

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04

Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижегород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15

Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

Единый адрес: tsr@nt-rt.ru Веб-сайт: www.tersy.nt-rt.ru

Система автоматизации эстакады налива жидкого аммиака в железнодорожные цистерны Терси

Описание объекта автоматизации

Доставка жидкого аммиака потребителям от производителя может выполняться несколькими способами. Самым распространенным способом доставки является перевозка аммиака в специальных железнодорожных цистернах.

Наполнение железнодорожных цистерн аммиаком производится на эстакадах. В процессе наполнения жидкий аммиак поступает из производственных изотермических хранилищ по продуктопроводу на двухстороннюю эстакаду, с которой производится подача аммиака в железнодорожные цистерны. Одновременно с этим производится прием из наполняемых цистерн газообразного и излишек жидкого аммиака в обратную линию для обработки и возврата в производственные хранилища. Участок эстакады, обслуживающий одну цистерну, называется фермой.



Операция налива цистерны включает в себя несколько стадий:

- подготовка цистерны к наливу (присоединение раздаточных шлангов фермы, продувка цистерны с выравниванием давления);
- налив в цистерну аммиака до заданного уровня;
- перевод цистерны в транспортируемое состояние (закрытие клапанов-отсекателей отсоединение раздаточных шлангов).

Очевидно, что участие персонала в ряде стадий является обязательным. В свою очередь, присутствие людей на эстакаде в процессе налива требует минимизации утечек аммиака, являющегося ядовитым веществом, и перевода как можно большего количества элементарных операций под контроль автоматики. Кроме этого, предотвращение утечек аммиака за счет исключения человеческого фактора при автоматизации процесса налива улучшает экологическую обстановку и снижает производственные потери предприятия.

До недавних пор внедрение системы автоматизации налива сдерживало отсутствие подходящих датчиков уровня жидкого аммиака. Существующие датчики не обеспечивали однозначности

срабатывания при прохождении аммиачной пены. В основу типового решения данной системы предприятием легла собственная разработка специализированного исполнения датчика уровня.

Типовое решение

Разработанная предприятием НТО «Терси-КБ» система автоматизации предназначена для контроля процесса налива жидкого аммиака и преследует следующие цели:

- снижение влияния человеческого фактора и повышение безопасности обслуживающего персонала при наливке жидкого аммиака;
- уменьшение выбросов в окружающую среду жидкого и газообразного аммиака;
- контроль расхода жидкого аммиака и регистрация истории технологического процесса.

В соответствии с этим система автоматизации реализует следующие функции:

- измерение и обработка сигналов, поступающих от датчиков и объектов управления, установленных на эстакаде налива жидкого аммиака в железнодорожные цистерны;
- контроль работоспособности оборудования и средств измерения, включая компоненты АСУ ТП;
- регистрация нештатных ситуаций со звуковым оповещением оператора и персонала на наливной эстакаде;
- автоматическое формирование команд управления отсечными клапанами на линиях жидкого и газообразного аммиака в соответствии с технологическим регламентом выполнения данных операций;
- управление отсечными клапанами по командам оператора;
- автоматическое поддержание давления в сбросной линии газообразного аммиака;
- технический учет расхода аммиака;
- отображение параметров технологического процесса и интерфейс с оператором;
- накопление и хранение технологической информации во внутренней базе данных и отображение ее по запросу оператора.

Кроме того, данное решение удовлетворяет следующим дополнительным требованиям:

- разделение всей системы на две независимые части: автоматизированную систему управления (далее САУ) и систему противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ);
- резервирование управляющих элементов системы;
- учет существующих факторов уровня полевого КИП, связанных с заменой устаревшего и установкой нового оборудования.

Разделение всей системы на независимые части САУ и ПАЗ и резервирование управляющих элементов является необходимым с точки зрения вопросов безопасности. При этом независимыми, т.е. работающими друг без друга в нормальном режиме, должны являться не только программно-аппаратные средства контроля и управления технологическим процессом, но и первичные датчики, обеспечивающие данные части общей системы АСУ ТП отдельными информационными вводами.

