

Устройства управления реверсивным приводом в АСУТП энергетических объектов

• Рогов С.Л.¹, ООО “ТРЭИ ГмбХ”

Приведены варианты применения интеллектуальных устройств ПБР-ТИ для управления реверсивным приводом исполнительных механизмов АСУТП на различных объектах энергетики. Даны основные характеристики прибора, отмечены его технические и экономические преимущества.

Ключевые слова: энергетические объекты, АСУТП, исполнительный механизм, реверсивный привод, управление, интерфейс, линия связи.

Любая задача по оптимизации алгоритмов или процедур управления энергетическими объектами посредством АСУТП всегда имеет выход на конечные исполнительные механизмы (ИМ) технологического процесса – регулирующую и запорную арматуру, клапаны, шиберы и др. Самые массовые из них – реверсивные привода, управление которыми до настоящего времени осуществляется посредством сборок шкафов РТЗО (распределительных трёхфазных закрытого исполнения одностороннего обслуживания).

Управление реверсивным приводом до недавнего времени осуществлялось классическим путём: программируемый логический контроллер располагался в операторском помещении или помещении блочного щита управления (БЩУ) и от него шла кабельная трасса с дискретными сигналами управления и сигнализации и аналоговыми сигналами положения ИМ.

Количество проводников в кабельных каналах достигало тысяч единиц. Например, для одной единицы регулирующей арматуры, управляемой реверсивным приводом, минимально необходимы проводники на: ЗДО-прямой ход, стоп, реверс; два ЗДИ-конечных выключателя положения, положение вводного автомата; АИ-датчик положения арматуры – итого 10 концов кабеля с учётом общих проводников. В некоторых схемах управления число связей возрастает до 16. Для автоматизации паровой энергетической турбины используется более 160 единиц запорной, регулирующей арматуры и многооборотных электрических механизмов. Таким образом, число проводников контрольного кабеля достигает 2500.

Всё это кабельное хозяйство прокладывается между БЩУ в помещениях сборок шкафов РТЗО. Стандартная компоновка сборки таких шкафов предусматривает подключение до восьми схем управления реверсивными ИМ. В свою очередь, каждая схема состоит из вводного автомата с тепловой и динамической защитой, реверсивного пускателя и реле тока для контроля дожима арматуры.

Кроме уже отмеченного большого количества проводников, стандартная схема имеет следующие общепризнанные недостатки (Менделевич В. А. Управление исполнительными устройствами в программно-техническом комплексе “САРГОН”. – Промышленные АСУ и контроллеры, 2003, № 1.):

- низкую надёжность электромеханического пускателя;

- отсутствие контроля тока потребления ИМ и, как следствие, отсутствие прогноза по износу его механической части;

- зависимость тепловой защиты вводного автомата и токового реле дожима от климатических условий и связанные с этим частые ложные срабатывания тепловой защиты в летний период или необходимость её ручной перестройки;

- коммутационную сложность схемы управления и необходимость дополнительных реле при использовании в схеме местного и дистанционного управления ИМ;

- полную потерю контроля над схемой управления при срабатывании вводного автомата схемы.

Почти все указанные недостатки устраняются при использовании интеллектуальных пускателей. Однако большинство таких приборов, выпускаемых в России, имеют слабые места, основное из которых – невозможность управления пускателем по скоростному интерфейсу.

Специалистами ООО “ТРЭИ ГмбХ” был проанализирован опыт использования интеллектуальных пускателей разных фирм (Siemens, Schneider Electric, ОАО “Завод электроники и механики”, Phoenix Contact) и сформированы требования к интеллектуальному реверсивному пускателю для управления асинхронными электродвигателями, которые приведены далее.

Максимальный фазный ток управления, А	16
Число конечных выключателей в схеме управления	2
Число моментных выключателей в схеме управления	2
Число дискретных входов для местного и дистанционного управления	6

¹ Рогов Сергей Львович: rogov sl@mail.ru



Рис. 1. Пускатель бесконтактный реверсивный интеллектуальный ПБР-ТИ

Число дискретных выходов для местной индикации положения ИМ	2
Число аналоговых входов контроля положения, резистивных и температурных	4
Число внешних скоростных интерфейсов до 1,5 Мбит/с	2
Число внутренних изолированных источников питания 24 В постоянного тока	3
Релейный контакт состояния прибора	1
Число схем управления, размещаемых в шкафу 2000 × 600 × 400 мм	16

Кроме того, были сформулированы и качественные требования:

возможность создания пользовательских прикладных программ управления прибором с применением языков стандарта IEC-61131-3;

возможность создания замкнутых контуров регулирования с использованием аналоговых входов прибора (регуляторов положения, расхода, температуры, уровня потока и др.);

возможность управления прибором не только дискретными командами, но и по высокоскоростному интерфейсу с возможностью его дублирования;

возможность дистанционной загрузки пользовательских приложений, корректировки настроек, дистанционного получения телеметрической информации по положению и состоянию датчиков и фазным токам ИМ;

наличие местной индикации и кнопочного интерфейса, позволяющего индицировать фазные токи, состояния каналов и диагностические сообщения, а также изменять настройки прибора в цифровом виде;



Рис. 2. Компоновка систем управления дистанционным приводом 64 ИМ:

a – со шкафами РТЗО-88; *б* – со шкафами РТЗО с ПБР-ТИ

возможность работы по интерфейсу RS-485 с разными протоколами – MODBUS-RTU, PROFIBUS-DP, ST-BUS;

возможность подачи по интерфейсному кабелю резервного питания 24 В постоянного тока для обеспечения работоспособности интерфейса прибора и получения диагностической информации о состоянии ИМ при отключении вводного автомата.

