

Результаты расчета самозапуска электродвигателей представляются в виде графиков изменения  $U$  и  $I$  секции (секций), скоростей вращения электродвигателей в процессе самозапуска. Исходные данные для каждого конкретного расчета формируются в виде таблиц, содержащих условия расчета и необходимые пояснения.

В процессе расчета выдаются на экран монитора в графическом отображении. При этом на экран видеомонитора выводится масштабная сетка для отображения контролируемых параметров процесса самозапуска электродвигателей в функции времени.

Для конкретных условий Минской ТЭЦ-4 с помощью программного комплекса выполнялись расчеты самозапуска электродвигателей собственных нужд электростанции. Для отдельных секций РУ СН станции определялось допустимое время перерыва питания. Критерием допустимой длительности перерыва питания являлся успешный самозапуск электродвигателей.

УДК 621.316.5

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ВЫБОРА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

*Дунаев Д.Н., Жихар А.В.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент БУЛАТ В.А.

Целью данной работы является получение навыков работы с программой выбора высоковольтных выключателей, ее анализ и усовершенствование (расширение файла «банка» данных).

Вся коммутационная аппаратура РУ электрической станции и подстанции должна надежно работать в условиях длительных нормальных режимов, а также обладать достаточной термической и динамической стойкостью при возникновении самых тяжелых коротких замыканий. Поэтому при выборе коммутационных аппаратов РУ очень важна проверка соответствия их параметров длительным рабочим и кратковременным аварийным режимам, которые могут возникать в эксплуатации.

Кроме того, следует учитывать внешние условия работы РУ (влажность, загрязненность воздуха, окружающую температуру, высоту над уровнем моря), так как эти условия могут потребовать коммутационную аппаратуру специального исполнения, обладающую повышенной надежностью.

Выключатели являются основным коммутационным аппаратом и служат для отключения и включения цепей в различных режимах работы. Наиболее ответственной операцией является отключение токов короткого замыкания и включения на существующее КЗ.

При выборе выключателей необходимо учитывать основные требования, предъявляемые к ним. Выключатели должны надежно отключать любые токи: нормального режима и КЗ, а также малые индуктивные и емкостные токи без появления при этом коммутационных перенапряжений.

В ГОСТе 687-78 приведены следующие параметры выключателей:

1. Номинальное напряжение  $U_{ном}$ .

2. Номинальный ток  $I_{ном}$ .

3. Номинальный ток отключения  $I_{откл}$  – наибольший ток КЗ (действующее значение периодической составляющей), который выключатель способен отключить при напряжении, равном наибольшему рабочему, при заданных условиях восстановления и заданном цикле операций.

4. Номинальное процентное содержание аperiodической составляющей тока в токе отключения  $\beta_{ном} = \frac{i_{a.ном}}{\sqrt{2} \cdot I_{откл}} 100 \%$ .

5. Действующее значение периодической составляющей  $I_{дин}$  и амплитудное значение полного тока  $I_{т.дин}$ , которые характеризуют электродинамическую стойкость выключателя. Эти токи выключатель выдерживает во включенном состоянии без повреждений, препятствующих его дальнейшей работе.

6. Ток термической стойкости  $I_{\tau}$  и время его действия  $t_{\tau}$ .

7. Номинальный ток включения  $I_{вкл}$  – наибольший ток КЗ, который выключатель способен включить без сваривания контактов и других повреждений. В каталоге задают действующее значение периодической составляющей  $I_{вкл}$  и амплитудное значение полного тока  $I_{т.вкл}$ . Выключатели конструируются так что  $I_{вкл} \geq I_{откл}$ .

8. Время действия выключателя:

– собственное время отключения выключателя  $t_{с.в.}$  – промежуток времени от подачи команды на отключение до расхождения контактов выключателя.

– время отключения  $t_{о.в.}$  – промежуток времени от подачи команды на отключение до погасания дуги во всех фазах.

– время включения выключателя  $t_{в.в.}$  – промежуток времени от подачи команды на включение до появления тока в цепи.

В рассматриваемой программе исходной информацией для выбора выключателей являются: напряжение установки, номинальный (максимальный) ток, ударный ток, импульс квадратического тока КЗ, симметричный ток отключения, аperiodическая составляющая и полный ток КЗ. На напряжениях 35–220 кВ также должен быть задан тип РУ – открытое или закрытое. Кроме этого в отдельном файле (банке) VV1.DAT содержатся каталожные данные выключателей.

