

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-220 кВ КАК СРЕДСТВО СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ

Даровских Е. Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кузьмин С. В.
Сибирский федеральный университет

Внутренние перенапряжения, к которым относятся коммутационный перенапряжения, перенапряжения в режимах однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) и короткого замыкания (КЗ), а также феррорезонансные перенапряжения, являются одним из основных источников аварийности подстанций напряжением 6-220 кВ. Естественное старение изоляции проводников усугубляет данный процесс. Одним из основных направлений снижения аварийности на подстанциях является контроль изоляции оборудования, эксплуатируемого на подстанции.

Отсутствие эффективных методов постоянного контроля состояния изоляции высоковольтного электрооборудования подстанции по отношению к земле не позволяет оперативно принимать технические решения по предупреждению аварийных ситуаций.

Установлено [1], что износ изоляции по фазам высоковольтного оборудования подстанции происходит ассиметрично. Следовательно, в сетях с глухозаземленной нейтралью при существенной несимметрии изоляции по отношению к земле в нейтрали автотрансформаторов будет протекать ток. По величине тока в нейтрали автотрансформатора можно прогнозировать состояние изоляции высоковольтного оборудования. Исследования, выполненные автором, указывают на следующее закономерности:

- если ток в нейтрали (I_N) не превышает 0,5% от номинального тока (I_H) автотрансформатора, качество изоляции высоковольтного оборудования удовлетворительное;
- если ток в нейтрали автотрансформатора находится в диапазоне $0,005 \cdot I_H < I_N \leq 0,01 \cdot I_H$, качество изоляции критическое и возможен электрический пробой изоляции;
- вероятность пробоя изоляции высоковольтного оборудования на землю сильно возрастает, если выполняется условие $I_N > 0,01 \cdot I_H$.

В качестве примера проанализируем аварийные ситуации, возникшие в декабре 2011 г. на ПС 220/110кВ «Чара» и в феврале 2012 г. на ПС 220/110кВ «Октябрьская». На ПС 220/110кВ «Чара» произошел пробой изоляции разрядника напряжением 110 кВ, а на ПС 220/110 кВ «Октябрьская» вышел из строя масляный выключатель напряжением 110 кВ.

На ПС «Чара» и «Октябрьская», соответственно, установлены по два автотрансформатора мощностью 80 мВА и 200 мВА каждый.

Предварительное обследование технического состояния подстанций до возникновения аварий выявило, что в нейтральных автотрансформаторов протекали токи величиной 1,32А и 6,03А, что составляет 0,6% и 1,1% от номинальных токов автотрансформаторов мощностью 80 мВА и 200 мВА, также установлено влияние материала изоляции на спектральный состав и величину коэффициента искажения синусоидальности кривой тока в нейтрали автотрансформатора.

Если происходит электрический пробой фарфоровой изоляции, то этому предшествует появление тока в нейтрали автотрансформатора с широким спектром гармоник, а значение коэффициента искажения синусоидальности кривой тока превышает 50%. Если в нейтрали автотрансформатора протекает ток с узким спектром гармоник, а значение коэффициента искажения синусоидальности кривой тока меньше 50%, то в этом случае возможен электрический пробой трансформаторного масла.

В качестве примера на рисунках 1 и 2 приведены осциллограммы, спектральный состав и величины токов в нейтральных автотрансформаторов, предшествующих аварийным ситуациям на ПС 220/110 кВ «Чара» и ПС 220/110 кВ «Октябрьская», соответственно.

Как было указано выше, на ПС 220/110 кВ «Чара» вышел из строя разрядник, то есть произошел электрический пробой фарфоровой изоляции (рисунок 1). В этом случае значение коэффициента искажения синусоидальности кривой тока в нейтрали автотрансформатора ($\text{thd}(I)$) составило 112%, а спектр состоял из 3,5,7,9 гармоник.

На ПС 220/110 кВ «Октябрьская» вышел из строя масляный выключатель. Предварительно в нейтрали автотрансформатора протекал ток величиной 6,03 А, значение коэффициента искажения синусоидальности кривой тока было равно 14,9%, а спектр состоял из 3 и 11 гармоник.

