

- быстродействующая дифференциальная токовая отсечка с контролем как действующего, так и мгновенного значения дифференциального тока;
- дифференциальная токовая защита с уставкой  $(0,3-1,0)I_{ном}$ , с торможением от сквозного тока и отстройкой от бросков тока намагничивания;
- двухступенчатая токовая защита высшей стороны трансформатора с возможностью комбинированного пуска по напряжению. Для увеличения чувствительности имеется возможность ввести блокировку по 2-й гармонике дифференциального тока. Предусмотрен автоматический ввод ускорения при включении выключателя ВН;
- ступени МТЗ средней и низшей сторон трансформатора с возможностью комбинированного пуска по напряжению. Предусмотрен автоматический ввод ускорения при включении выключателя НН;
- защита от перегрузки по каждой стороне напряжения трансформатора с действием на сигнализацию.

### Литература

1. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 199 с.
2. Овчаренко Н.И. Микропроцессорные комплексы релейной защиты и автоматики распределительных электрических сетей. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 1999. – 64 с.
3. Гловацкий В.Г., Пономарев И.В. Современные средства релейной защиты и автоматики электросетей. – 3 электронная версия. – Киев: Энергомашвин, 2003. – 535 с.
4. Лычковский Г.И. Рекомендации по выбору уставок терминалов Т35 и Т60, GE. – Минск, 2005. – 27 с.
5. Дифференциальное реле защиты трансформатора Т35, версия 4.4. Руководство по использованию серии УР. – GE, 2005. – 130 с.
6. Дифференциальная защита 7UT612, версия 4.0. Руководство по эксплуатации. – Siemens, 2002. – 394 с.
7. Дифференциальная защита 7UT613, версия 4.0. Руководство по эксплуатации. – Siemens, 2003. – 498 с.
8. Микропроцессорное устройство основной защиты двухобмоточного трансформатора «Сириус-Т». Руководство по эксплуатации. – М.: ЗАО «Радиус Автоматика», 2005. – 68 с.
9. Дмитренко А.М. Рекомендации по применению и выбору уставок функционального блока дифференциальной защиты трансформаторов терминала типа RET316. – 3-я редакция. – АББ Реле-Чебоксары, 2002.
10. Терминал защиты трансформатора RET 521\*RU. Руководство по эксплуатации. – АBB, 2004.
11. Барабанов Ю.А., Езерский В.Г., Гондуров С.А., Турченко В.В. Комплекс защит подстанционного оборудования производства НТЦ «Механотроника». – НТЦ «Механотроника», 2005.

УДК 621.3

## ПРОГРАММА РАСЧЕТА ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ

*Грabcкая С.С., Никифоров П.С.*

Научный руководитель – ГЛИНСКИЙ Е.В.

Основными повреждениями в цепях электрического тока являются короткие замыкания, вызванные рядом причин. Для выбора оборудования на электрических станциях и подстанциях необходимым является расчет токов короткого замыкания. Ручной расчет токов КЗ в цепях постоянного оперативного тока электрических станций и подстанций является трудоемким и требует дополнительных затрат времени. Для упроще-

ния процесса расчета токов КЗ на кафедре «Электрические станции» была разработана программа расчета токов короткого замыкания в цепях постоянного оперативного тока электрических станций и подстанций.

**Назначение программы.** Программный комплекс предназначен для расчета токов короткого замыкания и проверки защитных аппаратов цепей постоянного тока электрических станций и подстанций. Как при расчете токов короткого замыкания, так и при проверке защитных аппаратов цепей постоянного тока программой формируется расчетная схема, на основании которой определяются значения величин расчетных параметров.

При выполнении расчетов токов короткого замыкания в цепях постоянного тока автоматически вычисляются:

- значения токов короткого замыкания;
- величина термического импульса;
- температура кабелей.

