

правления, регулирования и защиты четырех турбомашин. Под турбомашинной понимается комплекс состоящий, например, из паровой турбины и компрессора или газовой турбины и компрессора и т.п., нагрузкой может быть и электрогенератор.

Кроме контроллеров TMR архитектуры (Tricon и Trident) компания выпускает семейство нерезервированных контроллеров локального назначения с ограниченным вводом/выводом. Контроллеры для паровых турбин TS310, TS310SV, TS320 обеспечивают регулирование частоты вращения и технологических параметров; реализуют: автоматический пуск, останов, предотвращение работы в зоне критической скорости. Имеют встроенные операторские интерфейсы и порты Modbus. Контроллер для антипомпажного управления центробежным компрессором TS160 имеет встроен-

ный интерфейс. Поддерживает протокол Modbus. TurboSentry – троированное электронное устройство для противоразгонной защиты вращающихся машин.

Все продукты Triconex помимо количественных показателей надежности отвечают самым гибким требованиям по сервисному обслуживанию (межремонтные сроки, "горячая" замена модулей без останова производства, развитые средства диагностики). Обеспечивается надежная защита от сбоев, связанных с "человеческим фактором": разграничение доступа и пароли, механические ключи, система ограничений в среде разработки прикладного ПО. Предусмотрено ведение истории как при разработке проекта, так и в процессе эксплуатации. С 1993 г. по настоящее время специалистами Triconex реализовано около 150 проектов в России и странах СНГ.

*Свечников Денис Юрьевич – ведущий инженер по системам ПАЗ,*

*Кiryushin Павел Николаевич – ведущий инженер по турбомашинному направлению ООО "Инвенсис Системс".*

*Контактный телефон (495) 787-28-90.*

*E-mail: pavel.kiryushin@ips.invensys.com, denis.svechnikov@ips.invensys.com*

## РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

**А.И. Елов, Г.И. Пургин (ООО "Прософт-Системы")**

Рассматриваются разработки Инженерной компании ООО "Прософт-Системы" в области высоконадежного оборудования для ответственных применений – троированный электронный автомат безопасности (ЭПЗ-800) и аппаратура вибрационного контроля ЦВА.

**PROSOFT®**  
SYSTEMS

При автоматизации технологических процессов в отраслях промышленности, связанных с потенциально опасными условиями производства, важнейшим требованием является повышенная надежность применяемого оборудования. Несмотря на высокое качество современного электронного и микропроцессорного оборудования, используемого в промышленной автоматизации, одним из путей повышения надежности является реализация дублированных и троированных решений при построении систем.

Инженерная компания ООО "Прософт-Системы" в течение 12 лет занимается разработкой приборов и систем для ответственного применения в различных областях промышленности – энергетике, металлургии, нефтегазовой, пищевой и химической отраслях.

Система менеджмента качества компании соответствует международному стандарту ISO 9001. Компания имеет все необходимые лицензии на производство средств измерений, проектирование и внедрение систем автоматизации, в том числе лицензии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Одной из основных задач по защите технологического оборудования при выработке электроэнергии является защита турбогенераторов от разгона, то есть достижения критических частот вращения ротора турбины за которыми следует разрушение агрегата.

Традиционно все турбоагрегаты оборудуются механическим автоматом безопасности с так называемыми "бойками", который требует механической настройки



на срабатывание при достижении опасной частоты вращения. Для проверки настройки автомата безопасности необходимо каждый раз разгонять турбину до частоты срабатывания, что резко снижает ресурс работы турбоагрегата.

Решением данной проблемы является применение троированного электронного автомата безопасности (ЭАБ) в комплекте с бесконтактными датчиками частоты вращения, устанавливаемыми на турбине.

В 2001 г. компанией "Прософт-Системы" был разработан "Трехканальный тахометрический комплекс с функцией противоразгонной защиты ЭПЗ-800". Техническое задание и Технические условия на ЭПЗ-800 были согласованы с производителем турбин ОАО "Ленинградский механический завод" и в "Департаменте научно-технической политики и развития РАО "ЕЭС России". Продолжая работы по данной тематике, были разработаны усовершенствованные бесконтактные датчики частоты вращения МЭД-1, МЭД-2 и тахометрический комплекс МТ-1 (сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.28.001.A №20803 и №20802 соответственно), которые легли в основу обновленной версии ЭПЗ-800.

На сегодняшний день ЭПЗ-800 успешно зарекомендовал себя на ряде объектов энергетики. В мае 2007 г. ЭПЗ-800 был введен в работу на турбоагрегате №4 Белоярской АЭС.

