

- высокая отключающая способность при особо тяжёлых условиях отключения (отключение неудалённых коротких замыканий и др.);
- надёжное отключение ёмкостных токов холостых линий;
- малый износ дугогасительных контактов;
- лёгкий доступ к дугогасителям и простота их ревизии;
- относительно малый вес (по сравнению с баковыми масляными);
- возможность создания серии с унификацией крупных узлов;
- пригодность для наружной и внутренней установки.

Недостатки:

- необходимость в наличии устройств для наполнения, перекачивания и очистки шестифтористой серы;
- относительная сложность конструкции ряда деталей и узлов, а также необходимость применения высоконадёжных уплотнений;
- относительно высокая стоимость дугогасящей среды и выключателя в целом.

УДК 621.316

ОХРАНА ТРУДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Ковалев В.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РЖЕВСКАЯ С.П.

В соответствии с темой доклада был рассмотрен следующий перечень вопросов:

1. Виды воздействия электрического поля на тело человека.

В начале 50-х годов при появлении первых подстанций 500 кВ оперативный и ремонтный персонал, которому подолгу приходится находиться вблизи таких электроустановок, стал жаловаться на усталость, ощущение беспокойства, головную боль. Было установлено, что причина этих явлений в электромагнитном поле и шуме. Исследования и наблюдения, проведенные в 60-х и в начале 70-х годов, выявили следующее. Человек может без вреда для здоровья работать под линией при напряженностях электрического поля порядка 1–5 кВ/м. Более высокие напряженности, например 20 кВ/м, приводят к появлению и накоплению в организме физиологических нарушений и расстройств.

– *биологическое* воздействие, проявляющееся при пребывании человека в электрическом поле вызванное протеканием тока смещения через тело человека;

– воздействие *тока стекания*, протекающего через человека, находящегося в контакте с изолированными от земли объектами;

– воздействие *импульсных токов* (электрических разрядов), возникающих при прикосновении человека к электропроводящим объектам, имеющими потенциал, отличный от потенциала тела человека.

2. Заболевания, возникающие у людей при длительном пребывании в зонах действия сильных электрических полей. Перечень статистических данных по рассматриваемому вопросу.

3. Допустимое время пребывания под воздействием электрического поля.

При рассмотрении данного вопроса было описано время пребывания человека в рабочей зоне при различных значениях напряженности электрического поля в ней.

4. Общие требования к защите персонала, обслуживающего открытые распределительные устройства.

Применяемые биологические защиты:

- основные мероприятия, направленные на снижение напряженности электрического поля на рабочих местах, импульсных токов и токов стекания до допустимых значений;

- дополнительные мероприятия, направленные на сокращение продолжительности пребывания персонала в электрическом поле.

5. Выбор защитных мероприятий для вновь сооружаемых и расширяемых ОРУ:

- конструкций и компоновок, обеспечивающих общее снижение напряженности электрического поля в ОРУ и отдельных ячейках;

- стационарных, переносных и съемных экранов, способствующих снижению напряженности электрического поля на рабочих местах;

- индивидуальных экранирующих комплектов, обеспечивающих индивидуальную защиту персонала от воздействия электрического поля;

- заземления всех изолированных от земли длинномерных и крупногабаритных объектов.

По причине ограниченного объема доклада в нем не были рассмотрены методы и приемы ограничения напряженности электрического поля под высоковольтными ЛЭП:

- увеличение высоты подвеса провода, что сопровождается достаточно большим повышением стоимости линии;

- уменьшение междуфазных расстояний;

- применение заземлённых экранирующих тросов на линиях электропередач. Габарит линии до земли нормируется с учётом необходимого обеспечения безопасности перемещения под линиями механизмов высотой 4–4,5 м. Поэтому, если высота троса в месте его максимального провеса не будет превышать 4–4,5 м, высота подвески проводов не изменится;

- применение оптимальной конфигурации многоцепных линий. Многоцепные линии экономят материалы, сокращается зона отчуждения, упрощается грозозащита [2]. В Японии, Швеции, Германии строят линии из 4, 6, 8 и более цепей, в этих случаях появляется возможность комбинировать, выбирать оптимальные варианты;

- также напряженность можно снизить, если сдвинуть в противофазу одну из цепей при традиционном расположении цепей на опоре;

- ограничение напряженности может быть достигнуто без изменения конструкции линии при использовании растительного массива под линиями [1, 2]. Стволы и ветки деревьев, кустарников имеют достаточно высокую проводимость в течение всего года, но особенно в летнее время: погонное сопротивление составляет 1–3,5 МОм/м при положительных температурах и 100–500 Ом/м при отрицательных.

