

Т.Р. Даянов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 000 «Центр Инновационных Технологий – Э.С.» (Саратов, Россия).

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ

Наша компания разрабатывает и серийно производит оборудование для электрохимической защиты (ЭХЗ) подземных сооружений и трубопроводов, а также систем автоматизации, дистанционного контроля и управления. История создания компании берет свое начало в 2002 г., когда была организована группа по созданию оборудования ЭХЗ нового поколения.

В 2002 г. был разработан преобразователь для катодной защиты ПКЗ-АР, в котором впервые в России был применен модульный принцип построения станций катодной защиты (СКЗ), на который был получен патент.

Применение модульного принципа позволило существенно повысить качество защиты сооружений, снизить энергопотребление, увеличить надежность и упростить техническое обслуживание преобразователей. Также применение модульного принципа построения СКЗ позволило производить наращивание мощности СКЗ и ее ремонт без ее демонтажа и полной замены. Уже в 2004 г. был налажен серийный выпуск преобразователей ПКЗ-АР, которые успешно выпускаются по сей день и распространены по всей стране.

Начиная с 2002 г. предприятие выпустило более 15 модификаций преобразователей ПКЗ-АР, в каждой из которых мы старались что-то улучшить и сделать более функциональным и надежным.

Наше предприятие предлагает полную линейку номиналов преобразователей ПКЗ-АР мощностью от 0,1–5 кВт и выходными напряжениями 12–96 В. Таким образом, мы

охватываем все возможные пожелания наших клиентов.

Интенсивное развитие цифровой техники, особенно в последние 10–20 лет, выявило новые возможности реализации некоторых технических решений. Применение современных программируемых контроллеров позволило максимально переместить функциональное наполнение оборудования из аппаратной части в программное, а также дало возможность легко вводить дополнительные функции без необходимости полной или частичной замены оборудования.

При этом стоит отметить, что не все функциональные узлы преобразователей имеет смысл реализовать в виде программ. В первую очередь это относится к функциям автоматической стабилизации рабочих параметров.

Возьмем, к примеру, одну из важнейших функций СКЗ – функцию поддержания защитного потенциала. Развитие цифровой техники подталкивает разработчиков СКЗ к применению цифровых обратных связей при реализации данной функции. В СКЗ это реализуется следующим образом: выполняются нормализация и измерение текущего значения защит-

ного потенциала, его оцифровка, применяется автоматический регулятор и на силовой источник питания выдается цифровой сигнал управления. В случае модульного исполнения СКЗ передача сигнала управления осуществляется по цифровому каналу связи RS485 к каждому силовому модулю отдельно. На прохождение перечисленных процессов тратится довольно много времени, что существенно ухудшает качество поддержания потенциала, особенно в условиях быстро меняющихся блуждающих токов.

Технические требования к преобразователям катодной защиты не содержат каких-либо критериев, обязывающих разработчиков делать СКЗ с требуемым откликом на внешнее изменение потенциала. В настоящий момент регламентируется только время выхода на рабочий режим при включении СКЗ – не более 10 с. Данное время и принимается разработчиками как постоянная времени СКЗ.

Скорость изменения потенциала в зонах блуждающих токов может быть значительно выше, и чтобы потенциал сооружения не уходил в зону «незащиты» или даже в знакопеременную зону, необхо-



димо, чтобы время реакции СКЗ на внешнее возмущение было на порядок или даже на два порядка меньше.

Еще одна сторона вопроса – это наличие переменной составляющей на трубопроводе. Несмотря на то что, согласно требованиям, величина переменной составляющей регламентирована, на практике это выполняется не всегда и, к примеру, при пересечении с высоковольтными линиями на трубопроводе может наводиться достаточно высокий уровень помех.

Это приводит к тому, что для подавления помех на измерительных входах СКЗ разработчикам приходится вводить «тяжелые» фильтры, что, в свою очередь, дополнительно снижает скорость реакции СКЗ на внешние воздействия.

При разработке преобразователя ПКЗ-АР мы постарались учесть все перечисленные моменты. Во-первых, для поддержания параметров в СКЗ применяется двойная обратная связь – цифровая и аналоговая, а также двойное цифроаналоговое управление силовыми модулями.

При этом основная аналоговая обратная связь является быстродействующей и позволяет ускорить время реакции СКЗ на изменение потенциала до 2,0 мс, но при этом она недостаточно точна. Аналоговая обратная связь также позволяет функционировать без насыщения от действия помехи амплитудой до 5 В.



