

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЗА ФИРМЫ СИМЕНС В ОСНОВНОЙ СЕТИ ОЭС УКРАИНЫ

Малмыгин Т.Ю.

НЭК "Укрэнерго", СРЗА

srza@ndc.energy.gov.ua

In article the necessity of completion of Numerical Protection 7SA513 of firm SIEMENS for application in the basic UHV network of Ukraine is proved, the possible ways of the decision of problem electromagnetic compatibility (EMC) are specified, the lack of algorithm of work of High-resistance earth fault protection and perspective directions of application Numerical Protection Devices is considered.

Процесс старения основного оборудования электропередачи основной сети ОЭС Украины приводит к увеличению повреждаемости оборудования и требует высокой надежности работы РЗА основной сети для предотвращения системной аварии.

Нормативный срок эксплуатации панелей серии ПДЭ-2000 на микроэлектронной базе установлен 12 лет и к 1996 году для самых первых панелей, установленных на объектах НЭК "Укрэнерго", этот срок истекал. Конечно, при надлежащем обслуживании эти панели могут проработать и больше, но участвовавшие случаи отказов и ложной работы заставляли заниматься вопросами модернизации уже тогда. Начиная с 1993 г. наблюдается постоянный рост количества случаев неправильной работы устройств РЗА основной сети.

1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
87	90	90	121	110	118	119

Таким образом, к 1995 году стало ясно, что замена защит сети 750 кВ должна быть проведена в ближайшее десятилетие и когда МБРР стал рассматривать возможность предоставления Украине кредита для реабилитации гидроэлектростанций Днепровского каскада и системы управления энергообъединением, удалось добиться, чтобы в тематику кредитования была включена и релейная защита ВЛ сверхвысокого напряжения

После проведения тендерных торгов, которые выиграла фирма SIEMENS, были закуплены:

1. 40 комплектов защит;
2. 4 испытательные установки фирмы "Omicron" типа СМС-156;
3. Мобильные компьютеры с соответствующим программным обеспечением для работы с защитами и испытательными установками;
4. Комплекты запасных частей к защитам для создания централизованного ремонтного фонда.

Кроме того, в объем контракта были включены перевод документации и ПО на русский язык и обучение персонала. После прохождения специальных курсов двум украинским специалистам фирмой Сименс было предоставлено право ввода защит в работу без участия представителей фирмы, что давало существенную экономию средств при внедрении защит.

Дальнейшая работа по внедрению новых защит велась и ведется сейчас при постоянной нехватке средств. Стремясь во время подписания контракта максимально сократить расход кредитных средств, в него не включили выплаты на проектирование, наладку, контрольный кабель, дополнительную аппаратуру, надеясь оплатить эти расходы из текущих средств объединения. Эти выплаты и стали основной причиной задержки внедрения защит.

Из-за этой задержки мы фактически потеряли бесплатное гарантийное обслуживание. Весь гарантийный срок защиты пролежали на складе и, хотя при получении устройств все они были тщательно проверены в лабораторных условиях, при возникновении неполадок после их установки на объектах ремонт будет производиться за наш счет.

После подписания контракта на основании представленной фирмой Сименс документации в Харьковском ЭСП был разработан типовый проект внедрения МП защит на ПС-750 кВ. По мере нашего ознакомления с устройствами и пересмотра принципов их взаимодействия с защитами серии ПДЭ-2000 в проект вносились изменения и сейчас от первого типового проекта мало что осталось. Эта работа продолжается и теперь, когда первые микропроцессорные защиты уже работают в составе существующего комплекса защит.

Одновременно с решением схемных вопросов шла разработка "Методики выбора уставок защит фирмы Сименс для высоковольтных линий электропередачи". В разработке принимали участие Харьковский ЭСП, службы релейной защиты НЭК "Укрэнерго" и Днепровской ЭС и Институт электродинамики НАН Украины. Особое внимание было уделено определению степени компенсации ДЗ нагрузки при однофазных к.з. на землю с большим переходным сопротивлением. "Методика..." прошла рецензирование в ОДУ Северо-Запада и энергосистемах Украины и была утверждена Советом специалистов РЗА в качестве руководящего материала для Украинских энергосистем. В соответствии с "Методикой..." в лаборатории анализа аварийных и

переходных режимов ИЭД НАН Украины создано программное обеспечение, позволяющее в значительной мере автоматизировать выбор уставок для защит, входящих в состав терминала 7SA513.

Теперь о составе и технических характеристиках приобретенных защит.

Каждый комплект защит состоит из 4-х устройств: защиты 7SA513, АПВ 7VK512 и двух УРОВ 7SV512.

