

Министерство энергетики Российской Федерации
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
повышения квалификации руководящих работников
и специалистов (ПЭИиК)

КАФЕДРА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, СЕТЕЙ И СИСТЕМ

И.Л. НЕБРАТ

РАСЧЕТЫ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ
ДЛЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Учебное пособие

Часть первая



Санкт-Петербург
2002

1. Введение

В инженерной практике расчеты токов КЗ в электрических системах выполняются с целью:

- выбора уставок устройств релейной защиты и автоматики, их наладки и проверки поведения в аварийных ситуациях, связанных с короткими замыканиями;
- проверки электрических аппаратов - выключателей, разъединителей, короткозамыкателей и т.д. - на термическую и динамическую стойкость при токах КЗ;
- определения места повреждения на воздушных линиях электропередачи (дистанционные методы ОМП);
- выбора и проверки устройств грозозащиты и связи.

Широкое применение вычислительной техники (ПЭВМ) дает возможность повысить точность расчетов токов КЗ, в основном, за счет введения уточненных параметров линий электропередачи, трансформаторов и автотрансформаторов, за счет возможности учета целого ряда факторов, которые имеют место в процессе КЗ и которые не могли быть учтены при прежних практических методах расчетов.

К таким факторам относятся:

- сложные случаи взаимоиндукции на участках параллельного следования воздушных линий электропередачи,
- влияние емкостной проводимости длинных линий электропередачи ($L \geq 150$ км) напряжением 330-750 кВ,
- сложные повреждения, возникающие в процессе КЗ, - переход одного вида КЗ в другой, сопровождающийся неполнофазными режимами, а также одновременные КЗ в нескольких точках сети.

Кроме того, использование ПЭВМ позволяет быстро выполнять серийные однотипные расчеты токов КЗ в распределительных сетях 0,4-6-10 кВ, что значительно сокращает время расчетов.

Имеющиеся сегодня программы для ПЭВМ позволяют не только выполнить расчеты токов КЗ, но и рассчитать параметры устройств РЗА, т.е. фактически выполнить все основные расчеты, связанные с проектированием и эксплуатацией устройств РЗА.

В настоящее время практически все центральные службы РЗА имеют и широко используют комплекс программ Сибирского института Энергосетьпроект ТКЗ-3000 (руководитель Черняков В.Н.) и комплекс программ Киевского института электродинамики Украины (руководитель Крылов В.А.), а также ряд других программ для расчетов токов КЗ в распределительных сетях с односторонним питанием с одновременным расчетом уставок максимальных токовых и дифференциальных защит трансформаторов и линий 0,4-35 кВ, в том числе программы, имеющиеся на кафедре нашего института.

Однако опыт работы кафедры РЗА ПЭИпк показывает, что многие службы РЗА сетевых предприятий энергосистем, электростанций, а также службы РЗА промышленных предприятий ещё не оснащены ПЭВМ или недостаточно их используют и поэтому ведут расчеты токов КЗ вручную.

Одобрено и рекомендовано к опубликованию Ученым Советом Института.
Протокол № 1 от 18 октября 1995 г.

Расчеты токов короткого замыкания для релейной защиты.

Учебное пособие.

Часть первая.

Рассмотрены методы и примеры расчетов токов короткого замыкания в электрических сетях напряжением от 0,4 кВ до 330 кВ, предназначенные для выбора уставок релейной защиты. Приведены необходимые справочные данные.

В первой части рассматриваются расчеты симметричных коротких замыканий, во второй - несимметричных КЗ.

Для слушателей учебных групп кафедры РЗА ПЭИпк - специалистов по релейной защите электрических сетей и станций энергосистем и предприятий промышленности, транспорта и коммунального хозяйства.

Научный редактор кандидат технических наук, доцент
М.А. Шабад

Издание Петербургского энергетического института
повышения квалификации руководящих работников и специалистов
Минэнерго РФ
2002

Список литературы.

1. Правила устройства электроустановок. - М. Энергоатомиздат, 1987 г.
2. Ульянов С.А. Короткие замыкания в электрических системах. - М. Госэнергоиздат, 1952 г. - 280 с.
3. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. - М. Энергия, 1970 г. - 520 с.
4. Руководящие указания по релейной защите. Выпуск 11. Расчеты токов короткого замыкания для релейной защиты и системной автоматики в сетях 110-750 кВ. - М. Энергия, 1979 г.
5. Шабал М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. - Энергоиздат, 1985 г. - 295 с.
6. Шабал М.А. Защита трансформаторов распределительных сетей. - Энергоиздат, 1981 г. - 135 с.
7. Шабал М.А. Защита трансформаторов 10 кВ. - М. Энергоатомиздат, 1989 г. - 141 с.
8. Веляева Е.Н. Как рассчитать ток короткого замыкания. - М. Энергоатомиздат, 1983 г. - 136 с.
9. Голубев М.Л. Расчет токов короткого замыкания в электросетях 0,4-35 кВ. - М. Энергия, 1980 г. - 85 с.
10. ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения. - М. Издательство стандартов, 1985 г.
11. ГОСТ 27514-87 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ. - М. Издательство стандартов, 1988 г.
12. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках переменного напряжения до 1 кВ. - М. Издательство межгосударственных стандартов, 1994 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Часть первая

1. Введение.....	3
2. Общие сведения о коротких замыканиях....	5
3. Виды коротких замыканий.....	6
4. Основные допущения при расчетах короткого замыкания.....	8
5. Порядок ведения расчетов токов короткого замыкания.....	10
5.1. Выбор и составление расчетной схемы электрической сети и схемы замещения.	10
5.2. Расчет параметров элементов схемы замещения.....	11
5.3. Выбор видов короткого замыкания.....	22
5.4. Выбор расчетных режимов работы схемы.	22
5.5. Преобразование схемы замещения относительно заданной точки КЗ.....	23
5.6. Распределение токов короткого замыкания по ветвям.....	26
6. Примеры расчетов трехфазных КЗ в электрических сетях.....	27
Приложение 1.....	38
Приложение 2.....	48
Литература.....	50

И.Л. Небрат
 Расчеты токов короткого замыкания для релейной защиты.
 Учебное пособие. Изд. 3-е
 Научный редактор М.А.Шабал

Ризограф, объем п.л. 2,1,

тираж 500 экз.
 Заказ № 52 Цена договорная
 ПЭИПК, 196135, Санкт-Петербург, Авиационная ул., 23

Перепечатка запрещена