструкции с целью обоснования его многофункциональности.

**Описание конструкции и результаты испытания.** На рис.1 представлена конструкция МПТ. Он содержит цилиндрический сердечник, набранный из кольцевых дисков 1. На сердечнике просверлены по кругу под углом в  $120^0$  по отношению друг к другу три отверстия, в которых проходят токоведущие стержни фаз *A, B, C* проходных изоляторов 5, 6, 7, играющих роль первичной трехфазной обмотки. Первичные обмотки при прохождении по ним токов  $I_A, I_B, I_C$  создают вращающееся магнитное поле 8. Испытываемое устройство не содержит второй цилиндрический сердечник, а вторичные обмотки 2, 3, 4 в виде прямоугольных рамок расположены в расточке цилиндрического сердечника 1, соответственно напротив фаз А, В, С так, чтобы плоскости прямоугольных рамок пронизывались вращающимся магнитным полем 8, на



каждую рамку намотаны вдоль них по две обмотки, первая группа обмоток каждой рамки соединены между собой в звезду рис.2, а вторая группа обмоток в открытый треугольник рис.3. Концы обмоток на чертеже

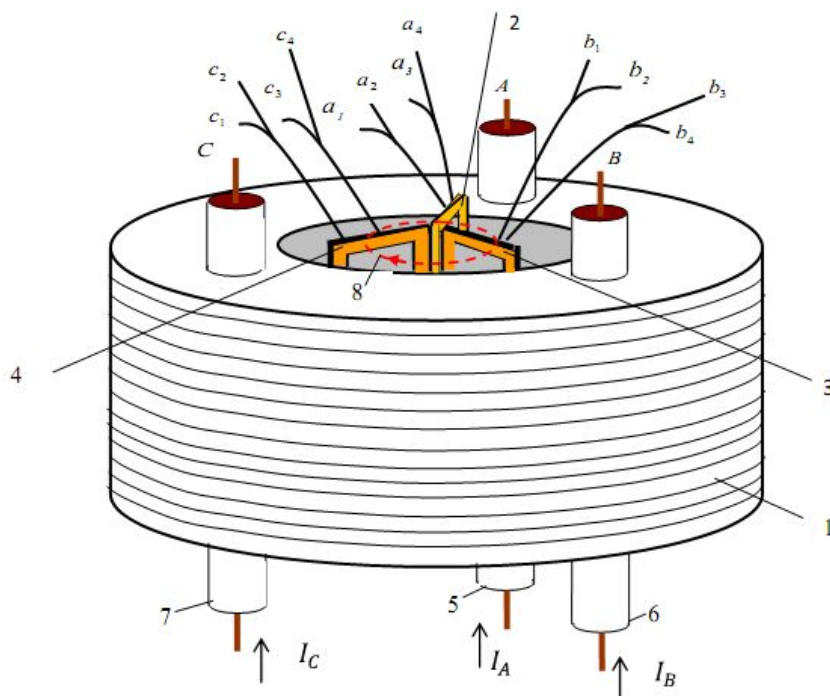


Рис.1

отмечены буквами:  $\{(a_1, a_2); (a_3, a_4)\}$  – концы обмоток, намотанные на рамку 2;  $\{(b_1, b_2); (b_3, b_4)\}$  – на рамку 3 и  $\{(c_1, c_2); (c_3, c_4)\}$  – на рамку 4.

