

Автоматизированная система управления котельной ЛПДС "Сетово" Тобольского УМН на базе контроллера RTU MOSCAD производства Motorola.

А. С. Бекшенев, Л. И. Лазовский, Д. Г. Конотоп

Аннотация: Рассматривается новый тип шкафов и идеология управления линейными задвижками магистральных нефтепроводов, которые были внедрены специалистами ЗАО "Предприятие Реалтайм" и ООО Фирмы "Вира Инвест" в 1999 году на объектах ОАО "Сибнефтепровод".

Основным отличием предлагаемого решения от общепринятых заключается в отказе от схем релейной логики и реализации всего алгоритма управления задвижками на контроллере RTU MOSCAD производства компании Моторола.

Введение.

Наиболее массовыми и ответственными объектами контроля и управления на телемеханизированных магистральных нефтепроводах являются линейные задвижки. Количество линейных задвижек на один контролируемый пункт (КП) может превышать 10 штук, количество КП на один местный диспетчерский пункт (МДП) в зависимости от протяженности участка нефтепровода составляет порядка 20, количество МДП на одно управление магистральных нефтепроводов (УМН), так же, в зависимости от протяженности, может достигать 10. При таком огромном количестве задвижек на одно УМН необходимо максимально повышать надежность работы системы телемеханики на отдельно взятом КП, т.к. от этого напрямую зависит выполнение команд управления и, в конечном счете, безопасность эксплуатации нефтепровода. Ответственность операции управления определяется еще и недостаточным количеством постоянного обслуживающего персонала, а так же труднодоступностью отдельных КП.

Специалистами ЗАО "Предприятие Реалтайм" и ООО Фирмы "Вира Инвест" был предложен и успешно внедрен новый тип "интеллектуальных" шкафов управления линейными задвижками, который существенно упрощает принципиальную электрическую схему традиционного шкафа управления, снижает его стоимость, повышает надежность работы и добавляет ряд свойств, характерных для "интеллектуальных" устройств управления.

Традиционная схема контроля и управления линейными задвижками строится на релейных схемах с использованием реле времени. Удельная потребность реле на каждую задвижку: 8 реле переключающих и 2 реле времени. Релейная схема выполняет операции управления в два этапа. Первый этап предусматривает подачу из диспетчерского пункта команды "готовности". По этой команде релейная схема подготавливает силовую цепь управления (примерно через 6 с) и с помощью двух реле времени создает временной промежуток (около 1 мин), признаком которого является вырабатываемый дискретный телесигнал "готовности", что и является признаком готовности КП к приему команды подтверждения - начала второго этапа управления. Именно команда подтверждения и воздействует на магнитный пускатель задвижки. Такая схема применяется для уменьшения вероятности прохождения ложных команд по ряду причин, основные из которых три: плохие каналы связи, упрощенные протоколы обмена информацией (чтобы не перегружать контроллер) и ненадежная работа самого контроллера.

Недостатком же таких шкафов управления является использование в них реле времени, надежность которых, по сравнению с надежностью других элементов схемы, очень низкая. Кроме того, их стоимость на температурный диапазон $-40^{\circ} \text{ ? } +60^{\circ}$ высока, при той же низкой надежности. В результате чего, широко применяются отечественные реле времени на температурный диапазон $0^{\circ} \text{ ? } +40^{\circ}$, а для обеспечения их работоспособности в зимнее время года, используют внутри КП обогревательные тены, которые необходимо включать в зимнее время и вручную выключать к лету, т.к. механические датчики температур ненадежны и зачастую не работают.

Наличие на КП линейных задвижек высоконадежного программируемого контроллера, позволяет реализовать релейную схему управления программно, сохранив все этапы выполнения команд управления. В этом случае релейная схема управления становится излишней, т.е. промежуточным элементом снижающим надежность управления. Упрощенная схема КП приведена на рисунке 1.

В новом КП релейная схема формирования готовности и исполнения команд управления задвижками исключена. Все эти функции реализованы программно в контроллере RTU MOSCAD.

Данный контроллер производится корпорацией Моторола. Его основными отличиями от аналогов являются мощные связные возможности, выполняемые на уровне операционной системы контроллера, а также высочайшая надежность.

Данный контроллер производится корпорацией Моторола. Его основными отличиями от аналогов являются мощные связные возможности, выполняемые на уровне операционной системы контроллера, а также высочайшая надежность.