Исходя из перечисленных требований, в 2009 г. ООО “ТРЭИ ГмбХ” был разработан интеллектуальный бесконтактный реверсивный пускатель ПБР-ТИ (рис. 1), средняя стоимость которого составила 21 000 руб. За 2010 – 2012 гг. были выпущены сотни таких приборов, эксплуатирующихся в настоящее время в составе различных АСУТП России (Усть-Илимская ТЭЦ, Братская ТЭЦ-6, Красноярская ГРЭС-2, Саранская ТЭЦ-2 и др.) и Казахстана (Павлодарская ТЭЦ-3, Семейская ТЭЦ-1, Топарская ГРЭС, Карагандинская ГРЭС-1 и др.).

Проанализируем компоновочные преимущества применения интеллектуального управления реверсивным приводом. На рис. 2 представлены две виртуальные системы управления 64 реверсивными ИМ: одна – с применением стандартных шкафов РТЗО, другая – с применением шкафов РТЗО с ПБР-ТИ. По функционалу обе системы одинаковы: в каждой есть шкаф центрального процессора с органами местной индикации и местного управления технологическим процессом, шкаф с модулями УСО (устройства связи с объектами) для связи с каналами реверсивного привода, кроме того, шкаф вводный 0,4 кВ для организации питания шкафов РТЗО и сами шкафы РТЗО. Из рис. 2 видны компоновочные преимущества системы с применением ПБР-ТИ – экономия места в БЩУ (нет необходимости в использовании шкафа с модулями УСО), экономия кабеля (показана условно) и двукратная экономия площади в местах установки шкафов РТЗО.

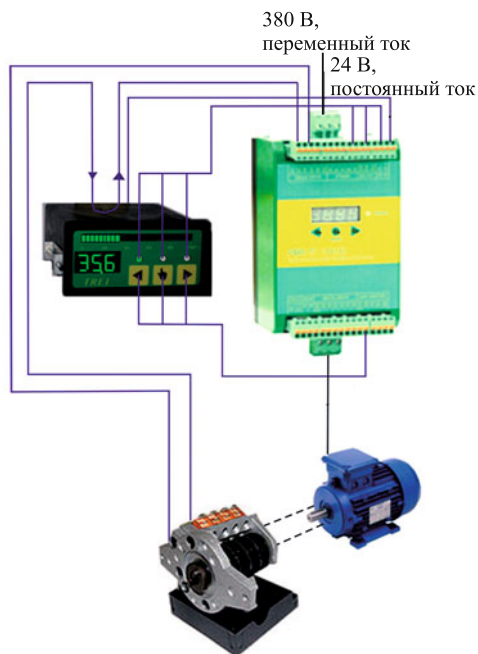


Рис. 3. Схема управления реверсивным ИМ с помощью ПБР-ТИ

Рассмотрим различные варианты применения ПБР-ТИ и технические преимущества, которые оно даёт.

Структурная схема управления реверсивным ИМ с помощью ПБР-ТИ (рис. 3) показывает, что все предъявляемые к схеме управления требования реализованы:

- прибор поставляется с базовым пользовательским программным обеспечением (базовым приложением), написанным на языке ST (IEC 61131), его можно корректировать или создавать собственное приложение через тот же интерфейс связи, по которому он осуществляет управление прибором;

- в базовом приложении создан регулятор положения ИМ, в котором задаётся установленное значение положения и контролируется момент его достижения; регулятор по значению физической величины (температуры, расхода, давления и пр.) можно написать самостоятельно;

- информацию о работе ПБР-ТИ, в том числе и диагностическую, можно получать по интерфейсу, выбирая из 40 ячеек обмена необходимые для пользователя данные (для нормальной работы достаточно трёх ячеек);

- имеется местный пульт управления и индикации, который позволяет выполнить все процедуры настройки ПБР-ТИ, не прибегая к подключению интерфейса, и установить индикацию любого контролируемого фазного тока или любой переменной из списка его настроек параметров ПБР-ТИ;

- блок ручного управления БРУ-ТИ – микропроцессорный прибор с гальванически изолированным аналоговым входом – позволяет реализовывать ручное управление ИМ дистанционно с пульта оператора как с активными или пассивными то-

