

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## **Черников А. А. Компенсация емкостных токов в сетях с незаземленной нейтралью**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большая Я. М., Зевакин А. И., Каминский Е. А., Мандрыкин С. А., Розанов С. П., Рябцев Ю. И., Синьчугов Ф. И., Смирнов А. Д., Соколов Б. А., Семенов В. А., Устинов П. И. Черников А. А.

В брошюре рассматриваются вопросы выбора и наладки устройств компенсации емкостных токов в воздушных и кабельных сетях городов и промышленных предприятий, соотношения между параметрами сети и дугогасящих катушек и токами и напряжениями сети как в нормальном режиме, так и при замыканиях фазы на землю. Описаны конструкции дугогасящих аппаратов.

Брошюра предназначена для квалифицированных электромонтеров и работников эксплуатации городских распределительных сетей и энергохозяйств промышленных предприятий. Она может быть также полезна учащимся техникумов энергетического профиля.

Алексей Алексеевич Черников. Компенсация емкостных токов в сетях с незаземленной нейтралью. М., «Энергия», 1974.

© Издательство «Энергия», 1974 г.

### **Оглавление**

Введение

#### **Глава первая. Режимы сети с компенсацией емкостных токов**

1. Замыкания на землю в сети с незаземленной нейтралью
2. Заземление нейтрали через настроенную индуктивность
3. Влияние настройки на нормальный режим сети
4. Замыкание на землю через активное сопротивление
5. Величина и распределение тока замыкания на землю
6. Токи замыкания в переходном процессе

#### **Глава вторая. Измерения в сетях с компенсацией емкостного тока**

7. Объем и характер измерений
8. Измерение напряжения несимметрии и смещения нейтрали
9. Резонансный метод измерения емкостного тока
10. Метод металлического замыкания одной фазы на землю
11. Измерение емкостного тока сети при замыкании фазы через активное сопротивление
12. Метод постороннего напряжения, подводимого к нейтрали

#### **Глава третья. Конструкция, выбор, установка и настройка дугогасящих аппаратов**

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

13. Конструктивное выполнение и параметры дугогасящих катушек
14. Выбор мощности и места установки дугогасящих катушек
15. Трансформаторы для подключения дугогасящих катушек
16. Выбор настройки дугогасящей катушки
17. Схемы включения дугогасящих катушек
18. Схемы сигнализации и контроля работы дугогасящих катушек

Список литературы

## Введение

Утвержденные XXIV съездом КПСС Директивы по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. намечают дальнейший прогресс отечественной электроэнергетики — увеличение энерговооруженности страны, повышение электрификации производства и эффективности использования энергии. Выполнение широкой программы энергетического строительства за последнее десятилетие привело к резкому увеличению протяженности электрических линий как высокого и сверхвысокого напряжения ПО—750 кВ, так и линий 35 кВ и ниже.

В течение 1961—1970 гг. было построено линий 35 кВ 111,2 тыс. км, линий 0,4—20 кВ более 2 000 тыс. км, а к концу девятой пятилетки Директивами предусмотрено довести протяженность сетей 35 кВ до 245 тыс. км, сетей 6—20 кВ до 1 520 тыс. км. В связи с таким развитием распределительных сетей и повышением требований в отношении надежности электроснабжения потребителей приобретают все большее значение вопросы компенсации емкостных токов замыкания на землю. Значительное число повреждений в высоковольтных сетях ведет к однофазным замыканиям на землю. Замыкания на землю происходят при повреждениях изоляции, возникающих от самых различных причин (общее загрязнение и увлажнение, старение изоляции, развитие скрытых заводских дефектов или дефектов, образовавшихся при строительстве и монтаже, наконец, механические разрушения кабелей при земляных работах, электрические пробой, возникающие в результате воздействия атмосферных и коммутационных перенапряжений).

Повысить надежность работы высоковольтной сети можно путем предотвращения аварийных последствий однофазных замыканий, что зависит в первую очередь от величины тока, протекающего через дугу, а значит, и от номинального напряжения, конструктивного выполнения и протяженности сети, а также от режима заземления ее нейтрали.

Состояние нейтрали сети — режим ее заземления — имеет прямое отношение к проблеме аварийности и надежности обеспечения потребителей электроэнергией. Если в сетях высоких и сверхвысоких напряжений принята система эффективного заземления нейтрали (глухое заземление нейтралей большинства трансформаторов ПО кВ и всех нейтралей трансформаторов и автотрансформаторов 220 кВ и выше), то в сетях 35 кВ и ниже нейтраль сети или разземлена или заземлена через дугогасящие катушки.

