



к.т.н. А. А. Алексеев, В. А. Алексеев, А. И. Морозов

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНТРОЛЛЕРОВ ПРОТИВОАВАРИЙНЫХ ЗАЩИТ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Приводится обоснование рационального функционального резервирования противоаварийных защит в системах автоматизации (СА) объектов магистрального трубопроводного транспорта. Для резервирования функций автоматических противоаварийных защит предлагается использовать контроллер противоаварийных защит распределенной структуры, обеспечивающий существенное повышение надежности выполнения этих функций при незначительном увеличении стоимости СА.

Требования к системам противоаварийных защит взрывоопасных промышленных объектов изложены в нормативном документе Федерального уровня **ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»**, разработанные в соответствии с Федеральным законом от 21.07.97 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

В соответствии с этими Правилами, для взрывоопасных технологических процессов должны предусматриваться системы противоаварийной автоматической защиты (СПАЗ), «предупреждающие возникновение аварийной ситуации при отклонении от предусмотренных регламентом предельно допустимых значений параметров процесса во всех режимах работы и обеспечивающие безопасную остановку или перевод процесса в безопасное состояние по заданной программе».

Для систем противоаварийной автоматической защиты предусматривается применение микропроцессорной техники.

В соответствии с п. 3.11. ПБ 09-540-03 «Системы противоаварийной автоматической защиты, как правило, включаются в общую систему управления технологическим процессом». В то же время «нарушение работы системы управления не должно влиять на работу системы ПАЗ» (п. 6.3.3).

Таким образом, микропроцессорные системы автоматизации технологических процессов должны включать в свой состав СПАЗ как автономную подсистему, сохраняющую способность автоматически выполнять функции противоаварийной защиты при отказе любой другой подсистемы или устройства СА, в том числе, при нарушении вычислительного процесса в центральном контроллере, реализующем основные алгоритмы работы СА.

Технологические процессы, протекающие на взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производствах, характеризуются большим числом управляемых и регулируемых технологических параметров, высокими требованиями к быстродействию контуров регулирования и управления. В связи с этим, в СА таких процессов и объектов выделяется СПАЗ в отдельную автономную подсистему, наделенную функционально независимой от работоспособности СА по другим функциям, является обязательным требованием. Системы ПАЗ таких производств строятся на базе контроллеров противоаварийных защит (КАЗ) с чрезвычайно высокими требованиями к их надежности и производительности.

Требования к КАЗ в России не стандартизованы. Согласно п. 6.3.1. Правил ПБ 09-540-03 «надежность и время срабатывания систем противоаварийной автоматической защиты определяются разработчиками СПАЗ с учетом требований технологической части проекта. При этом учитываются категория взрывоопасности технологических блоков, входящих в объект, и время развития возможной аварии». Обоснованная оценка технических требований к КАЗ представляет в каждом конкретном проекте достаточно сложную научно-техническую задачу. Поэтому в проект закладываются контроллеры с наиболее высокими характеристиками, сертифицированные как контроллеры противоаварийных защит по европейским стандартам и положительно зарекомендовавшие себя в мировой практике. Например, такие как контроллер

ПАЗ – Fail-Safe Controller (FSC) фирмы Honeywell с 4-х кратным резервированием процессора, сертифицированный немецкой компанией TÜV по классу AK6 SIL3 стандарта DIN V19250.

Объекты магистрального трубопроводного транспорта, такие как нефтеперерабатывающие станции (НПС), перекачивающие станции (ПС) нефтепродуктов, резервуарные парки и т.п. также являются взрывопожароопасными. Однако, в отличие от объектов нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, среды функционирования систем автоматизации этих объектов, основную часть занимают именно функции противоаварийных защит как агрегатных, так и общестанционных. Поэтому эти функции здесь совмещены с другими задачами автоматизации (автоматическое регулирование давления в трубопроводе, управление режимами перекачки, управление вспомогательными системами, обеспечивающими работу основных агрегатов и др.), и возложены на основной контур СА. Состав защитных функций достаточно четко регламентирован. Кроме того, время протекания переходных процессов здесь, как правило, существенно больше, чем для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. В связи с этими особенностями требования к функциям и системам противоаварийных защит для СА объектов магистрального трубопроводного транспорта определяются ведомственными нормативными документами.

Так, руководящий документ АК «Транснефть» РД-06.02-72.60.00-КТН-059-1-05 «Автоматизация и телемеханизация магистральных нефтепроводов. Основные положения» предписывает, что «в системах технологической автоматизации НПС при отсутствии 100% резервирования контуров станционных защит для резервирования функций защит должны применяться блоки ручного управления и аварийных защит (БРУАЗ).

