

## ВСТРЕЧНО-НАПРАВЛЕННАЯ ЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ШИН НА БАЗЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОМПЛЕКСА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

*А.Н. Садовников*

В настоящее время распределительные сети 0,4; 6; 10 кВ предприятий оснащаются генерирующими устройствами, например газотурбинными, газопоршневыми установками, постоянно работающими в режиме параллельной работы с питающей энергосистемой. При этом меняется режим работы подстанций предприятия, выполненных чаще всего по схемам 4Н, 5Н, 5АН по [1] на двухстороннее питание. Устройства релейной защита и автоматики (РЗА) распределительной сети предприятия перестают соответствовать нормативным требованиям. Необходима реконструкция системы РЗА подстанций предприятия.

В соответствие с [2, 3], основными требованиями к РЗА двухтрансформаторных подстанций, работающих в режиме двухстороннего питания:

- наличие быстродействующей защиты шин;
- обеспечение селективности выдержек времени максимальных токовых защит (МТЗ) при различном направлении мощности короткого замыкания (КЗ) через защиту.

Традиционный способ реконструкции – замена существующих устройств РЗА на типоразмера, предназначенные для сетей с двухсторонним питанием ведет к значительным затратам, так как требует установки терминалов с органами направления мощности (ОНМ), которые относятся к самым дорогим моделям у всех фирм, представленных на рынке. Логическая защита шин, реализуемая во всех типах микропроцессорных терминалов представленных на рынке, не пригодна в случае двухсторонней подпитки места КЗ. Установка полноценной дифференциальной защиты шин требует установки дополнительных микропроцессорных терминалов на каждое присоединение, что ведет к дополнительным затратам, кроме того у всех фирм, представленных на рынке устройств РЗА отсутствуют типовые, проработанные решения по установке дифференциальной защиты на шины низкого напряжения понизительных двухтрансформаторных подстанций.

Существенно снизить затраты на реконструкцию можно, применив централизованный комплекс, связав свободно программируемый контроллер, широко представленные на рынке, с входными/выходными сигналами отдельных устройств РЗА присоединений подстанции (рис. 1).

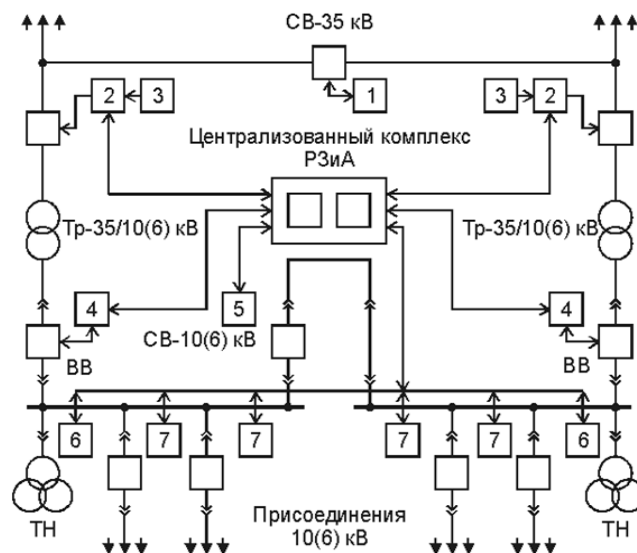


Рис. 1

На рис. 1 представлена структурная схема централизованного комплекса РЗА типовой комплектной двухтрансформаторной подстанции 35/10(6) кВ. Цифрами на рисунке обозначены устройства защиты: 1 – секционного выключателя, 2 – резервной защиты трансформатора, 3 – основной защиты трансформатора, 4 – вводного выключателя секции, 5 – секционного выключателя, 6 – трансформатора напряжения секции, 7 – отходящего присоединения.

Использование централизованного комплекса соответствует нормам [2, 3, 4], так как связь между устройствами защиты и комплексом осуществляется сухими контактами на оперативном напряжении подстанции, в случае отказа центрального микропроцессора, устройства защиты отдельных присоединений могут работать независимо. Использование централизованного комплекса позволяет осуществить реконструкцию подстанции без замены существующих устройств РЗА на дорогостоящие типоразмеры.

Для определения требований к промышленному, свободно-программируемому микропроцессору централизованного комплекса, разработки алгоритмов противоаварийного управления, методики выбора параметров (уставок) защит и средств автоматизации централизованного микропроцессора и отдельных устройств защиты была создана математическая модель РЗА подстанции. На модели исследовалось взаимодействие логических элементов централизованного комплекса РЗА при различных видах повреждений и ненормальных режимах работы характерных для двухтрансформаторных подстанций как в режиме одностороннего, так и двухстороннего питания. Более подробно с моделью РЗА можно ознакомиться в [5].

В качестве центральных микропроцессоров подойдут любые промышленные свободно программируемые микропроцессоры, обеспечивающие следующие аппаратные требования:

- энергонезависимая память программ – не менее 12 кБ;
- наличие часов реального времени;

- количество регистров памяти доступных пользователю – не менее 16–24 на терминал;
- количество таймеров и счетчиков – не менее 6–9 на терминал;
- диапазон таймеров – до 10–20 с.;
- логические входы/выходы – не менее 8–12 релейных входов/выходов на терминал;
- быстродействие логических входов/выходов – 2–4 мс.