При глухом заземлении нейтрали каждое замыкание на землю является коротким замыканием и должно быстро отключаться релейной защитой. В период бестоковой паузы дуга погасает, и действием АПВ (автоматического повторного включения) линия должна быть снова введена в работу. Поскольку линии напряжением до 50 кВ имеют сравнительно

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

слабую изоляцию, то частые замыкания на землю при глухом заземлении нейтрали приводили бы к обременительным для эксплуатации отключениям.

Напротив, при неэффективном заземлении нейтрали замыкание фазы на землю не вызывает затруднений в питании потребителей и не требует немедленного отключения линии. Поэтому сети 3—35 кВ работают без эффективного заземления нейтрали. В месте замыкания протекает емкостный ток сети. В сетях небольшой протяженности, особенно в воздушных, емкостный ток мал, и имеет место самопогасание дуги.

По действующим нормам с незаземленными нейтралью могут работать сети 6 кВ при токах менее 30 А, 10 кВ при токах менее 20 А, 15—20 кВ при токах менее 15 А, 35 кВ при токах менее 10 А. Однако, исходя из опыта эксплуатации, а также исследований опасности воздействия дуг, возникающих при замыкании на землю, и перенапряжений, предельными для сетей с незаземленными нейтралью следует считать токи 20 А при 6 кВ, 15 А при 10 кВ и 5 А в блочных схемах генератор — трансформатор (на генераторном напряжении) и сетях 3—35 кВ, где повышены требования к электробезопасности (торфоразработки, шахты и т. п.).

При больших значениях емкостного тока необходима его компенсация. Значительные емкостные токи, протекая в месте замыкания, создают на заземленных частях оборудования опасные для людей и животных потенциалы и поддерживают горение электрической дуги. Однофазная дуга при больших токах может гореть длительно, а при малых токах, когда она носит перемежающийся характер, — вызывать опасные для изоляции перенапряжения, которые могут приводить к пробоям или перекрытию других фаз и, следовательно, к междуфазным замыканиям и аварийному отключению линии. При весьма больших токах дуга опасна своим тепловым разрушающим воздействием на изоляцию, которое в конце концов также приводит к междуфазным коротким замыканиям и авариям.

Дугогасящие аппараты предотвращают опасные последствия однофазных замыканий на землю. Их индуктивные токи компенсируют емкостный ток сети в месте замыкания, обеспечивая самоугасание дуги или безопасное ее горение. При этом резко повышаются условия электробезопасности для обслуживающего персонала.

Вопросы выбора, настройки и эксплуатации дугогасящих аппаратов могут технически правильно решаться только при ясном понимании особенностей работы сети с компенсацией емкостных токов.

В настоящей брошюре кратко разбираются основные соотношения между параметрами сети и дугогасящих аппаратов и параметрами режима — напряжениями и токами как в нормальном состоянии сети, так и при замыканиях на землю. Приведены элементарные теоретические положения, разъясняющие режимы работы сети с дугогасящими катушками.

Подробно разобраны методы и схемы измерения емкостных токов сети. Кратко описаны конструкции дугогасящих аппаратов. Обоснованы соображения по выбору мощности дугогасящих аппаратов и размещению их в сети, а также рекомендации по оптимальной настройке. Рассмотрены схемы включения и сигнализации дугогасящих аппаратов.

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководящие указания по защите от перенапряжений электротехнических установок переменного тока 3—220 кВ. М, Госэнергоиздат, 1954.
2. Вильгейм Р. и Уотерс А. Заземление нейтрали в высоковольтных системах.. М, Госэнергоиздат, 1959, 416 с.
3. Инструкция по выбору, установке и эксплуатации дугогасящих катушек. М., «Энергия», 1971, 104 с. (М-во энергетики и электрификации СССР. Глав. техн. упр. по эксплуатации энергосистем ОРГРЭС).
4. Лихачев Ф. А. Выбор, установка и эксплуатация дугогасящих аппаратов. М., Госэнергоиздат, 1954, 144 с.
5. Лихачев Ф. А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и компенсацией емкостных токов. М., «Энергия» 1971, 152 с.

[Скачать брошюру Черников А. А. Компенсация емкостных токов в сетях с незаземленной нейтралью.](#) Москва, издательство "Энергия", 1974.