В составе БРУАЗ предусматриваются:

- световая и звуковая сигнализация: о срабатывании защиты, сформированной БРУАЗ по аварийному минимальному давлению на приеме МНС, аварийному максимальному давлению в коллекторе или на выходе МНС, при пожаре на защищаемых объектах МНС, при аварийной загазованности, затоплении помещений станции, по аварийному максимальному уровню в емкостях сбора утечек и сброса ударной волны;
- световая сигнализация: состояния высоковольтных выключателей (ВВ) насосных агрегатов (включен, отключен), положения задвижек подключения МНС и ПНС (открыта, закрыта), состояния пожарных насосов (включен, отключен) и положения задвижек (открыта, закрыта) на линиях подачи пены (при отсутствии самостоятельной системы автоматизации пожаротушения);
- средства подачи команд управления (кнопки, клавиши панели управления); аварийного отключения МНС («Стоп МНС»), ПНС («Стоп ПНС») для НПС с емкостью, магистральных насосных агрегатов, подпорных насосных агрегатов (для НПС с емкостью), закрытия задвижек подключения МНС и ПНС, включения пожарных насосов и открытия задвижек на линиях подачи пены (при отсутствии самостоятельной системы автоматизации пожаротушения).

Кнопки (или автоматически формируемые команды) БРУАЗ должны непосредственно воздействовать на систему управления высоковольтных выключателей (ВВ) насосных агрегатов, с сигнализацией подачи команды в системе автоматизации.

Из перечисленных функциональных требований к БРУАЗ следует, что он может быть реализован на базе контроллера, в состав которого входит панель оператора для сигнализации и ручной выдачи команд на отключение.

Согласно РД-06.02-72.60.00-КТН-059-1-05 допускается функции автоматических защит в БРУАЗ не реализовывать, т.е. использовать в СА только блок ручного управления аварийными отключениями (БРУ). В то же время, в отраслевых требованиях ООТ-16.01-74.20.11-КТН-059-1-05 «Типовые технические решения по проектированию НПС», изменения и дополнения № 2, раздела 5.2 Технические решения по структуре системы в состав устройств, из которых конструируется система автоматизации, включен контроллер аварийных защит (КАЗ).

Согласно «Положению по автоматизации и телемеханизации объектов системы трубопроводного транспорта нефтепродуктов ОАО «АК «Транснефтепродукт» (СО 01-05-АКТНП-002-2004) «в системах автоматизации для резервирования функций аварийных защит должны применяться контроллеры аварийных защит (КАЗ) или блоки ручного аварийного отключения (БРАО) при отсутствии 100 % горячего резервирования контроллеров».

В составе БРАО необходимо предусматривать средства подачи команд управления, аналогичных командам БРУАЗ. Наличие световой сигнализации в БРАО стандартом СО 01-05-АКТНП-002-200 не регламентировано.

Кнопки БРАО должны воздействовать непосредственно на магнитные пускатели приводов и соленоиды высоковольтных выключателей или через промежуточные реле, использующие напряжение питания вышеуказанных пускателей или соленоидов.

Таким образом, отраслевыми нормативными документами АК «Транснефть» и АК «Транснефтепродукт» допускается (при отсутствии 100 % горячего резервирования контроллеров, выполняющих функции противоаварийных защит) применять специальный контроллер (КАЗ).

Преимуществом применения КАЗ по сравнению с БРАО (БРУ) является возможность надежного автоматического выполнения «мягких» защитных отключений по алгоритму, использование его для тестирования работоспособности основного контура контроля и управления, заставляет искать приемлемые по стоимости решения в пользу КАЗ.

Требования к надежности и быстродействию КАЗ для СА объектов магистральных нефтепроводов менее жесткие, чем требования к контроллерам противоаварийных защит объектов нефтехимии и нефтепереработки, поскольку КАЗ в данном случае образует контур функционального резерва основного контура СА в части выполнения автоматических противоаварийных защит. В основной контур СА включается контроллер центральный (КЦ), выполняющий все алгоритмы работы СА (в том числе алгоритмы противоаварийных защит), и связан с ним по сети контроллер УСО. Дублирование или функциональное резервирование датчиков аппаратуры и «горячее» резервирование КЦ и полевой шины, складываемое в основной контур СА на основании нормативных требований, уже обеспечивают высокую структурную надежность выполнения защит. Поэтому применение в качестве КАЗ специализированного сверхнадежного контроллера не требуется. Основной принцип повышения надежности при использовании функционального резервирования заключается, как известно, в применении альтернативных технических средств и независимого от КЦ программного обеспечения.

