

— для улучшения интегрального показателя электропередачи (расчетной стоимости) следует считать перспективным направлением применение изолирующих материалов и конструкций из них с последующей оценкой механической прочности отдельных элементов и оценкой технико-экономической эффективности, пропускной способности и надежности сооружений с изолирующими конструкциями в целом;

— анализ воздушных линий напряжением 110–750 кВ показал, что применение стеклопластиковых траверс позволяет снизить стоимость 1 км линии примерно на 10–28% и увеличить пропускную способность на 6–26%.

#### Л и т е р а т у р а

1. П о с п е л о в Г.Е. Пропускная способность систем электропередачи, связь ее с технико-экономическими показателями и основные направления ее повышения. — Тез. докл. науч.-техн. семинара "Повышение пропускной способности и эффективности электрических сетей в Белорусской энергосистеме". Мн., 1978. 2. П о с п е л о в Г.Е. Элементы технико-экономических расчетов систем электропередач. — Мн., 1967. 3. П о с п е л о в Г.Е., Ф е д и н В.Т., Ч е р н е ц к и й М.С. Экономические габаритные размеры воздушных линий электропередачи с металлическими и стеклопластиковыми траверсами. — Электрические сети и системы, 1976, № 2. 4. Ч е р н е ц к и й М.С. Особенности расчета промежуточных порталных опор со стеклопластиковыми траверсами. — Изв. вузов СССР. Энергетика, 1975, № 7. 5. Ч е р н е ц к и й М.С. Использование новых материалов для повышения пропускной способности линий электропередач. — Тез. докл. науч.-техн. семинара по повышению пропускной способности и эффективности электрических сетей в Белорусской энергосистеме. М., 1978.

*УДК 621.311.391*

**Л.Н.Свита**

### О РАСШИРЕНИИ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ФАЗНОЙ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ 110-330 кВ

Дифференциально-фазные высокочастотные защиты (ДФЗ) используются в качестве основных защит от всех видов повреждений ЛЭП напряжением 110 кВ и выше [1].

В работе рассмотрены некоторые новые технические решения, которые могут быть использованы для повышения эффективности ДФЗ линии электропередач 110–330 кВ.

Для расширения области применения ДФЗ целесообразно выполнить защиту так, что ее высокочастотные (в. ч.) передатчики постоянно работа-

ют, а не пускаются только при возникновении повреждения, как это имеет место, например, в защите типа ДФЗ-2.

При таком выполнении предложенная защита может оказаться более чувствительной, чем распространенная в настоящее время защита с двумя пусковыми органами. Недостатком такой защиты является наличие грубых пусковых органов. Так как передатчики во всех режимах генерируют в.ч. импульсы, то при остановке одного из них при малых токах ЛЭП возможно ложное срабатывание защиты, для устранения которого и служат упомянутые пусковые органы.

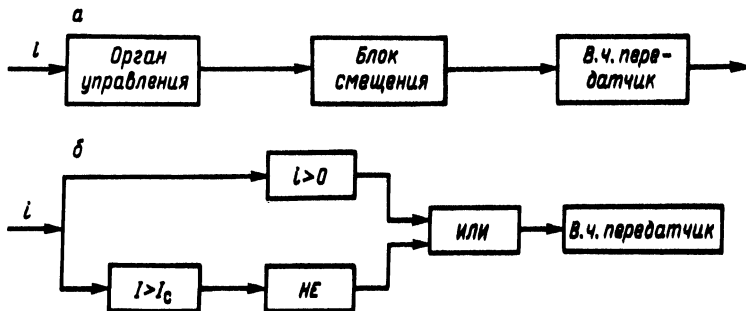


Рис. 1. Перевод передатчика на генерирование неманипулированного в.ч. сигнала.

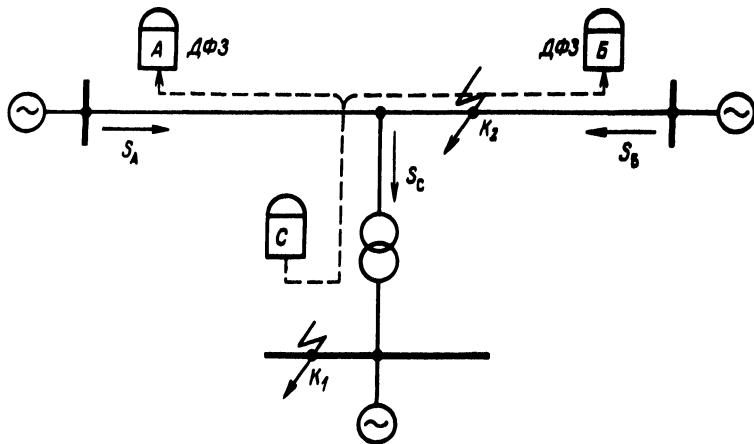


Рис. 2. Предлагаемая защита для ЛЭП с ответвлениями.

