

УДК 621.311(075.8)

**ОПАСНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПРОСТЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ
DANGER OF SIMPLE GROUND FAULT PROCESSES IN ELECTRICAL
NETWORKS**

А.В. Никиперович

Научный руководитель – С.М. Силюк, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
ooo228ooo228ooo@mail.ru

A. Nikiperovich

Supervisor – S. Silyuk, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** В статье рассмотрена тема опасности простых замыканий на землю. В статье описаны опасности простых замыканий на землю.*

***Abstract:** The article discusses the topic of the danger of simple ground faults. This article describes the dangers of simple ground faults.*

***Ключевые слова:** простое замыкание на землю, короткое замыкание, перенапряжения, изолированная нейтраль, ёмкостной ток, перемежающаяся дуга.*

***Keywords:** simple earth fault, short circuit, overvoltage, isolated neutral, capacitive current, intermittent arc.*

Введение

Простое замыкание на землю, также известное как однофазное замыкание на землю, происходит, когда одна из фаз в системе с изолированной нейтралью случайно соединяется с землей. Они составляют 70–90 % всех электрических неисправностей, что подчеркивает значимость обеспечения электробезопасности и защиты электрической сети от данных процессов.

Последствия замыкания на землю могут быть серьезными и опасными для жизни и здоровья людей. Электрический ток, проходящий через человеческое тело, может вызвать сердечные остановки, ожоги, ушибы и другие травмы, а также смерть. Кроме того, замыкание на землю может вызывать пожары и повреждение имущества.

Основная часть

Простые замыкания на землю оказывают негативное воздействие на функционирование электрических сетей, создавая необычные условия, которые могут привести к перенапряжению, опасности поражения электрическим током, ускоренному старению изоляции, повреждению оборудования и пожарам. Подобные неисправности способны вызвать технологические сбои, простои, снижение использования высокопроизводительного оборудования и значительные финансовые потери.

Простое замыкание на землю происходит прежде всего по следующим причинам:

1. Основной причиной однофазных замыканий на землю является старение изоляции. С течением времени материалы, из которых изготовлена изоляция, теряют свои первоначальные свойства, что приводит к ухудшению изоляционных качеств и повышению риска короткого замыкания;

2. Внешние механические повреждения также могут спровоцировать однофазные замыкания на землю. Это может быть вызвано различными факторами, включая воздействие погодных условий, случайные повреждения при строительных работах или износ оборудования.

Простые замыкания на землю возникают в сетях с изолированной нейтралью напряжением 3–35 кВ и имеют путь протекания тока через ёмкостную проводимость каждой фазы относительно земли. Напряжение не повреждённых фаз повышается до линейного, т. е. в 1,73 раза, в связи с этим изоляцию приходится делать с расчетом на линейное напряжение, ток замыкания на землю (равен утроенному значению ёмкостного тока не поврежденной фазы) сравнительно мал и поэтому при простых замыканиях на землю сеть может работать до 2 часов без перебоев. Однако увеличение тока замыкания на землю, до величин превышающих допустимые значения: 6 кВ – 30А; 10 кВ – 20А, 15 кВ – 15А, 35 кВ – 10А, может привести к возникновению перемежающейся электрической дуги в месте замыкания. Перемежающиеся дуги влекут за собой перенапряжения. Эти перенапряжения достигают значений, которые больше фазного в 3,5 раза и распространяются на всю электрически связанную сеть с местом повреждения, что может привести к коротким замыканиям (КЗ) в местах с ослабленной изоляцией. Возникновение КЗ влечёт за собой следующие последствия:

1. Тепловое и термическое воздействие тока КЗ: размягчение, вы плавление металла, разрушение контактов и изоляции;
2. Динамические действия, возникающие между токоведущими частями;
3. Резкое снижение напряжения в месте КЗ;
4. Остановка двигателей при длительном уменьшении напряжения (на 30–40 % от номинального);
5. Перерывы в электроснабжении;
6. Нарушение устойчивости отдельных элементов и режима электроэнергетической системы в целом;
7. Выгорание элементов электроустановки.

Для того, чтобы уменьшить величину тока замыкания на землю в сетях 3–35 кВ применяют заземление нейтрали через дугогасящие реакторы (ДР) с возможностью регулирования индуктивного тока самого реактора. Для компенсации надо, чтобы индуктивный ток реакторы был равен ёмкостному в месте замыкания и тем самым компенсировали друг друга, но при резонансной настройке ДР могут возникать резонансные явления, которые могут привести к повреждению измерительных трансформаторов напряжения. Поэтому рекомендуют применять заземление нейтрали через активное сопротивление (резистор).

Для того чтобы уменьшить количество замыканий на землю, проводятся следующие мероприятия: регулярная проверка и обслуживание электрических сетей, установка защитных устройств, правильная маркировка проводов – все

это поможет уменьшить риск замыкания и обеспечить безопасную работу электрической сети.

Заключение

При рассмотрении основных аспектов и угроз, связанных с возникновением простых замыканий на землю в электрических сетях, можно подчеркнуть важность разработки и внедрения эффективных методов защиты. Старение изоляции и механические повреждения являются основными факторами, вызывающими такие неисправности, что требует постоянного контроля состояния электрического оборудования и инноваций в области систем защиты.

Текущие разработки и исследования в области защиты от однофазных замыканий на землю направлены на снижение рисков для безопасности электроустановок и предотвращение негативных последствий для электрических сетей. Уделение особого внимания деталям работы сети и использование новейших технологий в области защиты открывают пути к более надежному и безопасному энергоснабжению, подчеркивая значимость дальнейших исследований и разработок в этой критически важной области.

Литература

1. Электромагнитные переходные процессы: учебник для вузов / С. С. Силюк, Л. Н. Свита. – Минск: Технопринт, 2000. – 263 с.
2. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебник для вузов / С. А. Ульянов – Москва: Энергия, 1970. – 520 с.
3. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: лабораторный практикум для студентов / Н. Н. Бобко [и др.]. – Минск: БНТУ, 2017. – 51с.
4. Микропроцессорные технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://i-mt.net/odnofaznye-zamykaniya-na-zemlyu-v-raspredelitelnyh-setyah-6-35-kv-cto-eto/>. – Дата доступа: 15.04.2024
5. Studme [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studme.org/122453/tehnika/odnofaznoe_prostoe_zamykanie_zemlyu – Дата доступа: 15.04.2024