

10. Seneviratne Chinthaka, Ozansoy C. Frequency response due to a large generator loss with the increasing penetration of wind/PV generation – A literature review // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016, vol. 57, pp. 659-668. DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.051.
11. Рудник В.Е., Суворов А.А., Рубан Н.Ю., Андреев М.В., Бай Ю.Д. Исследование функционирования алгоритма синтетической инерции в электроэнергетических системах разной плотности // iPolytech Journal, 2022. Т. 26. № 3. С. 465-486.

Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 21-79-00275.

Научный руководитель: к.т.н. Р.А. Уфа, доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ

ЗАЩИТА ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В СЕТЯХ 0,4 КВ

М.Ю. Поцацкий, Е.Д. Троицкий
Томский политехнический университет
ИШЭ, ОЭЭ, группа 5А04

В современных домах стало нормой, что в распределительных щитках должны устанавливаться электросчетчик, автоматические выключатели, и многие другие компоненты, но целью данной работы является рассказать почему следует применять ограничитель перенапряжения (ОПН) в сетях 0,4 кВ. Принцип работы ОПН строится на том, что при штатной работе он не пропускает ток, но в случае возникновения перенапряжения, ограничитель перенапряжения способен резко понизить свое сопротивление, побуждая импульс пройти через него, тем самым убережет содержимое щитка, либо бытовые приборы.

На рисунке 1 показаны примерные размеры 8 корпуса ТПУ, высота H равняется примерно пятнадцати метрам. Используем формулу для вычисления вероятности удара молнии в дом с определенными размерами:

$$N = ((A + 6H)(B + 6H) - 7,7 \cdot H^2) \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где A – длина здания, 120 м; B – ширина здания, 102 м; H – высота здания, 15 м; n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км² земной поверхности, 1/(км²*год) (по данным, в Томской области, среднегодовое число ударов молнии на км² равняется 4,2).

Используя формулу 2, вычислим период прямого удара молнии по зданию.

$$T = \frac{1}{N}. \quad (2)$$



Рис. 1. Линейные размеры 8 корпуса ТПУ

Подставляя данные в формулу, получается, что молния ударяет 1 раз в 6 лет. На основе полученной информации делаем вывод, что удар молнии и, соответственно, появление импульсного перенапряжения достаточно вероятно. В таком случае, электрооборудование может

получить большой ущерб, либо выйти полностью из строя. Ремонт или замена электрооборудования довольно трудоемкий процесс, который займет время и требует дополнительных вложений. ОПН, по себестоимости, существенно дешевле, чем ремонт какого-либо оборудования. Для наглядности составим принципиальную схему освещения условного помещения, которая работает от сети 380 В (рисунок 2).

На принципиальной схеме освещения изображены: А, В, С – фазные шины, QF1 и QF2 – автоматические трехполюсный и четырехполюсный выключатели, соответственно, HRL1 – HRL9 лампы с выводом на нейтраль, ограничитель перенапряжений нелинейный (ОПН), который служит для защиты осветительной части схемы. После того, как автоматические выключатели QF1 и QF2 взведены, схема готова к работе. Схема работает в нормальном режиме, но в случае каких-либо неисправностей, а в частности – возникновение перенапряжения на участке цепи, то ОПН переходит из штатного режима в «рабочий», его сопротивление резко снижается и через варистор проходит разряд на шину заземления.

Выше был рассмотрено явления импульсного перенапряжения, вызванного ударом молнии, но также импульсное перенапряжение может быть вызвано коммутационными явлениями в сети. Эти импульсные перенапряжения могут вывести из строя или серьезно сократить сроки эксплуатации оборудования. Ниже приведен пример осциллограммы импульсного перенапряжения при коммутации в сети (рисунок 3).

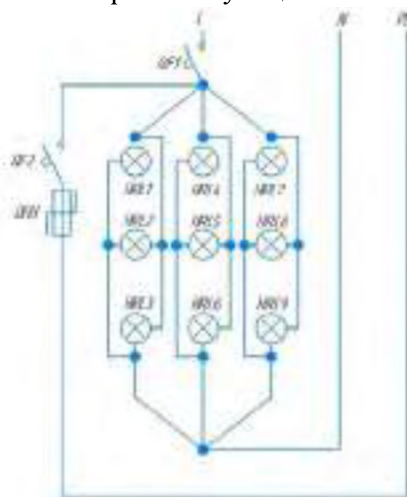


Рис. 2. Принципиальная схема электрической цепи помещения

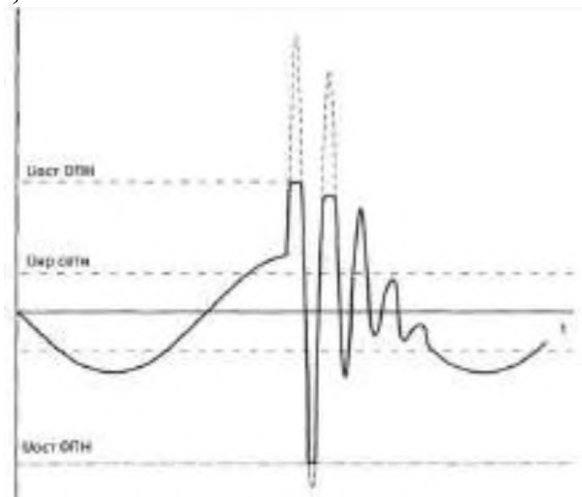


Рис. 3. Осциллограмма импульсного перенапряжения

На рисунке 3 показана осциллограмма работы сети и всплеск напряжения, вызванный коммутацией. На этом графике видна суть работы ограничителя перенапряжения, как только напряжение достигает номинального для выбранного ограничителя, варистор переходит в открытое положение, следовательно, избыток напряжения уходит на заземление. В данном случае разумно будет установить ОПН параллельно оборудованию, которое необходимо защитить.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Инструкция по эксплуатации средств защиты от перенапряжений. РД 34.35.514 (И 34-70-021-85). – М.: Энергия, 2012. – 136 с.
2. Методические указания по защите распределительных электрических сетей напряжением 0,22–10 кВ от грозových перенапряжений СТО 56947007-29.240.02.001-2008. – М.: Энергия, 2014. – 72 с.
3. Цапенко, Е. Ф. Перенапряжения в системах электроснабжения / Е.Ф. Цапенко. – М.: Горная книга, 0. – 86 с.

Научный руководитель М.М. Попов, ст. преп. ОЭЭ ИШЭ ТПУ.