В случае воздействия переменной составляющей более 5 В дополнительно включается фильтр.

Вторая цифровая обратная связь является более медленной и предназначена для обеспечения требуемой точности стабилизации параметра и выполнения помодульной диагностики силовых блоков.

Кроме того, цифровая обратная связь позволяет преобразователю ПКЗ-АР поддерживать потенциал не только по электроду сравнения, установленному в точке дренажа, но и с дополнительных электродов сравнения, установленных в требуемых точках и соединенных с СКЗ либо проводной связью, либо посредством беспроводных линий связи. Это позволяет сформировать систему катодной защиты, отсле-

живающую потенциал как в точке дренажа, так и на границах зоны защиты. При этом быстрая стабилизация выполняется по основному датчику, а более медленная корректировка потенциала будет осуществляться по дополнительно подключенным датчикам. Система является самонастраиваемой и регулирует выходную мощность катодной станции таким образом, чтобы на границах зоны защиты станции потенциал не опускался ниже допустимого значения, а в точке дренажа не поднимался выше потенциала, при котором начинается процесс выделения водорода. Система, построенная таким образом, разработана специалистами нашего предприятия и позволяет повысить эффектив-

ность защиты сооружения на всем его протяжении с учетом изменения погодных условий, состояния грунта, старения изоляционного покрытия.

Для проводного подключения дополнительных датчиков потенциала наше предприятие выпускает преобразователи потенциала ПП-ЦИТ-ЭС, позволяющие проводить измерения суммарного или поляризационного потенциалов и передавать их значения по цифровому (RS485) или аналоговому (4–20 мА) каналам либо в преобразователь ПКЗ-АР, либо в системы линейной телемеханики.

Для беспроводного подключения дополнительных датчиков потенциала выпускается дистанционный измеритель потенциала ДИП-ЦИТ-ЭС. Он измеряет суммарный и поляризационный потенциалы и передает их значения по каналам GSM/GPRS либо в преобразователь, либо в системы телемеханики. Основное отличие ПП-ЦИТ-ЭС от ДИП-ЦИТ-ЭС заключается в том, что ДИП работает в автономном режиме, соответственно, регулировка потенциала выполняется реже.

Кроме того, стоит отметить такую функциональную особенность преобразователя ПКЗ-АР, как возможность работы в многоканальном режиме. Данная функциональная особенность заложена уже в базовом варианте СКЗ. Для того чтобы разделить выход преобразователя на несколько независимых выходов, требуется только разделить силовые выходы каждого модуля и подключить к ним индивидуальные нагрузки.

Преобразователи ПКЗ-АР обеспечены полным комплексом защит от внешних электрических воздействий – от грозозащиты по цепям питания, нагрузки и измерения, встроенная электронная защита – от плавных перенапряжений, защита от коротких замыканий или обрыва по цепи нагрузки или по измерительным цепям МСЭ или ДП. Каждая из защит играет опреде-

ленную роль, поэтому и характер срабатывания отличается: это может быть полное отключение СКЗ от работы либо временный переход в режим защиты с автоматическим восстановлением нормальной работы. При срабатывании узла грозозащиты вводный автомат защиты сети отключается. При плавном увеличении напряжения питания узел грозозащиты не сработает – в этом случае отработает узел электронной защиты, отключающий силовые модули на время, пока напряжение питания не нормализуется.

Короткое замыкание или обрыв в цепи нагрузки для ПКЗ-АР являются легким режимом, не вызывающим перегревов либо каких-то неисправностей. Также ПКЗ-АР может долгое время функционировать в режиме коммутации нагрузки.

Модульная конструкция ПКЗ-АР обеспечивает «горячее резервирование», позволяющее работать ей при выходе из строя модулей, поддерживая требуемый уровень защитного потенциала, в то время как оставшиеся в работе силовые модули обеспечивают требуемую мощность на выходе СКЗ.

Отметим, что все более широкое применение у потребителей находит еще один подход к повышению надежности – это «холодное резервирование» на уровне силовых модулей или даже отдельных катодных станций. При этом есть два варианта исполнения по размещению:

- установка двух СКЗ, каждая из которых расположена в отдельном шкафу;
- установка двух СКЗ, при которой обе станции расположены в одном шкафу.

Оба этих подхода реализованы в различных модификациях станций ПКЗ-АР.