Современная цивилизация не может обойтись без использования электроэнергии, а значит и установок высокого напряжения. То есть электромагнитные поля в той или иной степени будут воздействовать на окружающий мир, будут осуществляться вырубки лесов, отводиться под энергообъекты территории, на которых инстинктивно избегают находиться животные и которые следует избегать человеку. Какова будет степень воздействия на окружающую среду решать нам, людям: отдать ли предпочтение безопасности нынешнего и будущих поколений или, сохранив существующий порядок, подвергать риску мир в котором мы живём.

Существуют различные технические решения, позволяющих снизить отрицательное воздействие электроустановок (часть из них рассмотрена в данной работе).

Что касается данной работы, то для исследованных конструкций ВЛ 330 и 750 кВ напряженность электрического поля на уровне человеческого роста не превысили норм для ненаселённой местности, в населённой же местности такие конструкции применять нельзя – уровень напряженности до двух крат превышает нормы. Защита от птиц воздушных линий экономически выгодна во всех случаях, где происходят отключения

линий по причине воздействия на них птиц, что подтверждено экономическим расчётом.

Исследование величины токов утечки через покрытие провода ВЛП показало, что при падении на провод дерева для людей опасности поражением электрическим током нет. Эти результаты могут быть использованы при разработке правил техники безопасности при эксплуатации ВЛП. Экономический расчёт показал, что применение одноцепных ВЛП выгодно при требованиях высокой надёжности, а также при прохождении трасс по лесам, населённым пунктам и в других случаях, когда требуется уменьшить габариты линий.

Литература

1. Степанчук, К.Ф. От 1 000 до 1 500 000 вольт. – Минск: Выш. шк., 1985. – 192 с.
2. Электротехнический справочник: В 4 т. – Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. В.Г. Герасимова и др. – 9-е изд., стер. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.
3. Определение наведённых потенциалов и разрядных токов на автотранспорте, различных видах ограждений и подвесок и способов их заземления / Отчет о НИР. – Минск, Белорусское отделение «Энергосетьпроект», 1974.
4. Гончарик, Е.П. Напряжения, индуцированные на автотранспорте в электрическом поле ВЛ // Электричество. – 1974. – № 5. – С. 54–58.

УДК 621.316.925(075,5)

СПОСОБЫ ОТСТРОЙКИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРА ОТ РЕЖИМА ПЕРЕВОЗБУЖДЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ЗАЩИТАХ

Ковалёв С.Г., Коржовник И.В., Сингаевская Е.М.
Научный руководитель – БУЛОЙЧИК Е.В.

Одним из требований к высокочувствительной защите силового трансформатора является правильное и быстрое распознавание режима перевозбуждения, возникающего при повышении питающего напряжения или понижении частоты в энергосистеме.

Перевозбуждением трансформатора называют режим, при котором амплитудное значение индукции в магнитопроводе превышает номинальную индукцию холостого хода. При перевозбуждении (ПВ) возрастает намагничивающий ток трансформатора, но характеристики тока, важные для релейной защиты, при ПВ не зависят от момента возникновения аномального режима.

Количественно величина перевозбуждения характеризуется кратностью перевозбуждения:

$$B_m = \frac{U f_n}{U_n f},$$

где B_m – максимальная индукция в магнитопроводе;

U, f – напряжение обмотки и частота напряжения;

U_n – номинальное напряжение обмотки трансформатора;

f_n – номинальная частота энергосистемы.

Таким образом, ПВ может приводить к насыщению магнитопровода в целом или его отдельных участков. При индукциях в магнитопроводе $B_m > 1,9 - 2,0$ Тл начинается