При работе программы выбора выключателей определяется блок параметров выключателей в банке данных, соответствующий заданным условиям, затем производится выбор выключателей по условиям, приведенным выше. Результаты выбора коммутационной аппаратуры – тип выключателя и его параметры выводятся в табличной форме. Если не найден выключатель, удовлетворяющий заданным условиям, то на печать выводятся нулевые значения.

Программа VV.EXE предназначена для выбора высоковольтных выключателей электрических станций и подстанций. По программе одновременно может быть выполнен выбор четырех выключателей для различных цепей главной схемы электрических соединений станции или подстанции.

Программа составлена на алгоритмическом языке ФОРТРАН в операционной системе MS DOS. Для работы программы требуется подключение банка каталожных данных выключателей, находящегося в файле VV1.DAT и файла VV2.DAT, содержащего расчетные параметры цепей, для которых производится выбор выключателей.

Кроме этого задается признак установки выключателя KU. KU = 1 – для выключателей наружной установки и KU ≠ 1 – для выключателей внутренней установки. При необходимости выбора выключателей нагрузки необходимо задаться соответствующим признаком ВН. Если ВН = 1, то в схеме требуется выбрать выключатель нагрузки, а если ВН ≠ 1, то в схеме их нет.

Все указанные исходные данные должны быть записаны в виде целых констант.

Вся исходная информация заносится в файл VV2.DAT по безформатной форме записи.

Программа по выбору высоковольтных выключателей была создана в 1991 году. Банк данных выключателей создан в то же время. На сегодняшний день она нуждается в усовершенствовании в связи с широким внедрением в эксплуатацию элегазовых выключателей. Данную программу усовершенствовали путём внесения в банк данных каталожных данных для элегазовых выключателей. Кроме этого была изменена логика программы для возможности выбора выключателей из этой группы.

Промышленностью стали выпускаться более совершенные по конструкции и более надежные элегазовые выключатели, имеется перспектива широкого применения в Беларуси комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией как на напряжения 6–10 кВ, так и на более высокие напряжения (до 110 кВ).

### Литература

1. Гук, Ю.Б., Кантан, В.В., Петрова, С.С. Проектирование электрической части станций и подстанций. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 312 с.
2. Крючков, И.П., Кувшанский, Н.Н., Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Учебное пособие. – 3-е изд. – М.: Энергия, 1978. – 456 с.
3. Рожкова, Л.Д., Карнеева, Л.К., Чиркова, Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций. – М.: АСАДЕМА, 2004. – 448 с.

УДК 621.31(075.8)

## ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ КАБЕЛИ С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

*Юрко В.В., Лемешева А.Ю.*

**Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент КРАСЬКО А.С.**

Для передачи и распределения электроэнергии в электрических установках на номинальное переменное напряжение 0,66–35 кВ частотой 50 Гц значительное распространение получили силовые кабели с пластмассовой изоляцией. Их использование вместо кабелей с пропитанной бумажной изоляцией позволяет повысить производительность труда в кабельной промышленности, упростить технологию монтажа кабельных линий и обеспечить значительную экономию свинца и алюминия, используемых для изготовления защитных оболочек кабелей.

Выпуск кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение 0,66–35 кВ в настоящее время составляет около 70 % в общем объеме производства кабелей на этот класс производства.

В настоящее время общие требования к конструкции кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение до 35 кВ и их основными характеристиками стандартизированы.

В соответствии с ГОСТ 24183-80 кабели силовые с пластмассовой изоляцией изготавливаются на номинальное переменное напряжение 0,66; 1 (1,14); 3; 6; 10; 35 кВ. Сечение токопроводящих жил кабелей установлены в соответствии с рядом номинальных сечений рекомендованных МЭК и принятых в большинстве стран: 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800; 1000 мм<sup>2</sup>. Многожильные кабели с пластмассовой изоляцией изготавливаются с сечением жил до 240 мм<sup>2</sup> и числом жил до 5.

В зависимости от условий применения кабели изготавливаются с алюминиевыми или медными токопроводящими жилами. Двухжильные и трехжильные кабели имеют жилы одинакового сечения. Четырехжильные и пятижильные кабели имеют три жилы одинакового сечения, нулевую жилу и жилу заземления, сечения которых отличаются