7SA513 имеет в своем составе:

- трехступенчатую дистанционную защиту от всех видов к.з. с двумя дополнительными ускоряемыми ступенями и блокировками при качаниях и неисправности цепей напряжения;
- резервную токовую защиту с двумя ступенями от междуфазных к.з. и двумя – от однофазных к.з. на землю;
- аварийную токовую защиту, по составу аналогичную резервной, вводимую при исчезновении цепей напряжения;
- одноступенчатую защиту от высокоомных замыканий на землю с дополнительной резервной ступенью;
- защиту от включения на повреждение;
- защиту от повышения напряжения;
- АПВ одного выключателя, включающее ОАПВ, БАПВ и ТАПВ с возможностью контроля синхронизма, наличия или отсутствия напряжения линии или шин;
- УРОВ одного выключателя;
- устройство определения места к.з.;
- 4 независимых наборов уставок.

Некоторые функции защиты не могут быть применены у нас, т.к. построены по упрощенной схеме; некоторые нуждаются в дополнительной внешней "обвязке". Так, например, неприменима защита от повышения напряжения, поскольку она не имеет контроля стока реактивной мощности. Блокировка при неисправности цепей напряжения работает по наличию в цепях "звезды" $3U_0$ при отсутствии в защите тока $3I_0$, что при трехфазных к.з. или обрывах в цепях напряжения "звезды" может привести к отказу блокировки. Такую блокировку необходимо дополнять блокированием ДЗ сигнальными контактами быстродействующего автомата цепей напряжения.

Ускорение защит при АПВ и ручном включении по принятым у нас подходам выполняется с контролем отсутствия напряжения на линии, что защита не позволяет делать без дополнительных схемных решений. Полуавтоматическое включение линии не предусмотрено разработчиками защиты и также выполнено при помощи внешней логической схемы.

Поскольку в основной сети ОЭС Украины применяется схема первичной коммутации с двумя выключателями на присоединение, для второго выключателя было дополнительно закуплено устройство АПВ 7VK512. Выполненное в виде отдельного модуля, оно по функциям и алгоритму работы повторяет внутреннее АПВ защиты 7SA513.

Внутреннее УРОВ защиты 7SA513 неприменимо в нашей первичной схеме, т.к. защита включается на сумму токов выключателей, поэтому в комплект были включены два УРОВ 7SV512 – по одному на каждый выключатель. В составе 7SV512 имеются также функции защиты при непереключении фаз и защиты при к.з. в "мертвой зоне" между выносными ТТ и выключателем.

Микропроцессорные устройства защиты имеют широкие возможности по сохранению осциллограмм и регистрограмм аварийных событий. Все закупленные устройства имеют внутренние ЗУ для хранения осциллограмм аварийных процессов (объемом 10 с для 7SA513 и по 3 с – для 7VK512 и 7SV512), а также ЗУ для хранения сообщений аварийного и нормального режимов. В 7SA513 сохраняется информация о восьми последних случаях повреждения в сети, что позволяет провести подробный анализ событий. Осциллограммы и регистрограммы передаются из устройства защиты в ПК через последовательный интерфейс и могут быть визуализированы с помощью специального ПО.

Кроме последовательного интерфейса защиты также имеют возможность подключения к централизованному устройству сбора информации через оптоволоконный интерфейс. Такая схема работы исключает возможность потери информации о нескольких событиях, произошедших последовательно одно за другим, с чем нам уже приходилось сталкиваться. Кроме того, через системный интерфейс возможно изменение уставок защиты и считывание параметров нормального режима (величин токов, напряжений и т.д.), что позволяет использовать измерительные органы защиты в качестве датчиков информации для оперативного персонала. Ограниченность кредитных средств не позволила в свое время закупить фирменное оборудование для организации сети сбора информации уровня подстанции, сейчас же можно рассчитывать только на отечественных разработчиков. Одним из путей решения этой проблемы может быть разработка адаптеров, позволяющих связать микропроцессорные защиты с регистраторами аварийных процессов, имеющимися на наших объектах, таких как 'Регина' и 'Рекон'.

Одна из важных проблем, возникающая при эксплуатации МП устройств РЗА на объектах СВН - проблема электромагнитной совместимости. По сообщениям на Московской конференции "Релейная защита и автоматика энергосистем-2000" уровень помех на двоичных входах МП защит может достигать 80 В, что при малом потреблении двоичных входов может вызвать их ложное срабатывание.

Так, при установке МП защит фирмы "SIEMENS" на ТЭЦ-12 ОАО "Мосэнерго" по проекту, выполненному институтом "Атомэнергопроект", требования ЭМС не были учтены и это привело к тому, что из-за помех уже более двух лет защиты не введены в работу и включать их собираются без дискретных сигналов. Вследствие помех, только за период с августа по декабрь 1999 года там зарегистрировано более 400 ложных информационных сигналов по дискретным и аналоговым входам.