Отсутствие аналоговых входов/выходов не требует наличия у микропроцессора АЦП/ЦАП, что резко удешевляет его стоимость.

Использование централизованного комплекса РЗА позволяет реализовать следующие алгоритмы противоаварийного управления:

- резервирование отказов выключателей присоединений, с учетом возможной подпитки места КЗ генераторами ГТУ подключенными к шинам низкого напряжения подстанции;
- встречно-направленная логическая защита шин с учетом изменения режима работы подстанции с одностороннего на двухстороннее;
- автоматическое включение резерва (секционного выключателя низкого напряжения и высокого напряжения, при его наличии) с учетом возможного несинхронного включения генераторов ГТУ разных секций;
- АПВ шин и отдельных присоединений;
- дуговая защита шин (прием сигналов от световых и датчиков давления ячеек КРУ);
- АЧР/ЧАПВ (прием сигналов от реле частоты).

На рис. 2 показан упрощенный алгоритм встречно-направленной логической защиты шин, учитывающей возможную подпитку места КЗ питающими присоединениями генераторов, подключенным к шинам низкого напряжения подстанции.

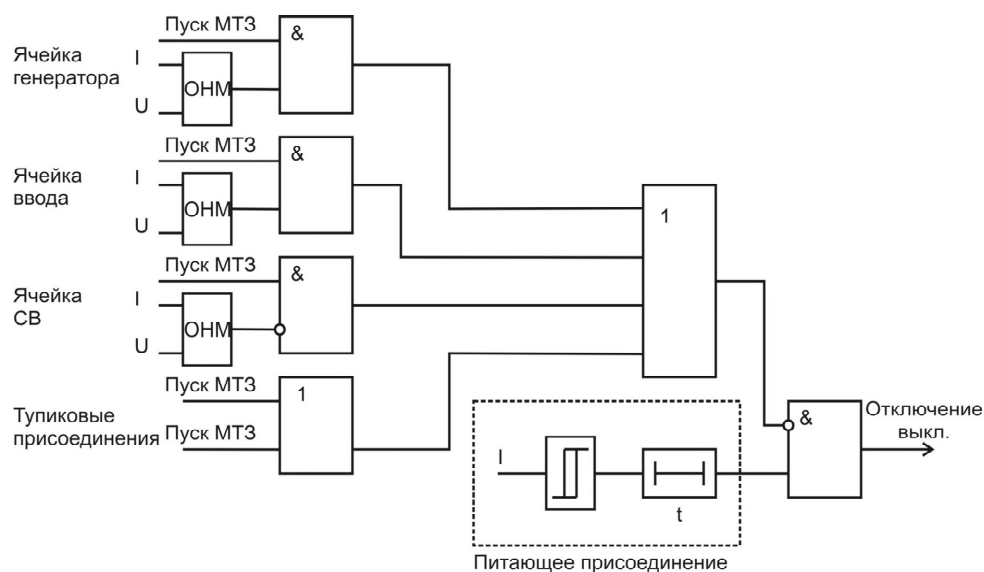


Рис. 2

## Заключение

1. Традиционный способ реконструкции РЗА типовых комплектных двухтрансформаторных подстанций 35/10(6) кВ при подключении генераторов ГТУ на шины низкого напряжения путем замены дешевых типовых исполнений микропроцессорных терминалов на дорогие, предназначенные для сетей с двухсторонним питанием неэффективен ввиду больших затрат.

2. Предложен оригинальный способ реконструкции путем установки централизованного комплекса противоаварийного управления, разработаны алгоритмы РЗА для центрального микропроцессорного устройства комплекса, удовлетворяющие требованиям ПУЭ, ПТЭ и НТП для всех режимов работы подстанции.

3. Проведенный анализ работы централизованного комплекса противоаварийного управления проведенный на компьютерной модели РЗА двухтрансформаторной подстанции показал, что предложенные алгоритмы для центрального микропроцессорного устройства комплекса эффективны для всех режимов работы рассматриваемой подстанции.

4. Разработаны методы расчета уставок защиты и автоматики присоединений подстанции, оснащенной устройством централизованного противоаварийного управления. Исследовано их влияние на параметры селективности, быстродействия и чувствительности централизованного комплекса РЗА.

5. Проработаны варианты аппаратной реализации центрального микропроцессорного устройства противоаварийного управления.

## Библиографический список

1. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35–750 кВ. Типовые решения. – М.: Энергосетьпроект, 2007. – 144 с.
2. Правила устройства электроустановок. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2009. – 928 с.
3. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ. Стандарт организации. – М.: ФСК ЕЭС, 2006. – 110 с.
4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: утв. М-вом энергетики Рос. Федерации 19.06.03: ввод в действие с 30.06.03. – М.: ЭНАС, 2003. – 175 с.
5. Садовников А.Н. Компьютерная модель релейной защиты и автоматики комплектной трансформаторной подстанции // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2002. – Вып. 2.