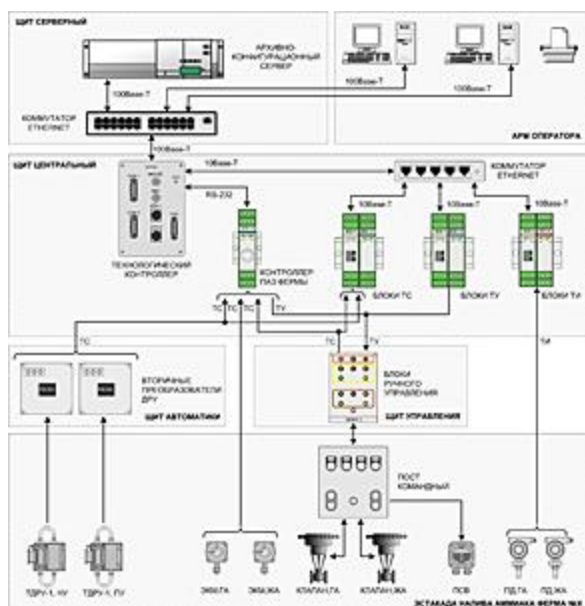
Надо пояснить, что данное требование не означает полное разделение частей системы и отсутствие между ними информационного обмена. Оно лишь ограничивает наличие общих ресурсов, при отказе которых обе части системы одновременно потеряют работоспособность.

К факторам полевого КИП относится отсутствие на трубопроводе эстакады части необходимых датчиков. Установка новых датчиков на существующий трубопровод не представлялась возможной.

Архитектура системы

В соответствии с требованиями по безопасности и функциональности АСУ ТП, разработанное предприятием решение представляет собой многоуровневую систему.

На нижнем уровне системы находятся датчики и исполнительные механизмы, установленные на технологическом трубопроводе наливной эстакады. Часть датчиков смонтирована вместе с другим оборудованием в специальных монтажных стойках.



В состав монтажных стоек входят первичные преобразователи датчиков уровня, датчики давления и командный пост с элементами индикации и управления по месту клапанами-отсекателями.

Дополнительно к этому монтажная стойка оборудована звуковой сигнализацией о нештатных ситуациях. Все оборудование монтажной стойки имеет взрывозащищенное исполнение со степенью защиты от влаги и пыли IP54 и рассчитано на работу в расширенном температурном диапазоне температур от -40 до +45°C, учитывающим климатическую зону заказчика и низкую температуру жидкого аммиака.

В виду того, что стандартные датчики уровня в ряде случаев не обеспечивают однозначного срабатывания, предприятием специально для данной системы разработан новый вариант исполнения датчика уровня. Конструктивное решение разработанного датчика исключает ложные срабатывания при продувке цистерны и прохождении аммиачной пены. Корпуса датчиков уровня также размещены в монтажной стойке.

На среднем уровне системы размещаются щит автоматики, щит управления (слева на рисунке) и центральный щит (справа на рисунке). Все щиты системы выполнены на базе шкафов производства Rittal со степенью защиты от влаги и пыли IP55. Ввод кабелей в щиты осуществляется через цоколь шкафа с последующим закреплением кабельными зажимами и герметизацией входных отверстий.

В состав щита автоматики (на заднем плане рисунка) входят блоки вторичных преобразователей датчиков уровней, получающие входные сигналы от 24 монтажных стоек наливной эстакады, автоматические выключатели питания и соединительное оборудование.



В состав щита управления входят блоки ручного управления (БРУ), вторичные блоки питания, клеммные наборы и реле для подключения технологического оборудования.

Всего в щите размещено 24 блока БРУ, каждый из которых управляет двумя электропневматическими клапанами соответствующей фермы наливной эстакады. Реле обеспечивают дополнительную гальваническую изоляцию и требуемую нагрузочную способность сигналов управления и сигнализации.

Используемые блоки БРУ разработаны и произведены предприятием специально для данной системы. В блоках реализованы следующие функции:

- контроль текущего состояния клапанов;
- постоянный контроль целостности цепей соленоидов и защита от короткого замыкания;
- управление клапанами по внешним командам из подсистем САУ и ПАЗ, а также с помощью кнопок на передней панели БРУ;
- сигнализация состояния запорных клапанов, целостности и короткого замыкания цепей соленоидов, прохождения команд управления.

С системной точки зрения блок БРУ представляет собой элемент АСУ ТП, выполняющий управление клапанами, как с помощью собственных органов управления, так и по сигналам внешних источников. Этот элемент не является частью САУ или ПАЗ, и его работоспособность не зависит от данных подсистем. Поэтому его применение не противоречит требованию независимости САУ и ПАЗ подсистем и предоставляет персоналу резервную возможность управления оборудованием в ручном режиме вне зависимости от работоспособности САУ или ПАЗ.