Наряду с этим, не менее важной задачей является контроль вибрационного состояния вращающихся частей агрегатов и механизмов. Виброконтроль наиболее быстрый и информативный вид контроля, выявляющий около 80% дефектов, возникающих в агрегатах. В 2004 г. компанией "Прософт-Системы" была разработана аппаратура вибрационного контроля ЦВА (сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.28.001.A №13228) с уникальными датчиками вибрации для применения во взрывоопасных зонах. В настоящее время аппаратура успешно эксплуатируется в горнодобывающей и нефтегазовой отраслях.

#### Описание трехканального тахометрического комплекса с функцией противоразгонной защиты ЭПЗ-800

Комплекс предназначен для измерения частоты вращения ротора турбины по трем независимым каналам с выдачей воздействия на электромагниты останова турбины при достижении аварийного значения частоты (рис. 1).

Измерение частоты осуществляется по принципу измерения периода между последовательными импульсами при заполнении высокой частотой. При достижении частоты вращения ротора значения уставки ( $110...112\% \omega_{ном}$ ) происходит выдача команды на останов турбины. При наличии большого ускорения ротора уставка снижается на величину, зависящую от ускоре-

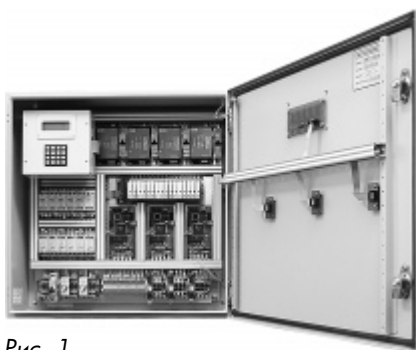


Рис. 1

ния, но не ниже задаваемой минимальной уставки (для исключения преждевременного срабатывания).

ЭПЗ-800 состоит из трех идентичных независимых каналов измерения частоты (КИ), связанных по кодовой линии связи (Modbus RTU/ RS-485) с дополнительным контроллером диагностики (КД). К каждому каналу подключается отдельный датчик частоты. (рис. 2)

Каждый канал измерения (КИ) запитан от отдельного источника вторичного питания. Выходные сигналы срабатывания по уставке, формируемые в КИ, сводятся на два релейных мажоритарных элемента "2 из 3". В каждом канале встроена функция контроля состояния контактов реле мажоритарного элемента соответствующего канала для исключения ложного срабатывания.

Каждый КИ по команде с контроллера диагностики может быть отдельно (или совместно с другими каналами) протестирован путем подачи сигнала частоты от внутреннего генератора как без срабатывания выходных реле, так и со срабатыванием.

Нагрузочная способность контактов мажоритарного элемента — 5А, 220В постоянного тока, что позволяет подключать цепи управления электромагнитами защит без дополнительных элементов.

Модульная конструкция ЭПЗ-800 и гальваническая развязка отдельных элементов позволяют при необходимости быстро производить замену отказавших элементов "на ходу" — без нарушения работоспособности комплекса.

Контроллер диагностики имеет в своем составе 16-кнопочную клавиатуру и двухстрочный дисплей и осуществляет функции: индикации частоты вращения по всем каналам; диагностики каналов измерения; связи с КИ и ЭВМ верхнего уровня по кодовой линии связи; задания уставок и коэффициентов; генерации пилооб-

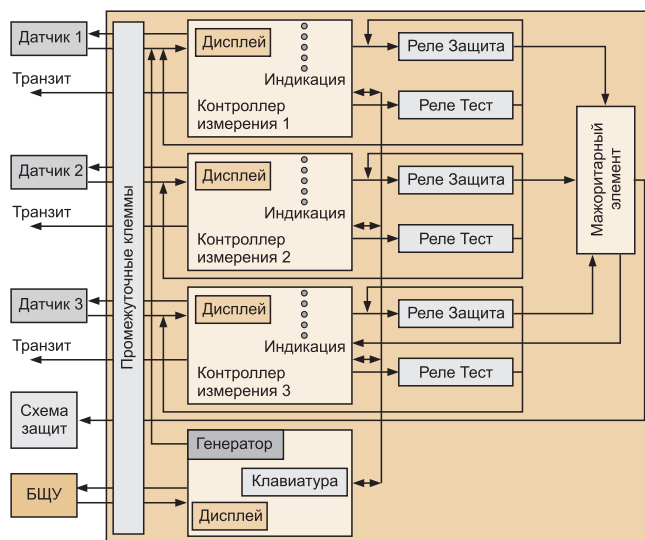


Рис. 2. Структурная схема ЭПЗ-800

разно изменяемой частоты с задаваемым ускорением для автоматического тестирования каналов измерения; архивирования событий. Контроллер диагностики также имеет отдельный источник вторичного питания.