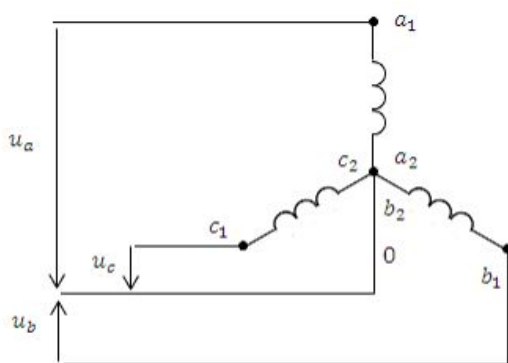


Рис.2

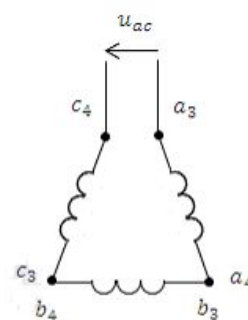


Рис.3

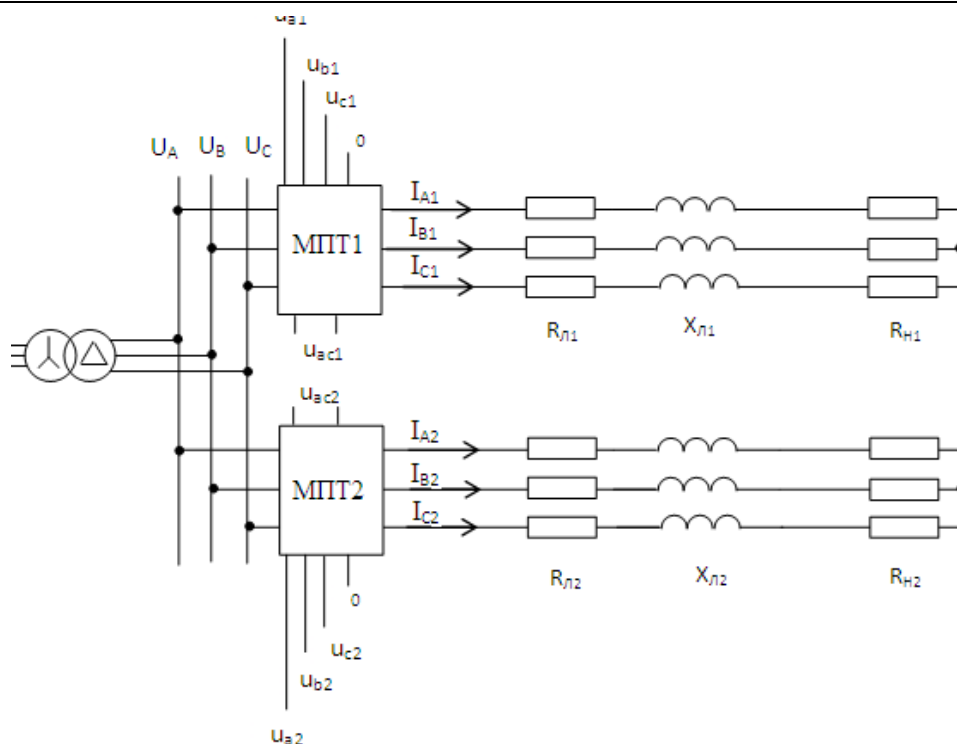
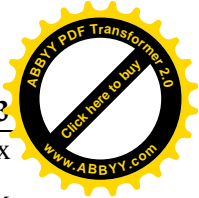
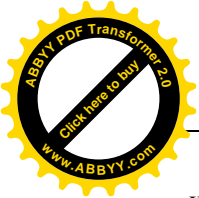


Рис.4

На рис.4 показано использование МПТ1, МПТ2 для контроля режимов работы двух отходящих линий электрической сети с изолированной нейтралью, где  $R_{Л1}$ ,  $X_{Л1}$  соответственно активное и индуктивное сопротивления первой отходящей линии,  $R_{Н1}$  - нагрузка этой линии,  $R_{Л2}$ ,  $X_{Л2}$ ,  $R_{Н2}$  относятся ко второй отходящей линии. Межфазные емкости на фиг.4 не показаны.  $u_{a1}, u_{b1}, u_{c1}$  - напряжения на выводах вторичной обмотки МПТ1, соединённые в звезду относительно нейтрали 0 этой звезды (рис.2).  $u_{ac1}$  - напряжение на разомкнутых концах вторичной обмотки МПТ1, соединенные в открытый треугольник (рис.3).  $u_{a2}, u_{b2}, u_{c2}$  и  $u_{ac2}$  - те же напряжения, только относятся к МПТ2.

Испытываемая МПТ работает следующим образом.