Следует также отметить, что для обеспечения резервирования на уровне станций, как правило, используется блок автоматического включения резерва, отключающий одну станцию и включающий

другую. Такое решение не может рассматриваться как оптимальное хотя бы потому, что блок включения резерва – тоже электронное устройство, причем силовое, и оно тоже может выйти из строя. Перспективным является решение функции резервирования схемотехническими и программными приемами, заложенными в каждой станции. Например, в ПКЗ-АР для обеспечения резервирования необходимо только соединить станции двухпроводным кабелем. Выбор основной станции происходит автоматически при включении питания ПКЗ-АР. Переключение резервных силовых модулей или переключение на резервную СКЗ происходит при выполнении определенного комплексного условия. После включения в работу резерва ПКЗ сообщает по каналу связи о его включении. При этом для любого исполнения резервирования неисправный модуль гальванически отключается от сооружения и от питающей сети, а неисправная станция отключается от цепей измерения потенциала. По модульному принципу построены преобразователи для дренажной защиты (ПДЗ), также выпускаемые нашим предприятием с 2013 г. Силовые модули для дренажной защиты построены на основе инверторного преобразователя тока и обеспечивают выходные токи на уровне до 500 А. В выключенном состоянии дренаж ПДЗ может работать как поляризованный дренаж. При разработке данной станции была решена серьезная инженерная задача, связанная с противоречивыми требованиями, – преобразователь должен обладать высоким КПД и одновременно выдерживать большие перегрузки при всплесках напряжения в тяговой сети рельсового электротранспорта.

Все выпускаемые преобразователи ПКЗ-АР и ПДЗ спроектированы с учетом возможности удаленного мониторинга и управления по различным каналам, в том числе по цифровому каналу RS485, ана-



логовым каналам 4–20 мА, каналу GSM/GPRS. Есть возможность управления уставками и режимами работы, удаленного отключения преобразователя.

Для мониторинга предоставлены все возможные параметры преобразователя, начиная с рабочих параметров (токи, напряжения), показаний счетчиков электроэнергии и наработки, заканчивая помодульной диагностикой и полным набором аварийных состояний (вскрытие, режимы «свой – чужой», выходы за пороговые значения и переходы на резерв).

В преобразователях встроен самописец для автономной кольцевой записи всех параметров во встроенную память для дальнейшего считывания по каналам телеметрии. Самописец позволяет производить запись данных с частотой до 1 с и объемом хранения до 8182 записей. Опционально преобразователи ПКЗ-АР могут включать режим генерации частоты 100 Гц на со-

оружие для совместной работы с трассопоисковыми детекторами. Выпускаемые предприятием поляризованные дренажи БДЗП также оснащены дополнительным реостатным звеном для обеспечения возможности регулировки при небольших токах. Для проведения измерения параметров дренажа в шкаф дополнительно установлены амперметр тока дренажа, вольтметр для измерения напряжения «рельс – земля» и «рельс – труба», а также вольтметр для измерения уровня защитного потенциала.

Для установок дренажной защиты, в которых отсутствует сетевое питание, разработан и серийно выпускается блок телемеханики БТМ «Дренаж» с автономным питанием. Блок питания имеет экономичный «спящий» режим, позволяющий значительно увеличить время работы даже при недостаточном заряде аккумулятора. При полном отсутствии заряда блок телемеханики обеспечивает в течение 2 лет 1 сеанс связи в сутки. Используется

канал связи GSM/GPRS. При этом блок производит автоматические замеры рабочих параметров с записью в память устройства и последующим считыванием архива по каналам связи.

Еще одним примером использования возможностей, предоставленных современным уровнем развития техники, может служить система телемеханики СТМ-ЦИТ-ЭС, созданная специалистами ООО «ЦИТ-Э.С.» и эксплуатируемая в различных ее модификациях на промышленных объектах транспортировки и распределения газа.

Система СТМ-ЦИТ-ЭС включает в себя программно-аппаратные средства диспетчерского пункта – программные продукты «Феникс-сервер» и «Феникс-клиент», а также персональные компьютеры серверных и клиентских рабочих мест (АРМ). Также есть возможность подключения к системе телемеханики с помощью встроенного web-сервера. Отсутствует необхо-

димось подготовки клиентских рабочих мест пульта диспетчера, установки и настройки специального программного обеспечения. В качестве клиентского ПО выступает стандартный web-браузер, для работы с мобильных устройств имеется мобильная облегченная версия.

