

Релейная защита – проблемы и перспективы

А.Ф. Абдюкаева, к.т.н., М.Б. Фомин, к.т.н., Е.М. Асманкин, д.т.н., профессор, Ю.А. Ушаков, д.т.н., профессор, Д.С. Федотов, инженер, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Сравнительно недавно в энергетике стало массово внедряться новое микропроцессорное оборудование для защиты объектов энергоснабжения, реализованное на компьютерных технологиях. В профессиональной терминологии электротехнической сферы оно получило название «Микропроцессорное устройство релейной защиты», сокращённо МУРЗ [1].

Естественно, переход от устройств релейной защиты прошлого поколения на микропроцессорный уровень основан на развитии и внедрении функций, превосходящих прежние серийные алгоритмы и позволяющих осуществлять как регистрацию процессов аварийного состояния, так и опережение отключения синхронных потребителей при нарушении устойчивости сети. Причём одним из значимых и реально востребованных плюсов микропроцессорных устройств являются их малые габариты.

Сравнение многофункциональных МУРЗ и однофункциональных электромеханических устройств релейной защиты нельзя категорировать как процедуру объективную, поскольку эти устройства являются представителями разных лиг [2].

Электромеханические реле эксплуатировались не один десяток лет, и их конструкция не претерпела принципиальных изменений на протяжении всего производственного периода. Собственно, развитие электромеханических устройств прекратилось в результате утвердившейся концепции тотальной автоматизации производства. На каком-то этапе основные мировые производители полностью прекратили выпуск электромеханических реле, не оставив технического выбора энергокомпаниям, которые были вынуждены либо продлять срок эксплуатации электромеханических устройств, либо переходить на процессорное обеспечение, меняя «хорошее на новое».

Необходимо отметить, что опыт эксплуатации МУРЗ не велик, но сравнение их с прошлым поколением устройств релейной защиты неизбежно во всём технологическом спектре, где основным критерием является надёжность. Электромеханические реле вот уже в течение 40 лет не создавали отрицательных предпосылок к их усовершенствованию и модернизации. В этой связи была чётко и функционально отработана как схема технического обслуживания, так и технология пролонгирования гарантийного срока эксплуатации. Несмотря на маркетинговый ход производителей, связанный с акцентированием на полном отсутствии подвижных элементов в конструкции МУРЗ, что, несомненно, выставляет их в выгодном свете по сравнению с электромеханическими реле, все-таки размещение всех основных элементов микропроцессорных устройств на одной плате не даёт однозначных плюсов [3, 4].

Любой инженер чётко понимает, что чем больше дополнительных функций несёт устройство, тем выше плотность монтажа микроэлементов. При этом плотность монтажа на такой плате может быть настолько высока, что выход из строя одного из элементов приведёт к разбалансировке интегральной функции при невозможности поиска неисправности и нецелесообразности реализации ремонтных операций с такой уже бесперспективной платой.

Кроме того, тепловой режим работы электронных компонентов экстремализуется и заметно сокращается их срок службы – далее, как следствие, неминуема выбраковка и замена разрушенной платы новой. Учитывая уровень цен и динамику их рыночного роста, можно понять незаинтересованность производителя в ремонте таких изделий и полную блокаду технической документации, позволяющей ознакомиться с принципиальными схемами или реализовать локальное ремонтное производство. Важно отметить, что очень серьёзного внимания требует решение вопроса электро-

магнитной совместимости микроэлементов между собой и её влияние на правильную работу системы, а также и входящие в состав релейной защиты электролитические конденсаторы импульсных блоков питания, которые в связи с данной причиной могут терять свои свойства, герметичность, создавать протечки электролита, разрушающего медные дорожки плат [5].