Предположим, что МПТ1 и МПТ2 установлены соответственно в двух отходящих линиях электрической сети с изолированной нейтралью, работающей в симметричном режиме как по напряжению так и по току, т.е.  $U_A = U_B = U_C$ ,  $I_{A1} = I_{B1} = I_{C1}$ ,  $I_{A2} = I_{B2} = I_{C2}$ . Вследствие прохождения токов  $I_A, I_B, I_C$  по первичной обмотке МПТ в нем образуется вращающаяся магнитное поле  $\vec{H}$  (рис.1). В результате его взаимодействия со вторичными обмотками на концах разомкнутых треугольников индуцируются напряжения  $u_{ac1}, u_{ac2}$ , а между концами звезды и нейтралью - напряжения  $u_{a1}, u_{b1}, u_{c1}$  и  $u_{a2}, u_{b2}, u_{c2}$ , которые несут информацию о режиме в отходящих линиях рассматриваемой электрической сети. Так как мы рассматриваем симметричные режимы, то  $u_{ac1} \approx 0$ ,  $u_{ac2} \approx 0$ ,  $u_{a1} \approx u_{b1} \approx u_{c1}$ ,  $u_{a2} \approx u_{b2} \approx u_{c2}$ .



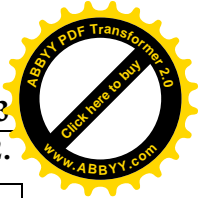
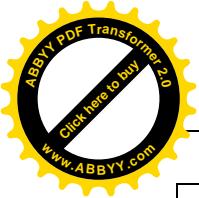
Проведенные эксперименты на действующих макетах МПТ показали, что при любых нарушениях режима в исследуемой сети можно приводить к изменению соответствующим образом значения индуцированных напряжений. Например:

1. При внутреннем дуговом замыкании на землю (без обрыва) любой из фаз первой отходящей линии сумма отклонений выходных величин  $(du_{a1} + du_{b1} + du_{c1})$  по сравнению с нормальным режимом больше в десятки раз, чем по сравнению возникновения внешнего дугового замыкания на землю другой отходящей линии. Это говорит о том, что с помощью МПТ можно обеспечить селективную защиту от однофазного замыкания на землю;
2. МПТ позволяет выявить оборванную фазу на линии;
3. С помощью МПТ можно контролировать степень несимметрии по нагрузке и по напряжению с помощью значений  $u_{a1}, u_{b1}, u_{c1}, u_{a2}, u_{b2}, u_{c2}$ .
4. При любом течении переходного процесса вызванные нарушениями симметрии, на концах обмоток соединённые в открытый треугольник, резко изменяются значения напряжений  $u_{ac1}$  и  $u_{ac2}$ , поэтому эти обмотки можно использовать в качестве пускового органа для запуска логической части защиты.

Результаты эксперимента:

Таблица 1

Состояние отходящих линий электропередач	МПТ1				МПТ2			
	$u_d$	$u_d$	$u_d$	$u_d$	$u_d$	$u_d$	$u_d$	$u_d$
	В	В	В	В	В	В	В	В
Нормальный режим	0,88	0,85	0,76	0,074	2,24	2,20	2,20	0,10
Дуговое замыкание на землю фазы «С» на линии 1	0,90	0,76	0,12	1,75	2,22	2,18	2,18	0,10
Дуговое замыкание на землю фазы «С» на линии 2	0,89	0,85	0,78	0,115	1,02	1,28	2,22	0,122
Обрыв фазы «С» на линии 1	0,78	0,72	0,28	0,08	2,22	2,24	2,38	0,08
Обрыв фазы «С» на линии 2	0,84	0,83	0,78	0,08	2,26	1,28	0,95	0,05



Параметры модели линии электропередач												
Параметры	R <sub>л.</sub> , Ом			X <sub>л.</sub> , Ом			R <sub>н.</sub> , Ом			С <sub>л.</sub> , мкФ.	С <sub>л.</sub> , мкФ.	
										Фаз а-земля	Фаз а-фаза	
Линия 1	0,5	0,5	0,5	,3	,3	,3	44	48	49	2	0,02	0,0
Линия 2	,2	,2	,2	,3	,3	,3	52	49	54	1	0,01	0,0

**Выводы.** Все вышеприведенные сведения подтверждают многофункциональность испытуемого устройства, а отсутствие второго сердечника и пазов в первом сердечнике одновременно снижает стоимость и сложность реализации конструкции *первичных измерительных преобразователей тока.*

#### Литература

Иманакунова Ж.С., Сатаркулов К.А., Тажибаев К. Сборник трудов шестой Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Энергетика: Управление, качество и эффективность использования энергоресурсов. Том 1. Электроэнергетика. Благовещенск-2011