Для того чтобы подсистема САУ видела команды управления клапанами, отдаваемые непосредственно с БРУ, и не реагировала на изменение состояния клапана как на самопроизвольную перестановку, сигналы с блоков БРУ подаются также и на блоки ввода-вывода технологического контроллера САУ.

Центральный щит системы содержит технологический контроллер САУ и блоки ПАЗ с вторичными источниками питания, коммутатор сети Ethernet, выключатели управления системой электропитания, клеммные наборы и искробарьеры для подключения технологического оборудования. Охлаждение щита осуществляется принудительно с помощью вентилятора с фильтром, управляемого регулируемым термостатом.

Технологический контроллер САУ состоит из процессорного блока серии CPCD и блоков ввода-вывода серии PLC4. Для сохранения настроек и режимов работы системы в случае перезапуска контроллера в процессорный блок добавлен блок энергонезависимой памяти MFM-1.

Используемые блоки ввода-вывода серии PLC4 сгруппированы по типу сигналов ввода-вывода в 4 линейки и подключены к дополнительному порту Ethernet 10-BaseT процессорного блока через коммутатор Ethernet. Обмен данными с блоками ввода-вывода производится по протоколу Modbus-ТСП. Общее количество каналов ввода-вывода технологического контроллера равно 512, что соответствует следующей компоновке линеек с блоками ввода-вывода:

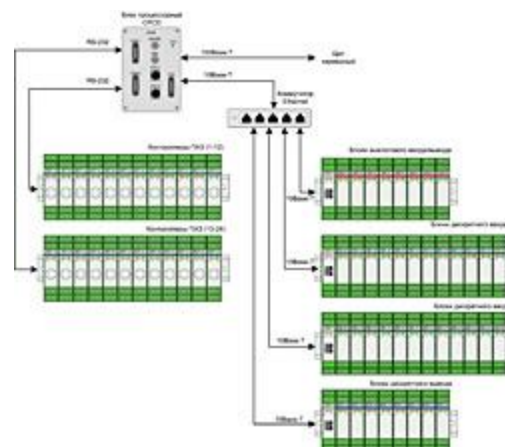
- линейка блоков аналогового ввода (ТИ - телеизмерение) содержит 8 блоков BAD-8, по 8 каналов каждый - 64 канала ТИ;
- две линейки блоков дискретного ввода (ТС - телесигнализация) содержат 24 блока BID-14, по 14 каналов каждый - 336 каналов ТС;
- линейка блоков дискретного вывода (ТУ - телеуправление) содержит 8 блоков BOD-14, по 14 каналов каждый - 112 каналов ТУ.

Программным обеспечением (ПО) процессорного блока технологического контроллера является среда исполнения комплекса программно-технических средств Каскад-САУ. Среда исполнения работает под управлением операционной системы реального времени QNX4 в жестком цикле длительностью 500 мс. В течение цикла последовательно производится ввод данных, выполнение технологических алгоритмов САУ, вывод управляющих сигналов и передача информации в подсистемы архивирования и отображения АСУ ТП. Передача данных осуществляется через основной порт Ethernet 100-BaseTх процессорного блока.

Блоки подсистемы ПАЗ выполнены на базе процессорного блока BCP-14 серии PLC4. На каждую ферму эстакады налива выделен отдельный процессорный блок BCP-14, содержащий программируемый процессорный узел RTX-E5 с поддержкой 8 каналов дискретного ввода (ТС) и 6 каналов дискретного вывода (ТУ).

Программным обеспечением блока ПАЗ является среда исполнения процессорного блока RTX-E5. Среда исполнения циклически выполняет процедуру ввода данных, выполнение технологического алгоритма ПАЗ и вывод управляющих сигналов. Длительность цикла не превышает 250мс.

Каждый блок подсистемы ПАЗ периодически опрашивается технологическим контроллером САУ через последовательную линию связи RS-232 по протоколу Modbus-RTU. Для сокращения общего времени опроса, блоки ПАЗ размещены на двух линиях RS-232 по 12 блоков на каждой. Общее время опроса всех блоков ПАЗ не превышает цикла технологического контроллера САУ.



В состав верхнего уровня системы входит щит серверный и автоматизированные рабочие места (АРМ) оператора и инженера. В его состав входит архивно-конфигурационный сервер, коммутатор сети Ethernet верхнего уровня и система бесперебойного питания АСУ ТП.