Предотвращение ложного срабатывания защиты в результате одностороннего запуска передатчика при малых нагрузках ЛЭП можно осуществить путем перевода передатчика на генерирование неманипулированного

сигнала, блокирующего оба полукомплекта защиты. Манипулируемый сигнал генерируется только при токах, превышающих величины емкостного тока линии, которые способны вызвать ложное срабатывание защиты даже при двусторонней манипуляции.

Перевод передатчика на генерирование неманипулируемого в.ч. сигнала при малых токах линии может производиться двумя способами: введением в управляющее напряжение положительного смещения (рис. 1, а); релейной схемой на бесконтактных логических элементах (рис. 1, б).

Величина тока, при которой изменяется характер вырабатываемого сигнала, должна быть меньше минимально возможного тока к. з. на защищаемой ЛЭП. Эта величина меньше максимального рабочего тока ЛЭП. При этом селективность защиты обеспечивается за счет соответствующего сдвига в. ч. импульсов. Работа передатчиков в нормальном режиме повышает быстродействие защиты при возникновении к.з. и обеспечивает ее высокую чувствительность.

Следует отметить, что достоинством рассмотренного выполнения защиты, помимо отмеченных в данной работе, является также возможность очень легко осуществить автоматический контроль исправности в. ч. канала связи.

Ввиду того, что в.ч. передатчики обоих полукомплектов защиты работают на частотах, разнесенных на 1–2 кГц, то при одновременной работе обоих передатчиков в нормальном режиме линии на выходах приемника имеется сигнал с разностной частотой биений. При остановке одного из передатчиков этот сигнал исчезает, защита в этом случае блокируется с выдачей сигнала о неисправности в.ч. канала.

В последние годы в энергосистемах 110–330 кВ широкое распространение получают линии, имеющие ответвление на одну или несколько промежуточных подстанций. Существующие ДФЗ высоковольтных линий электропередач, разработанные для линий, не имеющих ответвлений, в настоящее время очень часто становятся непригодными из-за появления линий с ответвлениями [2]. Широкое и все возрастающее применение линий высокого напряжения с ответвлениями ставит перед проектными и эксплуатирующими организациями задачу отыскания наилучших решений выполнения релейной защиты электрических сетей при применении ответвлений.

Одним из таких решений может быть установка дополнительного неполного комплекта С (рис. 2), который используется для блокирования защиты при повреждениях за трансформатором ответвления. Этот комплект может устанавливаться за трансформатором ответвления и состоит из в.ч. передатчика, органа направления мощности и блока манипуляции, управляющего работой передатчика.

При к.з. за трансформатором ответвления (точка  $K_1$ ) мощность к.з.  $S_c$  на ответвлении направлена к шинам (рис. 2). При этом срабатывает орган направления мощности, который посредством блока манипуляции пере-

водит передатчик в режиме непрерывной генерации в.ч. сигнала и тем самым блокирует оба комплекта защиты А и Б.

При повреждениях на защищаемой линии (точка  $K_2$ ) ДФЗ отключает линию со сторон основного питания подстанции, а со стороны ответвления отключение производится с помощью резервных или вспомогательных защит и устройств, устанавливаемых для действия в рассматриваемых условиях.

Таким образом, описанное выполнение защиты наиболее полно отвечает специфическим условиям, которые имеют место на линиях с ответвлениями, и дает возможность преодолеть большинство затруднений быстродействующей защиты этих линий.

#### Л и т е р а т у р а

1. Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем. — М., 1976. 2. Кожин А.Н., Рубинчик В.А. Релейная защита линий с ответвлениями. — М., 1967.

УДК 621.004.53.54

А.И.Смирнов, В.Л.Прусс, И.В.Богомолов

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ВЛ 10 кВ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОЕКТНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАДАЧ

Основным показателем несоответствия распределительной линии своему назначению — пропуску электроэнергии подключенным к ней потребителям — за некоторый период времени является недоотпуск электроэнергии в течение этого времени. В процессах восстановления работоспособности линии сама линия выступает как объект управления, а роль управляющей системы выполняет обслуживающий линию оперативный и ремонтный персонал. Поэтому математическое описание рассматриваемых процессов должно базироваться на количественных оценках характеристик объекта управления и управляющей системы — ее приспособленности к восстановлению работоспособности линии.

Причинами возникновения нарушения процесса нормального функционирования линии могут быть: плановые ремонты, а также устойчивые и неустойчивые однофазные и междуфазные повреждения. Распределительная ВЛ 10 кВ состоит из участков, на которые она разделяется имеющимися на ней разъединителями; ремонт (плановый или аварийный) выполняется, как правило, только на одном участке. Важной характеристикой линии является коэффициент резервирования ( $K_p$ ) [1]