Доступ к системе осуществляется после ввода имени пользователя и пароля, по которым система идентифицирует уровень доступа к данным и управлению.

Имеются широкие возможности интеграции СДМУ «Феникс» в системы более высокого уровня. Для этого реализован встроенный OPC-сервер, обеспечивающий обмен данными. В системе используется открытый протокол, и доступ к объектам управления напрямую может осуществляться из других систем телемеханики по каналу GSM по протоколу Modbus TCP/RTU.

#### АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ СТМ-ЦИТ-ЭС ВКЛЮЧАЕТ:

- блок интерфейсов (БИН), в который входит набор необходимого количества GSM-модемов для связи с объектами. Подключается к серверному оборудованию системы посредством сети Ethernet;
- резидентные средства, установленные на объектах. Встроенные в катодные станции собственного производства (ПКЗ-АР) средства телемеханики – контроллер и блок модема;
- блок телемеханики БТМ-ЦИТ-ЭС, предназначенный для совместной работы с катодными станциями других производителей. БТМ-ЦИТ-ЭС представляет собой законченный блок с встроенным сотовым модемом и контроллером для измерения параметров катодной защиты, а также управления работой катодной станции;
- дистанционный измеритель потенциалов ДИП-ЦИТ-ЭС, в случае если он работает отдельно от СКЗ и передает значения потенциалов напрямую в СДМУ;

- блок телеметрии БТМ «Дренаж». Программное обеспечение рассчитано на круглосуточное функционирование. Серверное ПО производит стыковку с конечным оборудованием, выполнение запросов данных, архивацию данных, формирование сигналов и аварийных событий, отвечает за разграничение прав пользователей и стыковку с различными системами.

ПО клиентов обеспечивает основной интерфейс работы для пользователей, такой как отображение текущих параметров, управление, работа с объектами, отображение объектов в виде различных мнемосхем или на карте местности. Также клиент в соответствии с правами пользователя выполняет настройку объектов и системы в целом.

Большую работу наша организация провела в части увеличения точности и достоверности измерения параметров ЭХЗ, в частности измерения поляризационных потенциалов. Нашими специалистами при активной поддержке службы ЭХЗ «Саратовоблгаз» и «Саратовгаз» были проведены более тщательные исследования процессов, происходящих при измерении поляризационного потенциала на фоне блуждающих токов. Было установлено, что при амплитуде периодической помехи более 3 В традиционные способы фильтрации переменной составляющей применимы, если измеритель не является составным звеном в цепи обратной связи автоматического регулятора потенциала и от него не требуется большого быстродействия, как, например, в переносных приборах диагностики, таких как ПКИ-02 или «Орион», что является неприемлемым для измерителя, встроенного в станцию катодной защиты. Поэтому для измерителя, встроенного в ПКЗ-АР, был применен прием синхронизации процесса измерения с минимальным значением переменной составляющей помехи. Данное техническое

решение показало устойчивость к помехам в диапазоне амплитуд 0,1–12 В и диапазоне частот 20–400 Гц. Эффективность решения была подтверждена на реальных объектах газопровода в Саратовской области.

В настоящее время наше предприятие серийно выпускает прибор комплексной диагностики ПКД-ЦИТ-ЭС, в котором учтены результаты вышеупомянутых исследований, а также все пожелания потребителей. Прибор ПКД-ЦИТ-ЭС позволяет проводить измерение основных параметров СКЗ (ток, напряжение, суммарный потенциал, поляризационный потенциал) в реальном времени и в режиме регистратора с привязкой к времени, дате, определенной точке или адресу, автоматически определять координаты точек замера по GPS/ГЛОНАСС. Также прибор имеет возможность опроса и управления параметрами станций катодной защиты ПКЗ-АР по каналам GSM. Поддерживаются типы опросов по SMS, CSD и GPRS. В заключение хотелось бы отметить, что традиционно остаются перспективными все технические решения, направленные на снижение количества электроэнергии, потребляемой оборудованием ЭХЗ в ходе его эксплуатации, повышение надежности функционирования и функциональности систем телемеханизации, внедрение SCADA-систем и уменьшение влияния человеческого фактора при работе систем и средств ЭХЗ.



ООО «ЦИТ-ЭС»  
410010, РФ, г. Саратов,  
1-й Пугачевский пос., д. 44б  
Тел.: + 7 (8452) 69-21-96  
E-mail: kom@cit-es.ru  
www.cit-es.ru