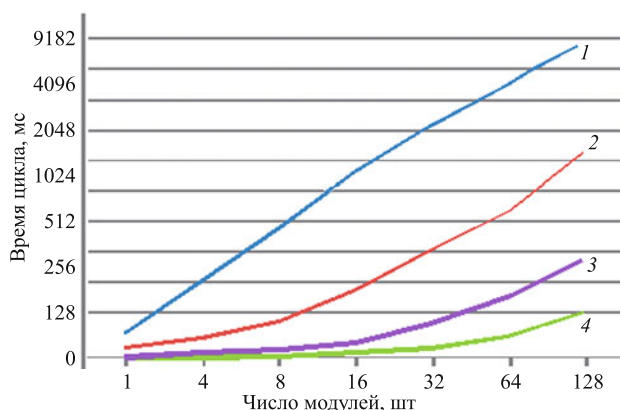


Рис. 4. Зависимость времени цикла устройств с интерфейсным управлением от числа модулей и скорости интерфейса:

1 – MODBUS 19 кбайт; 2 – MODBUS 115 кбайт; 3 – PROFIBUS 1,5 Мбайт; 4 – ST-BUS 1,25 Мбайт

ковыми датчиками положения, так и с реостатными датчиками.

Одна из проблем интерфейсного управления исполнительными механизмами – это время реакции на управляющее воздействие. Если в традиционной схеме оно составляет от 100 до 500 мс и практически не зависит от числа ИМ, подключённых к контроллеру, то в схемах с интерфейсным управлением оно определяется двумя величинами:

- скоростью обмена по последовательному интерфейсу;
- числом интерфейсных приборов управления ИМ.

На рис. 4 показаны графики усреднённых значений времени цикла устройств в зависимости от типа и скорости интерфейса и числа модулей.

Если для систем управления, некритичных по времени, может быть использован любой протокол, то для быстрых технологических процессов и систем противоаварийной защиты выбор возможен только в пользу PROFIBUS и ST-BUS. Но даже в этом случае время цикла обмена – 384 мс (PROFIBUS) и 128 мс (ST-BUS) – для 128 устройств может оказаться неприемлемым.

Для систем управления опасными производствами и систем противоаварийной защиты (ПАЗ) можно предложить другое решение (рис. 5). В данном случае время цикла обмена (обновления информации) со шкафами управления ИМ практически не зависит от числа шкафов (так как один шкаф – это один IP-адрес) и равно примерно 50 мс.

Для систем ПАЗ данная архитектура имеет ещё одно преимущество – повышение их надёжности. Применение коммуникационного контроллера ST-BUS в резервированной схеме, разделённой функционально по шкафам интеллектуальных сборок РТЗО, выполненных на ПБР-ТИ, позволяет добиться следующих преимуществ:

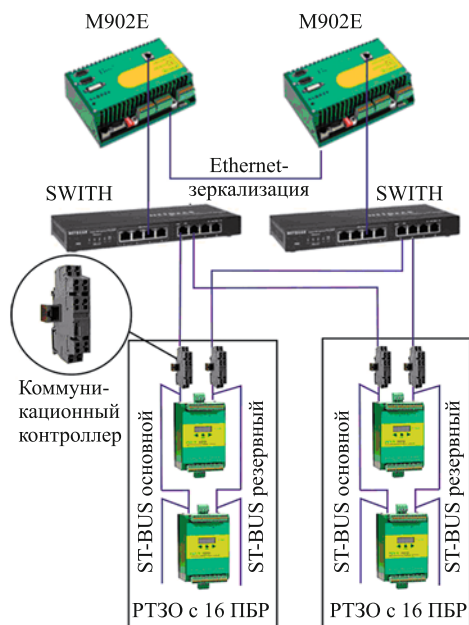


Рис. 5. Архитектура системы с резервированием функций коммуникаций

снижения интенсивности отказов системы ПАЗ вследствие применения полупроводниковых коммутационных элементов и увеличения доли диагностического покрытия благодаря диагностике, реализованной в ПБР-ТИ;

защиты системы ПАЗ от случайных обрывов сетевых коммуникаций (основных причин отказов для распределённых сетей) вследствие резервирования сетей и коммуникационного оборудования;

унификации ПБР-ТИ и возможности загрузки приложения через сети верхнего уровня, позволяющие производить оперативную замену элементов системы ПАЗ.

Для распределённых систем интересен ещё один вариант применения ПБР-ТИ (рис. 6) – это



Рис. 6. Компоновка прибора ПБР-ТИ в стандартном узле коммутации электропривода

компоновка прибора в стандартном узле коммутации электропривода (УКП-3-3-В3-IP54 УЗ). Из узла коммутации УКП-3 удаляем внутренние клеммы и на их место устанавливаем ПБР-ТИ, вводный автомат и независимый расцепитель, на передней панели дополнительно монтируем переключатель режима “ручной / автомат” и индикаторы положения ИМ. Таким образом получаем удалённый интеллектуальный пост управления ИМ, от которого во внешнюю среду (АСУТП или щит управления) уходит только интерфейсный кабель – витая пара в экране для физического интерфейса RS-485.

Описанные варианты применения интеллектуальных устройств для управления реверсивным приводом исполнительных механизмов АСУТП испытаны на различных объектах энергетики. Опытная и промышленная (на протяжении 3 лет) эксплуатация подтвердила полное соответствие рассмотренных схемных и программных решений объективным потребностям пользователей.