При выполнении проверки защитных аппаратов определяются:

– диапазон величин токов, в котором требуется выполнение проверочных расчетов;

- чувствительность к токам КЗ резервирующего защитного аппарата;
- отключающая способность проверяемого защитного аппарата;
- чувствительность к токам КЗ проверяемого защитного аппарата;
- селективность действия расчетного и резервирующего защитных аппаратов.

Особенностью программы является наличие базы данных, содержащей схему постоянного тока, состоящую из сведений о щитах постоянного тока, присоединений к щитам постоянного тока, сборках постоянного тока и присоединения к сборкам постоянного тока. Программа представляет собой комплекс, включающий в себя программу-диспетчер и отдельные программные блоки, позволяющие выполнять операции с базой данных, расчет токов короткого замыкания, проверочные расчеты защитных аппаратов и отображать результаты расчета.

Горизонтальное меню содержит следующие возможные режимы работы компьютерной программы:

- инструкция;
- корректировка данных;
- расчет;
- результаты расчета;
- выход.

Выбор режима работы программы производится с помощью клавиш «→» и «←». Реализуется выбранный режим работы программы нажатием клавиши «Enter». При этом программа-диспетчер передает управление соответствующему программному блоку, который обеспечивает работу программы в выбранном режиме.

В режиме «Инструкция» выполняется просмотр настоящей инструкции.

В режиме «Корректировка данных» выполняются операции с базой данных.

В режиме «Расчет» выполняется расчет токов короткого замыкания и проверочный расчет защитных аппаратов.

В режиме «Результаты расчета» производится просмотр на видеомониторе или печать на принтере результатов расчета токов короткого и проверочных расчетов защитных аппаратов последнего выполненного расчета.

Режим «Выход» обеспечивает прекращение работы программы.

Для работы с программой целесообразно создать на жестком диске отдельный каталог. В этот каталог необходимо поместить исполняемые файлы программы pos\_tok.exe и vfile2.exe. Кроме указанных файлов в каталог должны быть помещены

файлы с расширением (спецификацией) «.dat», в которых содержится информация о базе данных, и файлы с расширением «.txt», содержащие текст настоящей инструкции. Программный комплекс построен таким образом, что позволяет создавать новую базу данных или редактировать существующую базу данных. Для работы программного комплекса в оперативную память ПЭВМ должен быть загружен головной файл pos\_tok.exe. Исполняемый файл программы vfile2.exe загружается в оперативную память ПЭВМ по мере необходимости головным исполняемым файлом. При выполнении расчетов программа создает вспомогательные файлы с расширениями, отличными от «.exe» и «.dat». Программа разработана на базе алгоритмического языка Паскаль применительно к ПЭВМ IBM или совместимым с ними ПЭВМ.

**База данных и операции с базой данных.** База данных, необходимых для выполнения расчетов токов короткого замыкания и проверки защитных аппаратов, содержит информацию об элементах схемы постоянного тока и справочную информацию об автоматических выключателях, предохранителях, и аккумуляторных батареях.

Вся исходная информация о схеме постоянного тока представлена в виде описаний элементов схемы постоянного тока. В зависимости от вида элементов, информация о них выделена в следующие группы:

- описание щитов постоянного тока (ЩПТ);
- характеристики присоединений к щитам постоянного тока;
- описание сборок постоянного тока;
- характеристики присоединений к сборкам постоянного тока;
- каталог аккумуляторов;
- каталог автоматических выключателей;
- каталог предохранителей.

Клавиши «↑», «↓» и «Enter» позволяют выбрать элемент сети постоянного тока или соответствующий каталог, для которого требуется выполнить изменение или дополнение в имеющуюся информацию или внесение новой информации.