Связь с внешними устройствами по физическим линиям организована через модули гальванической развязки и позволяет передавать следующую информацию: аналоговое значение (средней из трех) частоты вращения в диапазоне 4...20 мА; состояние комплекса (Работа, Отказ, Неисправность, Срабатывание, Повышенная частота, Защита снята).

Точность измерения частоты —  $10^{-5}$ , максимальное время от измерения частоты до замыкания контактов мажоритарного элемента на частоте 3000 Гц не превышает 0,02с. Заброс оборотов относительно уставки срабатывания при ускорении 500 об/мин/с (и выше) не превышает 15 оборотов.

ЭПЗ-800 поставляется с готовым, отработанным ПО. Встроенное ПО контроллеров базируется на ОС PV RT-Kernel. Все алгоритмы представлены в виде функциональных блок-диаграмм (FBD).

Питание ЭПЗ-800 осуществляется от источников постоянного тока и переменного тока 220В с автоматическим переключением на резервный источник питания.

#### Описание аппаратуры вибрационного контроля ЦВА

Аппаратура предназначена для вибрационного контроля и защиты турбоагрегатов, насосов, двигателей электрических станций, нефтеперекачивающих и газокompрессорных станций и других промышленных объектов.

В состав аппаратуры входят: контроллер и цифровые вибродатчики ИВД-1, ИВД-2, ИВД-3. Аппаратура име-



Рис. 3

ет взрывозащищенное исполнение 1ExbIICT5 (рис. 3).

Цифровой датчик ИВД-1 (рис. 4) предназначен для контроля вибрационного состояния агрегатов по величине среднеквадратического значения виброскорости в частотном диапазоне 10...1000 Гц. Датчик формирует мгновенное цифровое значение СКЗ виброскорости.

Цифровой датчик ИВД-2 (рис. 5) предназначен для работы в системах вибродиагностики и виброзащиты турбоагрегатов, насосов, электродвигателей и другого оборудования с самоконтролем температуры в

процессе эксплуатации. Датчик ИВД-2 производит одновременные измерения амплитуды виброперемещения, вибросмещения и температуры в зоне измерения.

Цифровой датчик ИВД-3 (рис. 6) производит измерение параметров вибрации (среднеквадратичное значение виброскорости и виброускорения) по одному, двум, трем взаимоперпендикулярным направлениям, может работать как интеллектуальный выключатель оборудования (датчик-реле). Датчик ИВД-3 имеет взрывозащищенное исполнение 1ExdIICT5.

Данные датчики имеют цифровой выход, что позволяет передавать мгновенные значения измеряемой величины по RS-485 интерфейсу (протокол Modbus RTU) в любую АСУ.

Для создания локальной виброзащиты во взрывоопасной зоне датчики ИВД-1, 2 должны подключаться к контроллеру вибрации ЦВА.

Контроллер осуществляет установку технологических режимов и параметров, производит последовательный опрос датчиков, выводит величину виброскорости на ЖКИ, формирует статус, осуществляет связь с АСУ ТП верхнего уровня, ведет журнал событий и формирует релейный сигнал типа "сухой контакт" при аварийной вибрации по каждому датчику. Контроллер ЦВА имеет блок барьеров искрозащиты, который ограничивает мощность сигнала в соответствии с нормативными требованиями по работе во взрывоопасных зонах.



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

*Елов Алексей Иванович — начальник отдела систем регулирования,  
Пургин Григорий Иванович — начальник отдела маркетинга ООО "Профт-Системы".*

*Контактный телефон: (343) 376-28-20, факс: (343) 376-28-30.*

*E-mail: info@prosoftsystems.ru, http://www.prosoftsystems.ru*

23-26 октября 2007 года, Москва, ВВЦ, павильон № 69

**IV Всероссийская (Федеральная) промышленная ярмарка. Выставка "Интертехсалон-2007"**

Выставка "Интертехсалон" объединяет в этом году: технологии автоматизации производственных процессов, современные информационные технологии и роботизированные интеллектуальные системы. Традиционно получит дальнейшее развитие тематическое направление аэрокосмических технологий.

Одним из ключевых мероприятий выставки будет III Всероссийская Олимпиада роботов.

[Http://www.miif.ru](http://www.miif.ru)