Архивно-конфигурационный сервер представляет собой компьютер в промышленном исполнении и резервированным блоком питания.

Программным обеспечением сервера являются подсистема архивирования и подсистема загрузки конфигурации комплекса программно-технических средств Каскад-САУ, работающие под управлением операционной системы общего назначения Microsoft Windows 2000 Professional. ПО сервера выполняет задачи хранения и выдачи по запросу конфигурации АСУ ТП, а также сбор, хранение и выдачу по запросу архивных данных.

Для хранения конфигурации и архивов используются базы данных (БД) под управлением СУБД Firebird. Конфигурационная БД содержит полное описание системы, включающее конфигурацию точек, значения уставок, код технологических алгоритмов, мнемосхемы и пр. Архивная БД содержит предысторию данных и событий системы, а также архив сводок.

Система бесперебойного питания предназначена для обеспечения электропитания ответственных потребителей АСУ ТП при пропадании напряжения питающей сети. В качестве резервного в системе используется источник бесперебойного питания фирмы APC с дополнительным модулем батарей. Время работы системы от батарей составляет 40 минут.

АРМы оператора и инженера представляют собой компьютеры в офисном исполнении. На АРМ оператора установлено программное обеспечение среды исполнения комплекса программно-технических средств «Каскад-САУ», предназначенное для визуализации технологического процесса.

На АРМ инженера дополнительно к среде исполнения установлено программное обеспечение среды разработки комплекса Каскад-САУ, предназначенное для изменения математического и информационного обеспечения, параметрирования и администрирования системы. Программное обеспечение АРМ работает под управлением операционной системы общего назначения Microsoft Windows 2000 Professional.

АРМы снабжены собственными источниками бесперебойного питания, рассчитанными на 30 минут работы АРМ при отсутствии внешнего питания.

Функционирование системы

Вся информация о ходе технологического процесса непрерывно отображается на экране АРМ оператора. На экране АРМ постоянно присутствуют окно мнемосхем, окно событий и панель инструментов с кнопками быстрого вызова необходимых программ. При возникновении аппаратной неисправности в комплексе на экран всплывает окно со списком диагностических параметров системы, детализирующий общее состояние системы вплоть до состояния отдельного блока ввода-вывода.

Окно мнемосхем используется для отображения текущего состояния технологического оборудования и подачи команд правления. Состояние оборудования представлено в виде численных значений параметров и анимационных элементов, расположенных на фоне графической схемы оборудования.

Для обзора общего состояния эстакады налива используется общая технологическая мнемосхема.

На общей мнемосхеме показаны основные параметры работы каждой фермы: состояние клапанов на линиях жидкого и газообразного аммиака, состояние датчиков уровня аммиака в цистерне, режим работы фермы и состояние защит. Кроме этого, в нижней части мнемосхемы показаны общие параметры вспомогательных систем: состояние узла учета, предназначенного для технического учета жидкого аммиака, и узла редуцирования, предназначенного для поддержания необходимого давления в сбросной линии газообразного аммиака.



Анимационные элементы мнемосхем поддерживают доступ к различным командам управления по двойному щелчку или через контекстное меню. Например, контекстное меню анимации состояния клапана позволяет оператору производить следующие действия:

- формировать команды управления с помощью карты команд с кнопками «Открыть», «Закреть», «Имитация»;
- просматривать в информационной карте подробное текущее состояние и аппаратную привязку всех параметров запорной арматуры фермы;
- управлять с помощью таблицы режимов программным состоянием параметров запорной арматуры фермы.

В верхней части мнемосхемы ферм находятся анимационные элементы, отображающие состояние защит САУ и ПАЗ. Карты команд, вызываемые с этих элементов, позволяют отключить защиты выбранной подсистемы, деблокировать возникшие защиты, получить подробное описание текущего состояния и сведения об аппаратной привязке всех параметров ПАЗ, отобразить карту готовностей САУ и другое.

Управление подсистемой ПАЗ возможно не только из мнемосхем АРМ оператора, но и с помощью кнопок по месту в центральном щите системы. С помощью этих кнопок можно включить защиты и деблокировать текущее состояние каждого контроллера ПАЗ.