ЗАО «ЭМИКОН» разработал и внедрил в АК «Транснефтепродукт» ряд систем автоматизации перекачивающих станций с использованием КАЗ распределенной структуры (СА ППС-1, ППС-2 «Стальной Конь», СА ППС «Становая», «8Н», СА ЛПДС «Субханкулов» и др.). Положительный опыт применения КАЗ в этих системах показывает целесообразность применения аналогичных технических решений и в СА НПС системы АК «Транснефть».

Пример структурной схемы СА НПС с использованием КАЗ показана на рис. 1.

Основной контур СА (в данном случае – типового промежуточного НПС без резервуарного парка) выполнен с использованием принятых в АК «Транснефть» и «Транснефтепродукт» в качестве базовых контроллеров Modicon фирмы Шнайдер Электрик. Его состав соответствует принятым в АК «Транснефть» типовым проектным решениям автоматизации НПС.

КАЗ выполнен на базе малоканальных интеллектуальных модулей серии DCS-2000, связанных между собой по интерфейсу RS-485 (экранированная витая пара, протокол Modbus RTU, скорость передачи данных до 115,2 Кбит/с). Модули с объектовыми клеммниками об-

разуют функциональные блоки – блоки измерения (БИ) с модулями ввода аналоговых и дискретных входных сигналов и блоки измерения и управления (БИУ), включающие модули входных аналоговых и дискретных сигналов и модули выходных дискретных сигналов. Блоки БИ и БИУ устанавливаются на DIN-рейку в шкафу управления. Это дает возможность рационального построения КАЗ распределенной структуры, когда модули УСО устанавливаются вблизи оборудования полевая уровня в шкафах контроллеров основного контура СА. Это позволяет сократить кабельные соединения и повысить помехозащищенность контура.

КАЗ распределенной структуры, показанный на рис. 1, включает в себя следующие узлы:

- **УЗЕЛ 1:** центральный процессорный модуль CPU-17, блоки измерительные (БИ) (3 шт.), блоки измерения и управления (БИУ) (2 шт.), принимающие сигналы о параметрах, по аварийным значениям которых выполняются общестанционные защитные отключения, принимающие сигналы состояния «секущих» задвижек станции и выдающие команды «Секция задвижки закрыть»; устанавливается в шкафу контроллера УСО 1.3 общестанционных защит;
- **УЗЕЛ 2:** блок измерения и управления (БИУ) (1 шт.), принимающий сигналы состояния ВВ магистральных насосных агрегатов МНА1 и МНА3 и выдающий команды «МНА1 (3) отключить»; устанавливается в шкафу контроллера управления и защит агрегатов МНА1 и МНА3;
- **УЗЕЛ 3:** блок измерения и управления (БИУ) (1 шт.), принимающий сигналы состояния ВВ магистральных насосных агрегатов МНА2 и МНА4 и выдающий команды «МНА2 (4) отключить»; устанавливается в шкафу контроллера управления и защит агрегатов МНА 2 и МНА4;
- **ГРАФИЧЕСКАЯ ОПЕРАТОРСКАЯ ПАНЕЛЬ (UnIPORKDR 16)**, устанавливаемая в операторной НПС.

Сигналы о параметрах, по аварийным значениям которых выполняются защитные отключения, заводятся как на контроллеры УСО основного контура, так и на КАЗ с одним и тем же дублированным датчиком (по схеме «токовая петля») или функционально резервированных датчиков.

С центральным контроллером СА КАЗ связан через преобразователь интерфейса Modbus/Ethernet для выполнения контроля работоспособности КЦ. При нарушении состояния вычислительного процесса в КЦ выполняются защитные отключения НПС. Только эта дополнительная по сравнению с БРУАЗ функция делает его применение предпочтительным. Кроме того, применение КАЗ существенно снижает «человеческий фактор» при выполнении противоаварийных защит, повышая надежность их выполнения до уровня, требуемого для перехода к «безлюдной» технологии эксплуатации НПС.

Что касается экономики показателей реализации КАЗ, то для рассмотренного здесь примера СА промежуточного НПС стоимость оборудования распределенного КАЗ (по опыту применения на объектах АО «Транснефтепродукт»), составляет 5 – 8 % от суммарной стоимости системы автоматизации объекта (без учета экономии от уменьшения кабельной продукции и сокращения монтажных работ).

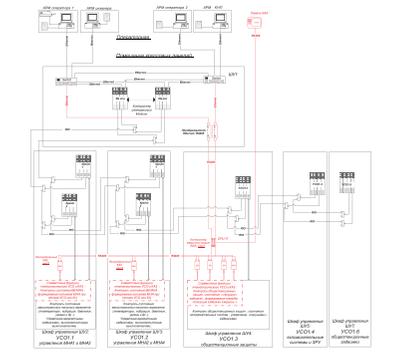


Рис. 1. Структурная схема СА промежуточного НПС с использованием КАЗ