В программе предусмотрены следующие операции с базой данных:

– добавление данных о новых элементах схемы постоянного тока (щитов постоянного тока, присоединений к щитам постоянного тока, сборок постоянного тока и присоединений к сборкам постоянного тока), описаний аккумуляторных батарей, автоматических выключателей и предохранителей в соответствующие каталоги;

– корректировка (изменение) имеющихся исходных данных об элементах схемы постоянного тока и описаний аккумуляторных батарей, автоматических выключателей и предохранителей в соответствующих каталогах;

– добавление данных о новых элементах схемы постоянного тока, описаний аккумуляторных батарей, автоматических выключателей и предохранителей в соответствующие каталоги путем корректировки данных имеющихся элементов схемы постоянного тока, описаний аккумуляторных батарей, автоматических выключателей и предохранителей;

– удаление данных об элементах схемы постоянного тока, описаний аккумуляторных батарей, автоматических выключателей и предохранителей;

– вставка данных о новых элементах схемы постоянного тока, описаний аккумуляторных батарей, автоматических выключателей и предохранителей;

– проверка правильности записи данных об автоматических выключателях и предохранителях в соответствующих каталогах.

Операции с базой данных выполняются в режиме «Корректировка данных» горизонтального меню.

Выбор режима вертикального меню производится с помощью клавиш «↑», «↓», при нажатии которых строчный курсор (режим вертикального меню, выделенный си-

ним цветом фона и желтым цветом букв) перемещается. Реализуется выбранный режим вертикального меню нажатием клавиши «Enter».

**Выполнение расчетов.** Выполнение расчетов осуществляется при реализации режима «Расчет» горизонтального меню. Задание режима расчета выполняется путем выбора в вертикальном меню (выбор осуществляется клавишами «↑», «↓» и «Enter»). Независимо от выбранного вида расчета после выбора расчетного элемента программой формируются расчетная схема и схема замещения, а затем реализуется расчет.

Так, нами был произведен расчет токов короткого замыкания в цепи, проверка защитных аппаратов, а именно, их чувствительность к токам КЗ, отключающая способность, селективность их действия. Расчет показал, что селективность действия защитных аппаратов в цепях обеспечивается не всегда. Это связано с тем, что времятоковая характеристика автоматических выключателей в диапазоне перегрузки и ограничения токов короткого замыкания имеет большой разброс времени срабатывания при одной и той же величине тока КЗ.

### Литература

1. Методические указания по расчету токов короткого замыкания и выбору коммутационных аппаратов в сети постоянного тока электрических станций. – Минск, 2003.

УДК 621.3

## ЗАЗЕМЛЕНИЕ НЕЙТРАЛИ СЕТЕЙ 6–35 кВ ЧЕРЕЗ РЕЗИСТОР

*Шевалдин М.А.*

Научный руководитель – БОХАН Н.В.

В Республике Беларусь, странах СНГ и других странах мира до настоящего времени широкое распространение получила система изолированной нейтрали и система компенсированной через дугогасящий реактор нейтрали сетей 6–35 кВ.

Основным достоинством таких систем заземления нейтрали является то, что даже в режиме однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) без отключения повреждённого участка сети представляется возможным определенное время (до обнаружения и устранения повреждения) осуществлять электроснабжение потребителей. Однако, отмеченное преимущество всегда сопровождается негативными явлениями, основными из которых являются:

– при металлическом ОЗЗ напряжение на неповреждённых фазах повышается до линейного, что требует выполнения фазной изоляции на линейное напряжение, которое представляет повышенную опасность для изоляции кабельных сетей с длительным сроком эксплуатации;

– появляются значительные дуговые перенапряжения, которые способствуют увеличению вероятности перехода ОЗЗ в двухфазные и трехфазные замыкания, появлению множественных повреждений для всей сети, питающейся от данной секции шин подстанции;

– режим ОЗЗ может приводить к развитию феррорезонансных перенапряжений в цепи намагничивания измерительных трансформаторов, электродвигателей и другого оборудования;

– в случае резонансной настройки ДГР ОЗЗ сопровождается малыми токами замыкания на землю, что исключает возможность создания простой, надёжной и селективной защиты, способной выявить повреждённые присоединения;