О надежности данного контроллера, как и о надежности всей выпускаемой продукции фирмой Моторола, ходят легенды. Согласно документации фирмы изготовителя, наработка на отказ данного типа контроллера составляет не менее 170 тыс. часов, сертифицирован в Российской Федерации для использования в диапазоне рабочих температур $-40^{\circ} \text{ ? } +60^{\circ}$. За шесть лет нашими фирмами установлено более 250 контроллеров этого типа в самых разных отраслях народного хозяйства. Это и управление линейными задвижками нефте- и газопроводов (Нижневартовское УМН, Сургутское УМН, Нефтеюганское УМН, Сургут газпром, Лентрансгаз), автоматизация котельных (см. "Промышленные контроллеры АСУ" №7, 1999, стр.11), автоматизация нефтеперерабатывающих минизаводов (установка УПН-40), управление электроподстанциями городского транспорта (Московский транспорт) и т.д. Во всех этих областях применения контроллеры RTU MOSCAD показали высочайшую надежность.

Таким образом, случайный прием команды управления или случайная выдача команды управления по причине сбоя контроллера исключены, что и явилось предпосылками отказа от релейных схем управления и реализация этих функций на контроллере RTU MOSCAD программно.

Функции КП

"Интеллектуальным" элементом КП линейных задвижек нефтепровода является контроллер RTU MOSCAD, который является неотъемлемой частью шкафа автоматики. Выполняемые им функции можно разбить на две категории - это сбор данных о состоянии объекта и выполнение команд из центра.

К данным о состоянии КП относятся сигналы состояния задвижек и отдельных механизмов, и телеметрические измерения, список которых приводится ниже.

Телесигналы о состоянии задвижки:

закрыта;

открыта;

промежуточное положение;

обесточена;

местный режим управления;

моментный выключатель;

авария задвижки:

норма;

подтверждение открытия не пришло;

подтверждение закрытия не пришло;

задвижка не пошла;

команда "открыть" не выполнена;

команда "закрыть" не выполнена.

Телесигналы о состоянии отдельных механизмов:

дверь открыта/закрыта;

скребок;

авария RTU;

исправность модулей ввода/вывода (в/в);

температура КП в норме;

дребезг дискретного телесигнала;

дребезг телеизмерения;

неисправность DO.

Телеизмерения:

давления нефти в соответствующих нитках;

потенциал катодной защиты;

температура RTU.

Весь этот список сигналов является базой данных (БД), которая отражает состояние отдельного КП. Все сигналы БД формируются либо напрямую от датчиков, такие как телеизмерения или состояние дверей, либо программно, используя информацию с нескольких датчиков и учитывая режимы работы отдельных механизмов. Так, состояние задвижки формируется по конечным выключателям, а ее аварийное состояние - во время контроля команд управления.

Сигналы о наличии дребезга формируются программно с использованием эффективных методов цифровой фильтрации. При обнаружении дребезга в канале измерения изменение состояния соответствующего сигнала игнорируется, а его номер передается диспетчеру, что говорит о недостоверности связанных с ним телесигналов и телеизмерений. Диспетчер же может запросить текущее состояние "подавленного" сигнала, выдав команду опроса базы данных (ОБД) соответствующего КП. Это сделано для того чтобы уменьшить количество передач нестабильных сигналов, что существенно освобождает канал передачи данных и дополнительно позволяет выявить неисправность датчиков КП, т.е. в конечном счете повышается надежность.

Передача информации в центр осуществляется по инициативе снизу - по изменению, либо по инициативе сверху - при приеме команды ОБД из центра. Такой подход позволяет эффективно использовать низкоскоростные каналы связи (радио) при передаче экстренной информации с КП в центр.

Телесигнал "неисправность DO" предназначен для контроля срабатывания реле телеуправления, что позволяет дополнительно следить за надежностью срабатывания реле при приеме команд телеуправления из центра.

Выполнение команд из центра является основной функцией КП и, в конечном счете, основной характеристикой безопасной эксплуатации нефтепровода. Список команд, которые выполняет КП представлен ниже:

стоп;

деблокировка;

отмена подготовительной команды;

подготовительные команды открыть/закрыть;

команды подтверждения открыть/закрыть;

стоп линейного участка.

Прежде чем рассмотреть подробнее каждую команду необходимо описать механизм подачи команды. В структуру каждой команды входит номер центра, с которого команда была выдана, и счетчик команд этого центра. Первый параметр необходим для определения корректности выданной команды из центра. Второй - с целью избежания выполнения повторных команд.