Похожая ситуация была в ОАО "Мосэнерго" и с защитами фирмы "ABB": 22 ноября 1999 г. на ТЭЦ-20 имели место 2 случая ложной работы МП терминалов РЗ генератора ТГ-4 типа REG 316*4 и SPAD-346С. Отключения были вызваны помехами на дискретных входах, пришедшими от РЗ системы возбуждения и технологических защит. При проектировании и наладке защит фирмой "АББ Реле-Чебоксары" не учитывались требования ЭМС.

В описанных случаях напряжение срабатывания двоичных входов было установлено 12 и 16 В соответственно, т.е. при указанном уровне помех ложные срабатывания двоичных входов неизбежны. В защитах фирмы Сименс при помощи удаления специальных перемычек на платах можно поднять напряжение срабатывания двоичных входов до 65 В, а для некоторых типов защит - и до 160 В. Наш опыт показывает, что при соблюдении необходимых мер ЭМС ложных срабатываний можно избежать. На ПС 3.Украинская по ВЛ-750 кВ Альбертирша с 1992 г. эксплуатируется защита 7SA502, на ПС-400 кВ Мукачево-400 кВ по ВЛ Капушаны и Шайосегед в 1998 г. были установлены защиты 7SA513, на Днестровской ГЭС несколько лет в качестве защиты трансформатора используется 7SA511. Ни одного случая ложного срабатывания защит из-за помех нами зафиксировано не было.

При разработке проекта внедрения МП защит на наших объектах Украинским ЭСП были учтены рекомендации фирмы Сименс о применении на объектах свыше 110 кВ экранированного контрольного кабеля. Кроме того, в 7SA513 на двоичных входах удалены перемычки, а на двоичных входах 7VK512 и 7SV512 устанавливаются делители, обеспечивающие напряжение срабатывания около 165 В. Мы надеемся, что такие меры позволят избежать ложных срабатываний защит из-за помех.

Первые 3 комплекта защит были установлены на ПС-750 кВ Винницкая зимой 1999 г. с действием на сигнал. За прошедшее время произошло несколько срабатываний защит, при анализе которых были обнаружены ошибки в выборе уставок и задании параметров настройки защиты 7SA513.

Так, 14 июня 2000 г. в 16⁵¹ при ручном включении ВЛ-750 кВ Винницкая – Зап.Украинская защита от высокоомных замыканий на землю сработала на отключение 3-х фаз. При анализе выяснилось, что защита сработала по цепи ускорения при ручном включении из-за большой (порядка 30 мс) разновременности включения фаз выключателя. Для избежания подобных случаев время ускорения в.о. защиты было увеличено с 0,04 с до 0,1 с.

4 июля 2000 г. в 22⁰⁸ во время урагана аварийно от защиты ПДЭ-2003 отключалась ВЛ-750 кВ Винницкая – Зап.Украинская. При анализе осциллограмм выяснилось, что сначала возникло к.з. ф.А и затем через 0,52 с в цикле ОАПВ из-за падения опор повредились и были доотключены остальные фазы. К работе отечественных защит замечаний не было, однако защита 7SA513 перешла на доотключение 3-х фаз уже на 55-й мс. При разборе этого случая мы в полной мере оценили возможности новых устройств. Электронная осциллограмма, записанная защитой 7SA513 на объекте, была передана в НЭК и мы получили возможность многократно воспроизводить аварийные параметры с помощью испытательной установки СМС-156, меняя при этом уставки и параметры настройки защиты. В результате обнаружилось несовершенство алгоритма селекции фаз при 1-фазных к.з. защиты от высокоомных к.з. на землю. Селекция фаз осуществляется сравнением положения по фазе токов прямой и обратной последовательностей и соотношения модулей обеих составляющих. Фазой с к.з. является та, где система обратной последовательности и система прямой последовательности совпадают по фазе с погрешностью 25° и амплитуды токов прямой и нулевой последовательностей незначительно отключаются друг от друга. Фазный селектор имеет время действия 20 мс, если за это время селектор не обнаружил поврежденную фазу, то производится трехфазное отключение. Как вынужденное решение было введено блокирование защиты от высокоомных к.з. на землю при пуске дистанционной защиты.

На сегодняшний день комплекты микропроцессорных защит фирмы Сименс на базе защиты 7SA513 установлены на ПС-750 кВ Винницкая по 3-м ВЛ-750 кВ, на ПС-750 кВ Североукраинская по ВЛ-750 Курская АЭС. Монтажно-наладочные работы ведутся сейчас на ПС-750 кВ Зап.Украинская (2 ВЛ-750), Запорожская (3 ВЛ-750) и на ЧАЭС. Нерешенным пока остается вопрос о замене основной в.ч. защиты ВЛ, аналога которой нет у западных производителей, а о возможности использования в качестве основной защиты 7SA513 или других МП защит на дистанционном принципе можно будет говорить после накопления достаточного опыта их эксплуатации. Работы по переоснащению РЗА системообразующей сети Украины будут продолжены и в дальнейшем.