Таким образом, на основании вышеизложенного материала, можно выполнить практическую реализацию предложенного метода контроля состояния изоляции высоковольтного оборудования на ПС 220/110 кВ, который имеет простое техническое решение. В качестве датчика тока в нейтрали трансформатора можно использовать трансформатор тока нулевой последовательности с соответствующей термической устойчивостью к токам однофазного короткого замыкания, который дистанционно связан с анализатором качества электроэнергии, установленным в помещении подстанции.

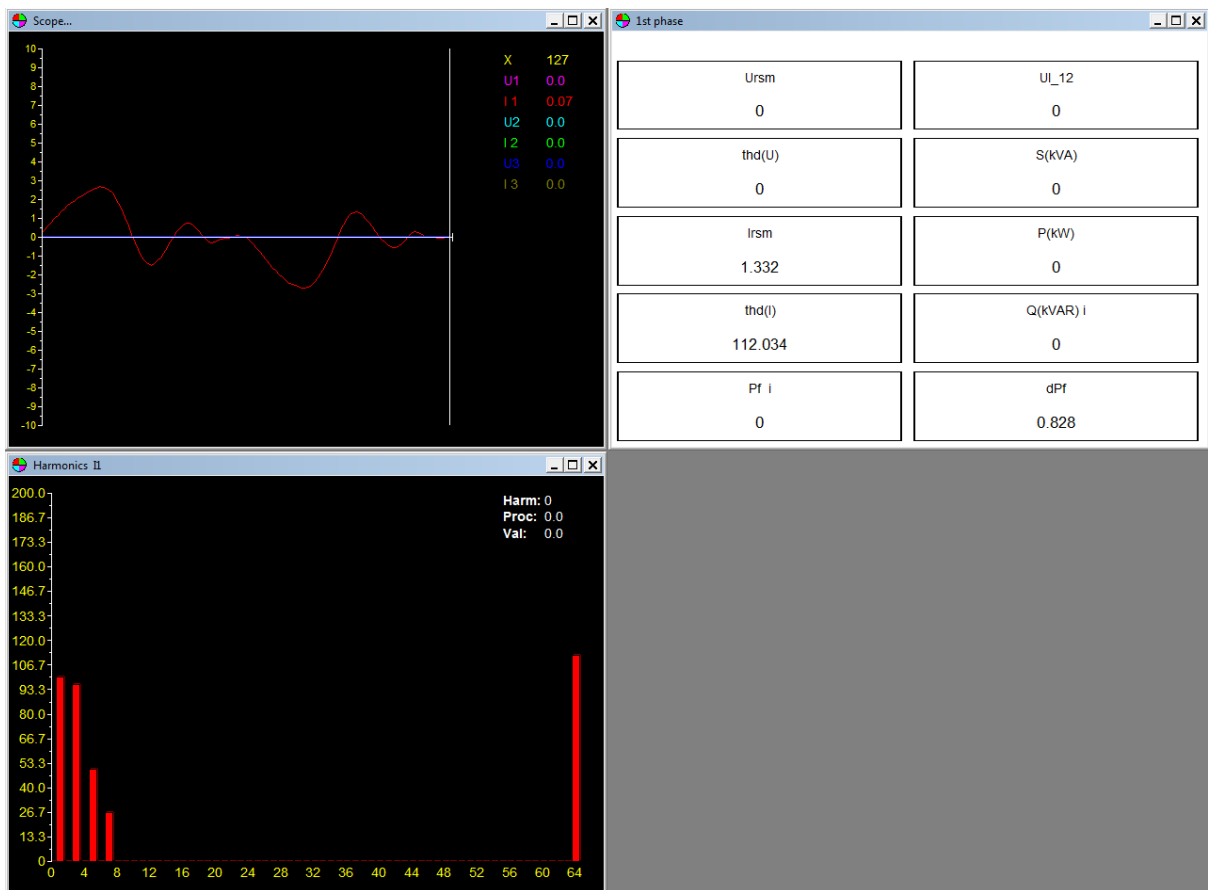


Рисунок 1 – Осциллограмма и параметры тока в нейтрали автотрансформатора мощностью 80 мВА ПС 220/110 кВ «Чара»