Микропроцессорная защита представляет из себя высокотехнологичную дорогостоящую систему. Как в этой связи показывает статистический анализ, порядка 60% отказов и функциональных сбоев устройств РЗА в России связано с ошибками технического персонала, что, конечно же, предполагает повышение квалификационных требований к специалистам по РЗА, а также расширение сферы исследований, посвящённых изучению причин и видов подобных ошибок. Разумеется, кроме этого, речь идёт о методах и средствах, повышающих надёжность результатов работы персонала. Интересным является тот факт, что в западных странах аналогичные проблемы решают тривиальным недопуском персонала, обслуживающего энергообъекты, к релейной защите. Настройки и проверку устройств РЗА ведут специально подготовленные представители фирм-изготовителей, что, как следствие, ещё больше повышает эксплуатационную стоимость МУРЗ. Кроме того, существенные средства выделяются предприятиями на обслуживание микропроцессорных устройств, для чего приобретаются дорогостоящие приборы, оборудование, программное обеспечение, а также привлекаются специалисты с соответствующей профильной квалификацией.

Борьба за заказчика довольно жёсткая, поскольку многочисленные производители МУРЗ, начиная от крупных игроков «Toshiba» и «Siemens» до узко специализированных, таких, как «Экра», «Мехатроника», «РАДИУС Автоматика» и «Релематика», предоставляют заказчику возможность широкого выбора требуемых устройств с адекватным функциональным обеспечением. К сожалению, большой вопрос – он же недостаток современного производства МУРЗ в том, что заказчику требуется унифицированное оборудование, исключающее необходимость подмены функциональными блоками одних МУРЗ другими или полной замены на новый комплект не от другого производителя. Подобная практика на действующих подстанциях считается неприемлемой в связи с возникающими сложностями, вызванными большим разнообразием форм и размеров выпускаемых на сегодняшний день устройств.

Как показывает функциональный анализ режимной реализации электромеханической релейной защиты, величины тока и величины напряжения в сети вполне достаточно для контроля и, при отклонении их параметров, подачи на цепь управления сигнала, отключающего сетевую функ-

цию. Микропроцессорные устройства на основании аналогового анализа выдают и запоминают ещё целый ряд дополнительных показателей, таких, как причина отключения, время и дата отключения, векторная диаграмма, длительность аварийной ситуации и другие, в зависимости от набора функций МУРЗ. Инженеры и исследователи отмечают ещё одно значимое преимущество – высокая точность измерения. Аналоговые приборы позволяют измерить величину с установленной погрешностью, но при том условии, что приборы служат не один десяток лет и их точность снижается. При цифровой технологии на дисплее терминала указываются точные значения электрических величин, а также предполагается возможность объединения аппаратных устройств в единую систему. Подобной системой является SCADA, представляющая собой программно-аппаратный комплекс, при помощи которого можно контролировать режим работы оборудования различных объектов, в том числе электроустановок. Синхронизация систем SCADA подстанций с диспетчерским пунктом позволяет дежурному диспетчеру своевременно фиксировать возникшие аварийные ситуации и контролировать процесс переключений оперативным персоналом [6].

В настоящее время при реконструкциях подстанций практикуются комбинированные варианты систем защиты, когда основой схмотехнического решения является МУРЗ, а для реализации схемы дублирования используются электромеханические реле. Эта экономически обоснованная, но временная мера является предпосылкой к технологически полноценному переходу на цифровые технологии, обеспечивающие диспетчеру считывание полного спектра данных о работе РЗА подстанции без разбалансирования цикла взаимодействия систем и потери их надёжности. Как показывает прогноз, в период от 10 до 15 лет, после того как электромеханические реле отработают свой ресурс, произойдёт окончательное переоборудование производственных мощностей на цифровое обеспечение защитных систем.

По мнению практических инженеров, переход на цифровые технологии является мероприятием очень дорогостоящим и не всегда уместным, тем более на присоединениях в интервале напряжения 6–10–35 кВ, где не требуется большая многофункциональность микропроцессорной защиты. С другой стороны, высокая точность и чувствительность измерений с высокой достоверностью отчётности о работе могут значимо повысить качество передаваемой электроэнергии, поскольку диапазон функциональности МУРЗ раскрывается и может быть оценён потребителем только на присоединениях высокого напряжения.