На каждую принятую команду, кроме повторной, контроллер КП формирует ответ - квитанцию, внутри которой содержится поле корректности принятой команды. Это поле формируется в зависимости от номера центра, типа команды и текущего состояния задвижки. Поле корректности несет в себе следующую информацию:

команда принята к исполнению;
задвижка уже закрыта;
задвижка уже открыта;
задвижка управляется из другого центра;
задвижка уже закрывается;
задвижка уже открывается;
некорректная команда;
задвижка обесточена;
задвижка в местном режиме управления;
управление с этого центра запрещено.

Номер центра определяет возможность управления с этого центра конкретной задвижкой. Отказ в управлении данному центру возможен в двух случаях: данному центру запрещено управлять КП или задвижка находится под управлением другого центра.

Тип команды определяет очередность выполнения команд. Так для обеспечения совместимости с требованиями к управлению задвижками нефтепроводов, т.е. "эмуляции" релейной схемы управления, команды открыть и закрыть выполняются в два этапа. Первый этап - прием подготовительной команды управления, второй - подтверждение и выполнение самой команды. Схематично процесс выполнения команды управления показан на временной диаграмме:

где $t_1 = 6\text{с}$ - время выставления сигнала готовности КП для приема команды подтверждения; $t_2 = 1\text{мин}$ - время ожидания команды подтверждения из того же центра.

Состояние задвижки определяет корректность принятой команды управления, например, нельзя управлять задвижкой, если она находится в процессе выполнения команды, кроме команд стоп и деблокировка.

Теперь рассмотрим команды управления более подробно.

Команда СТОП выполняется в любом случае, если разрешено управление с данного центра. При этом все задвижки КП останавливаются, и контроллер приходит в начальное состояние ожидания новых команд управления.

Команда ДЕБЛОКИРОВАТЬ также выполняется всегда, если центру разрешено управление данным КП. При этом сбрасываются все аварии, и выдается телеуправление для приведения, при необходимости, датчика прохождения скребка в исходное положение.

Команда ОТМЕНА выполняется только в том случае, если с этого центра была принята к исполнению подготовительная команда управления. В этом случае контроллер переходит в начальный режим ожидания команды. Команда ОТМЕНА подается центром в том случае, если в квитанции на подготовительную команду с КП приходит предупреждение о закрытии закрытой или открытии открытой задвижки. При этом оператор сам дает подтверждение или отмену поданной им ранее команды.

Команда СТОП ЛИНЕЙНОГО УЧАСТКА выполняется всегда, если центру разрешено управление данным КП. При этом контроллер выполняет последовательно для соответствующей задвижки две команды: СТОП и ЗАКРЫТЬ.

Двойные команды ОТКРЫТЬ и ЗАКРЫТЬ уже были рассмотрены нами выше. Хотелось бы только подчеркнуть, что при приеме подготовительной команды контроллер ожидает команду подтверждения или отмены только с центра с которого он принял к исполнению предварительную команду. Все остальные команды игнорируются, но квитанция при этом формируется с соответствующим кодом ошибки. Команды СТОП, ДЕБЛОКИРОВКА и СТОП ЛИНЕЙНОГО УЧАСТКА выполняются всегда, как это было описано выше. После исполнения команды управления RTU MOSCAD контролирует ее выполнение, так через 20 с задвижка должна стронуться, т.е. перейти в промежуточное положение, а через > 15 мин (время индивидуально для каждой задвижки) команда должна быть выполнена, т.е. задвижка должна достигнуть своего конечного положения.

Заключение

Таким образом, основная цель создания новых шкафов управления заключалась в повышении надежности работы и удобства эксплуатации КП. Надежность повышается за счет:

использования современных методов передачи данных, оптимизированных для работы с низкоскоростными каналами связи;

применения высоконадежного контроллера RTU MOSCAD производства компании Motorola;

оптимизации и исключения промежуточных звеньев в цепях управления;

большей информативности объекта управления;

"интеллектуальности" КП, что позволило следить за алгоритмами и ходом выполнения команд управления;

обратной связи между действиями оператора и контроллера.

В Сургутском, Нефтеюганском и Нижневартовском управлениях нефтепроводами за время эксплуатации новые шкафы управления задвижками подтвердили свои высокие эксплуатационные характеристики.

В конце данной публикации авторам хочется выразить свою благодарность Кузьмину В. В., начальнику ИУП Сургутского УМН, а также возглавляемому им отделу телемехаников, за предоставленную помощь в проведении испытаний на реальном КП.