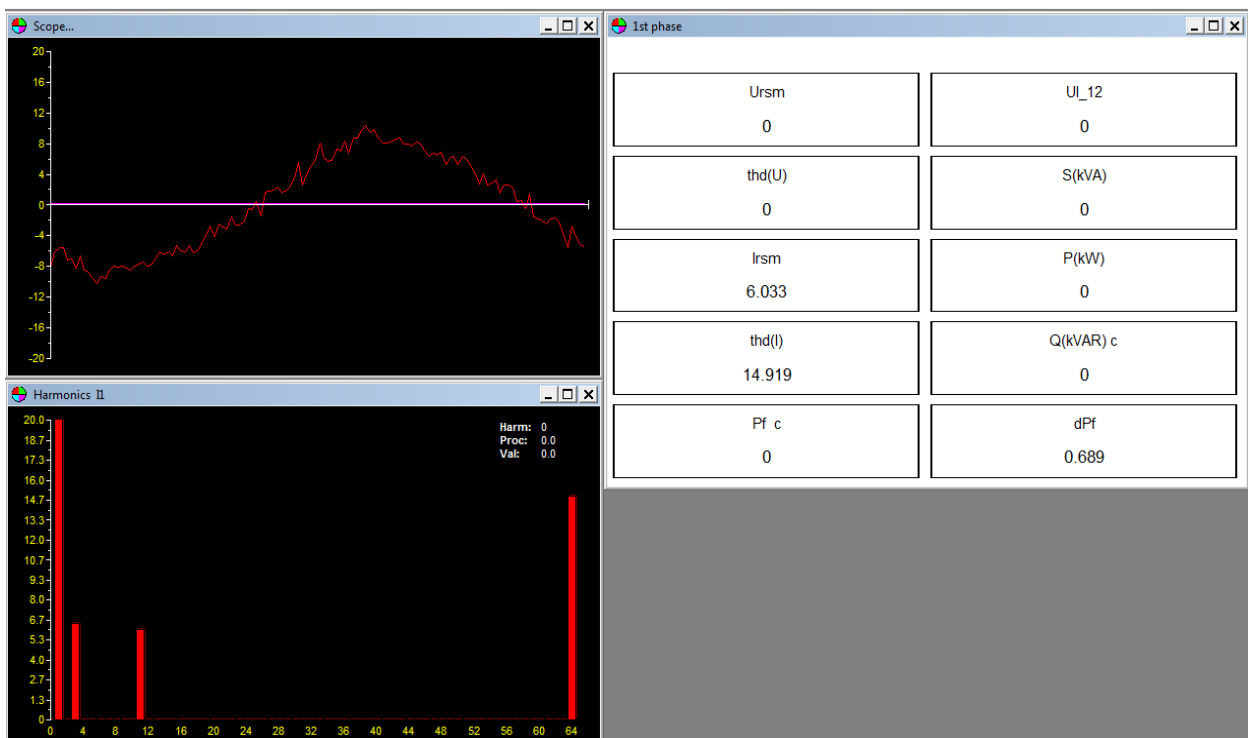


Рисунок 2 – Осциллограмма и параметры тока в нейтрали автотрансформатора мощностью 200 мВА ПС 220/110 кВ «Октябрьская»

В случае увеличения тока в нейтрали автотрансформатора, появления соответствующего спектра гармоник и с учетом значения коэффициента искажения синусоидальности кривой тока, анализатор качества электроэнергии выдает информацию о возможном электрическом пробое изоляции, что позволяет принять техническое решение по устранению возможной аварии и тем самым повысить надежность функционирования ПС 220/110 кВ.

Список литературы

1. Базуткин В.В., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С. Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения в электрических системах. – М: Энергоатомиздат, 1986.