Мировая наука чётко указывает на прогрессивность развития микропроцессорных устройств релейной защиты по всем направлениям энергетики. И желательно, чтобы декларируемая произ-

водителями высокая надёжность этих устройств, несомненно, соответствовала бы действительности, поскольку всегда находится прецедент, дающий повод стремиться к следующему, более высокому качественному уровню.

Необходимо иметь в виду, что внедрение микропроцессорных технологий в электроэнергетическую отрасль целесообразно и обосновано множеством неоспоримых преимуществ, но при реконструкции подстанций требуется комплексный подход, в основе которого лежат такие организационно-производственные мероприятия, как дооснащение дополнительной технологической автоматикой, обеспечивающей бесперебойное функционирование МУРЗ; формирование фонда новейшего оборудования для проведения качественного технического обслуживания МУРЗ; обучение персонала РЗА и оперативного персонала на курсах повышения квалификации по специфике технического обслуживания конкретного проектируемого оборудования;

С 2001 г. были внедрены первые микропроцессорные устройства (терминалы защит): серии 10 кВ НПП Прозл – защита шин, регистратор АУРА ООО «Свей» – предназначен для измерения и контроля параметров нормального и аварийных режимов работы оборудования, ОМП ИМФ – Зр ЗАО «РАДИУС Автоматика» – индикатор микропроцессорный фиксирующий – предназначен для непосредственного определения расстояния до места короткого замыкания на воздушных линиях электропередачи.

В настоящее время процент внедрения статических устройств РЗА по всему объединению «Оренбургэнерго» 14,14%; в энергетике г. Оренбурга релейного оборудования 96,7% и только на отдельных объектах, примером которых являются подстанции Ростоши, Аэропорт, Кардонная, Южная и Береговая, реализуется цифровая технология релейной защиты.

Кроме того, необходимо отметить положительный эффект и от эксплуатации гибридных

технологий, реализуемых на сегодняшний день на подстанциях в посёлках Степной и Южный города Оренбурга, а также обслуживающих подстанции Инвертор и Шёлковая.

Финансовый аспект и формирование фонда ЗИП МУРЗ по определённому перспективному перечню создания интегрального комплекса релейной защиты с реконструкцией подстанции подразумевает инвестирование, сопоставимое с экономической эффективностью.

Персоналу, обслуживающему любой блок микропроцессорной защиты, следует хорошо представлять все слабые стороны таких устройств и уметь корректировать их работу.

Литература

1. Абдокаева А.Ф., Казачков И.А. Применение секционного трансформатора в системах устройств защиты и автоматики // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. / Отв. ред. Ю.А. Ушаков. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2015. С. 237–241.
2. Абдокаева А.Ф., Пегов А.В. Применение реклоузеров напряжением 35кВ // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. / Отв. ред. Ю.А. Ушаков. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2015. С. 187–192.
3. Ушаков Ю.А., Петров А.С., Бородин И.А. Перспективы применения гибридных систем электроснабжения на базе альтернативных источников энергии // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. / Отв. ред. Ю.А. Ушаков. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2017. С. 105–110.
4. Реймер В.В., Косарева Ю.И. Перспективы развития релейной защиты // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. / Отв. ред. Ю.А. Ушаков. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2015. С. 222–224.
5. Асманкин Е.М. К вопросу целесообразности терморезервирования при использовании низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоёв Земли / Е.М. Асманкин, И.А. Рахимжанова, И.Н. Дементьева, Р.М. Ибрашев // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. / отв. ред. Ю.А. Ушаков. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2015. С. 36–38.
6. Асманкин Е.М. К использованию гидроветропеллоэнергетической установки для энергообеспечения удаленных объектов / Е.М. Асманкин, М.Б. Фомин, В.Ю. Бибарсов, И.А. Чуйков // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. / отв. ред. Ю.А. Ушаков. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2014. С. 54–59.