

ОЦЕНКА ЗАЩИТЫ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК АВТОТРАНСФОРМАТОРА 500 КВ ОРУ ОТ ВОЛН ГРОВОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ, НАБЕГАЮЩИХ С ПРИСОЕДИНЕННОЙ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ

Борисова А.Л., студентка; А.П.Ковалев, д.т.н., проф.

(Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина)

На территориях с большой плотностью грозовой активности создается повышенная опасность для воздушных линий электропередачи и подстанционного электрооборудования, поскольку грозовые разряды в опоры и провода могут привести к длительным перерывам в энергоснабжении. Разнообразные факторы, в особенности высокие значения сопротивления заземления опор, большие высота опор и длина пролетов могут при ударах молнии вызвать повреждение изоляции, что способно приводить к частым кратковременным перебоям в подаче электроэнергии и даже к коротким замыканиям между фазами нескольких систем.

Глубокое ограничение импульсных (грозовых) перенапряжений может быть достигнуто двумя путями:

а) разработкой и внедрением новых схем молниезащиты (каскадных) с более высокими показателями надежности, чем это рекомендуется ПУЭ и ПТЭ;

б) с помощью применения защитных аппаратов с высокими характеристиками по надежности, чем характеристики вентильных разрядников.

Ограничители перенапряжения (ОПН) представляют собой экономичное и в то же время технически эффективное средство для полного или максимального устранения грозовых и коммутационных перенапряжений. Установка этих аппаратов, в большинстве случаев, не требует дополнительных инвестиций и проведения в большом объеме доработок изоляции и заземляющих устройств опор [1].

В открытом распределительном устройстве (ОРУ) 500кВ у обмотки 500 кВ автотрансформатора, для ее защиты от набегающих грозовых волн предусматривается установка нелинейного ограничителя перенапряжений (ОПН) [2]. Следовательно, пробой изоляции обмотки автотрансформатора на напряжение 500 кВ может произойти при совпадении в пространстве и времени двух событий: появление волны грозовых перенапряжений в линии 500 кВ и отказов в срабатывании ОПН, установленном у обмотки автотрансформатора (рис. 1).

Вероятность пробоя изоляции обмотки автотрансформатора 500 кВ в течение времени t можно определить, пользуясь формулой [3]:

$$Q_1(t) = 1 - e^{-H_1 t}, \quad (1)$$

где $H_1 \approx 0,5 \cdot \lambda_1 \cdot \Theta_1^2 \cdot \omega_1^2$;

λ_1 - частота (интенсивность) появления волн грозовых перенапряжений в линии 500 кВ;

ω_1 - параметр потока отказов в срабатывании ОПН, установленного у обмотки 500кВ автотрансформатора;

H_1 - частота пробоя изоляции обмотки 500 кВ от грозовых перенапряжений.

Определим, во сколько раз уменьшится вероятность пробоя изоляции обмотки автотрансформатора, например, на подстанции (ПС) "Металлургическая", если установить дополнительный ОПН 500 кВ в ячейке линейного разъединителя присоединенной воздушной линии (ВЛ) 500 кВ [4].

В этом случае частоту пробоя изоляции обмотки 500 кВ автотрансформатора H_2 можно оценить с помощью формулы:

$$H_2 \approx 0,25 \cdot \lambda_1 \cdot \Theta_1^2 \cdot \omega_1^2 \cdot \Theta_2^2 \cdot \omega_2^2, \quad (2)$$

где ω_2 - параметр потока отказов в срабатывании ОПН, установленного в ячейке линейного разъединителя.

Формулы (1) и (2) справедливы при $\omega_1 \cdot \Theta_1 < 0,1$.

В том случае, если установить ОПН в ячейке линейного разъединителя, вероятность пробоя обмотки автотрансформатора уменьшится в K -раз:

$$K = \frac{H_1}{H_2} = \frac{0,5 \cdot \lambda_1 \cdot \Theta_1^2 \cdot \omega_1^2}{0,25 \cdot \lambda_1 \cdot \Theta_1^2 \cdot \omega_1^2 \cdot \Theta_2^2 \cdot \omega_2^2} = \frac{2}{\Theta_2^2 \cdot \omega_2^2}.$$

Если надежность ОПН колеблется в пределах от $\omega_2 = 0,1 \div 0,2$ 1/год при $\Theta = 1$ год, тогда $K = 50 \div 200$ раз.

Следовательно, установка ОПН в ячейке линейного разъединителя позволит увеличить надежность защиты обмотки 500кВ автотрансформатора минимум в 50 раз.

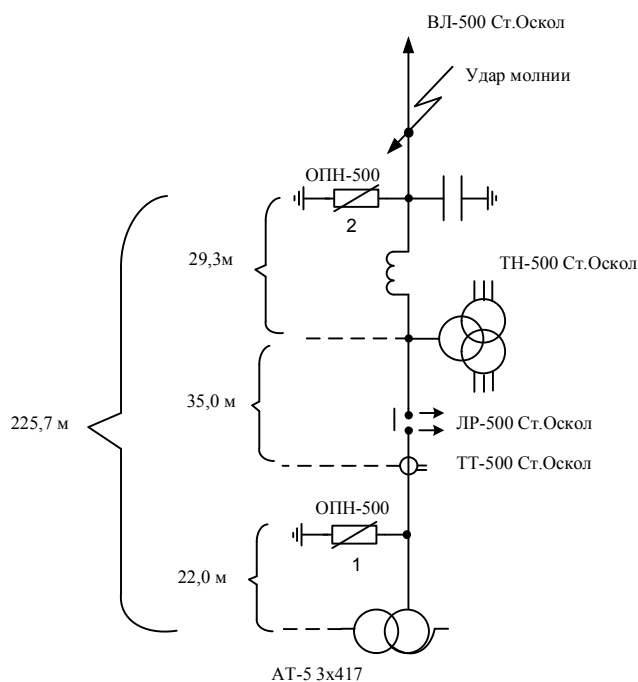


Рисунок 1 – Схема ОРУ 500 кВ ПС "Металлургическая" нормального режима

Перечень ссылок:

1. Дмитриев М.В Защита распределительных устройств 35-750 кВ от грозовых перенапряжений
2. Правила устройства электроустановок – С.-Петербург: ДЕАН, 2007.-704с.
3. Ковалев А.П., Якимишина В.В. О живучести объектов энергетики. Промышленная энергетика №1, 2006 с. 20-26
4. Дмитриев М.В. Различные подходы к выбору схемы защиты оборудования от грозовых перенапряжений