Двойной щелчок на поле отображения текущего давления в линии аммиака открывает окно трендов, в котором можно наблюдать график изменения значения данного параметра во времени. В том же окне трендов можно получить доступ к просмотру архивных данных, сохраняемых в БД на архивно-конфигурационном сервере системы.

Сроки хранения информации в архивах настраиваемые. По умолчанию, хранение точных данных производится с глубиной до 30 суток, хранение событий и тревог до 1 года, сводки расхода аммиака хранятся неограниченное время. Программы просмотра текущих и архивных данных поддерживают возможность экспорта данных в файлы форматов пакета Microsoft Office для дальнейшего использования в других документах заказчика.

Все технологические алгоритмы системы выполняются в контроллерах подсистем САУ и ПАЗ.

Технологический алгоритм ПАЗ отслеживает состояние клапанов на линиях жидкого и газообразного аммиака, состояние дискретных датчиков давления в линиях и состояние датчиков уровня. Алгоритм закрывает клапана в случае наполнения цистерны до нормального уровня, дублируя работу САУ. В аварийных случаях алгоритм закрывает клапана с блокировкой их открытия из других подсистем до устранения причин аварийной ситуации и деблокировки защит ПАЗ.

Технологические алгоритмы САУ можно условно разделить на следующие части: алгоритм обслуживания ПАЗ, алгоритмы обслуживания фермы, алгоритм управления регулирующим клапаном давления и алгоритм технологического учета расхода жидкого аммиака.

Алгоритм обслуживания ПАЗ предназначен для внешнего контроля и управления состоянием подсистемы ПАЗ из АРМ оператора.

Алгоритмы обслуживания фермы реализуют следующие функции:

- определение текущего состояния процесса налива цистерны;
- функции противоаварийной защиты в зависимости от текущего состояния процесса;
- контроль состояния и управление клапанами-отсекателями фермы;
- контроль аналоговых и дискретных параметров фермы.

Алгоритм управления регулирующим клапаном предназначен для поддержания давления в сбросном коллекторе газообразного аммиака. Алгоритм позволяет осуществлять управление узлом редуцирования в ручном и автоматическом режиме. В автоматическом режиме алгоритм формирует значение управляющего сигнала регулятора таким образом, чтобы поддерживать заданный перепад давления между линиями газообразного аммиака. При одновременном наливке нескольких цистерн управление регулятором осуществляется по перепаду на той цистерне, на которой значение этого перепада будет наименьшим.

Алгоритм технологического учета расхода жидкого аммиака получает входные данные от вихревого расходомера и датчика температуры аммиака, которые установлены в распределительном коллекторе, подающим жидкий аммиак на наливную эстакаду. Алгоритм вычисляет мгновенные значения рабочего и стандартного расхода аммиака, на основании которых рассчитывается значение суточного стандартного расхода нарастающим итогом. Выходные данные алгоритма используются для текущего отображения и создания отчетного документа - сводки суточного расхода жидкого аммиака.

Отображение текущего состояния, настройка и управление работой алгоритмов технологического учета и управления регулирующим клапаном производится с отдельной мнемосхемы вспомогательных систем АРМ оператора.

Выполнение алгоритмов в подсистемах САУ и ПАЗ не зависит от наличия и исправности АРМ оператора и других частей верхнего уровня системы. Поэтому работоспособность АРМ оператора не является важной составляющей с точки зрения безопасности.

Преимущества типового решения

Представленная система автоматизации обладает рядом особенностей, выделяющих ее из ряда систем, внедренных предприятием на объектах нефтегазового комплекса и химической промышленности России:

- данная система учитывает факторы уровня полевого КИП и содержит нестандартные элементы и конструкции, такие как монтажная стойка наливной эстакады, специальные датчики уровня, блоки ручного управления и прочие;
- для повышения безопасности работ и удобства работы персонала система выполнена с резервированием управляющих элементов системы, от распределения кнопочных постов управления по наливной эстакаде и до применения БРУ в щите управления;
- вместе с сохранением независимости подсистем САУ и ПАЗ в достигнута их глубокая интеграция в общую структуру системы.

Опыт эксплуатации

Представленное решение было внедрено специалистами предприятия на заводе минеральных удобрений ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» г. Салават. После проведения полного комплекса испытаний и периода опытной эксплуатации система с 2006 года находится в промышленной эксплуатации.

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04

Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15

Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

Единый адрес: tsr@nt-rt.ru **Веб-сайт:** www.tersy.nt-rt.ru