

ДАТЧИКИ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СЕТЕЙ

Горяев А.О., Шароян А.Б.

Научный руководитель доцент Р.А. Уфа

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время одной из основных целей электроэнергетики для обеспечения надежного электроснабжения потребителей является точное измерение параметров сети в различных режимах и обеспечение правильной работы устройств релейной защиты и автоматики (РЗА). Для этого требуется проанализировать существующие высоковольтные измерительные устройства, по основным критериям, а именно точность, надежность, размер, стоимость и доступность.

В настоящее время широкое применение нашли традиционные электромагнитные измерительные трансформаторы тока и напряжения, которые состоят из первичной обмотки, подключенной к цепи высокого напряжения, и вторичной обмотки, к которой подключаются измерительные приборы и средства РЗА.

Однако, известным недостатком обозначенных измерительных устройств является:

- низкая точность измерения;
- погрешность измерения, что вызывает некорректную работу устройств РЗА;
- влияние нагрузки вторичной цепи на точностные характеристики;
- насыщение при больших токах короткого замыкания (наличия сердечника с нелинейной вольт-амперной характеристикой возможно явление феррорезонанса которое может приводит к выходу из строя измерительного трансформатора);

- опасность размыкания вторичных цепей трансформатора тока;

- невозможность интеграции в единую сеть мониторинга и контроля технологических процессов.

Одним из альтернатив традиционным измерительным трансформаторам являются оптоволоконные датчики тока и напряжения, основанные на бесконтактном оптическом методе (методе Фарадея) измерения электрического тока (рис. 1). Оптоволоконные измерительные трансформаторы включают оптический датчик и преобразователь.



Рис. 1. Оптоволоконный датчик тока FOCs компании ABB, Inc

В сравнении с традиционными измерительными трансформаторами они обладают более высокой точностью измерений, отсутствием необходимости в электрическом контакте с измеряемой цепью, большая защита от помех и электромагнитных воздействий, а также возможность передачи данных на большие расстояния.

Однако есть проблемы, связанные с высокой стоимостью, зависимостью от температуры и влажности окружающей среды, а также проблемы с калибровкой и обслуживанием. [2]



Рис. 2. Катушка Роговского

Другой альтернативой традиционным измерительным трансформаторам является катушка Роговского, которая состоит из датчика тока с круглым немагнитным сердечником и небольшим воздушным зазором. Вторичная

обмотка наматывается на сердечник в несколько слоев, через ось полого сердечника, один из выводов обмотки проводится к выводу другого.

Катушка Роговского обладает компактными размерами, отсутствием необходимости в отключениях силовой цепи, отсутствием погрешности из-за магнитного насыщения, в связи с отсутствием магнитопровода, а также может быть замкнута на цепь и совершать измерения, без влияния на функционал. Однако в данный момент отсутствуют вариаций прибора на высоковольтные напряжения. [3]

Таблица

Соответствие измерительных трансформаторов рассматриваемым критериям

Название	Диапазон применения по напряжению, кВ	Критерий			
		Точность по типу входного устройства	Масса, кг	Стоимость (обозначение, производитель)	Доступность
Традиционные измерительные трансформаторы тока [5]	0,66;3;6;10;15;20;24;27;35;110;150;220;330;500; 750.	0,1;0,2;0,2s;0,5;0,5s;1;3;5;10.	840	800 000 руб (ТФЗМ 220, Пан-энерго)	Производится на заводах РФ.
Традиционные измерительные трансформаторы напряжения [5]		0,1;0,2;0,2s;0,5;0,5s;1;3;5;10.	1500	1 289 000 руб (НАМИ-220 УХЛ1, Пан-энерго)	Производится на заводах РФ.
Измеритель тока с входным устройством - катушка Роговского [7]	до 1кВ.	±1%	0,65	До 40 753 руб (MFC 150, Algodue)	Мало отечественной продукции на рынке РФ.
Измеритель напряжения с входным устройством - катушка Роговского [7]	до 1кВ.	±1%	0,65	До 40 753 руб (MFC 150, Algodue)	Мало подходящей отечественной продукции на рынке РФ
Оптические датчики тока [4]	0,66;3;6;10;15;20;24;27;35;110;150;220;330;500.	0.2S	120 (для 220 кВ)	5 600 000 руб (ТТЭО-220, Профтек)	Производится на заводах РФ в малых количествах
Оптические датчики напряжения [6]		0.2	170-695	2 300 000 руб (NXVT, NxtPhase T&D Corporation)	Не производится на заводах в РФ.
Комбинированный измерительный трансформатор (оптический датчик тока и делитель напряжения) [4]	100-145	По току: 0.2S (ток) По напряжению: 0.2	100	12 000 000 руб (ТТНК-220, Профтек)	Производится на заводах РФ в малых количествах
Цифровой трансформатор тока и напряжения [1]	6(10);35;110;	По напряжению: 0.2; 0.5; 1.0; 3.0; 3P; 6P По току: 0.2; 0.2S; 0.5; 0.5S; 1; 3; 5; 5P; 5TPE; 10P	5;30;50	8 000 000 руб (110кВ, Цифровые измерительные трансформаторы)	Производится на заводах РФ в малых количествах

Литература

1. О применения цифровых измерительных трансформаторах в энергетике. – Текст: электронный // Цифровые измерительные трансформаторы – 2023. – URL: <https://digitrans.ru/news-posts/applying-digitrans/> (дата обращения 26.03.2023).
2. Троицкий Юрий, Абраменко Ирина, Корнеев Иван Оптические датчики тока и напряжения. – Текст: электронный // Компоненты и технологии. – 2023. – URL: <https://kit-e.ru/sensor/opticheskie-datchiki-toka-i-napryazheniya/> (дата обращения 26.03.2023).
3. Кожович Любомир Катушки Роговского – реальная альтернатива традиционным ТТ. – Текст: электронный // Цифровая подстанция. – 2017. – URL: <http://digitalsubstation.com/blog/2017/05/24/katushki-rogovskogo-realnaya-alternativa-traditsionnym-tt/> (дата обращения 26.03.2023).
4. Измерительные трансформаторы АО «Профотек». – Текст: электронный // АО «Профотек». – 2023. – URL: <https://www.profotech.ru/upload/Буклет%20Профотек.pdf> (дата обращения 26.03.2023).
5. Трансформаторы тока и напряжения. – Текст: электронный // ПанЭнергоМет. – 2023. – URL: <https://kptm.ru/catalog/> (дата обращения 26.03.2023).
6. Преобразователи напряжения измерительные высоковольтные оптические NXVT. – Текст: электронный // ALL-Pribors.ru. – 2023. – URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/35846-07-nxvt-36694> (дата обращения 26.03.2023).
7. Катушки Роговского MFC150. – Текст: электронный // Джоуль. – 2023. – URL: <https://www.joule.ru/ru/rogowski/517-mfc150.html> (дата обращения 26.03.2023).