

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ АВТОМАТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЭПЗ-800 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОТИВОРАЗГОННОЙ ЗАЩИТЫ ТУРБИН

А.И. Елов (ООО "Прософт-Системы")

Представлены конструктивные особенности, функциональные возможности и преимущества использования электронных автоматов безопасности ЭПЗ-800, предназначенных для повышения надежности противоразгонной защиты турбин.

PROSOFT[®]
SYSTEMS

В связи с существенным ростом потребности промышленных предприятий в электроэнергии, генерирующие компании (ОГК, ТГК) ориентируются на увеличение своих мощностей путем строительства новых энергоблоков. Не менее актуальной задачей является поддержание в работоспособном состоянии существующего парка турбоагрегатов. В связи с этим особое внимание уделяется повышению надежности и бесперебойности их работы.

Действующие в настоящий момент правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ регламентируют требования к испытанию защиты турбоагрегатов от повышения частоты вращения. Действие автоматической защиты турбоагрегата предусмотрено в случае достижения предельно допустимых значений параметров, превышение которых может привести к аварии.

Большая доля турбоагрегатов на электростанциях оборудована механическим автоматом безопасности с так называемыми "бойками", который требует механической настройки на срабатывание при достижении опасной частоты вращения. Настройка и проверка надежности данной системы защиты осуществляется путем многократных разгонов ротора (разгон турбины до частоты срабатывания), что зачастую связано с риском разрушения турбоагрегата и резко снижает ресурс его работы.

Результаты исследования проведенного специалистами Всероссийского теплотехнического института говорят о необходимости исключения разгона ротора из практики настройки и испытаний защиты от повышения частоты вращения. Для решения этой проблемы было предложено, чтобы на предприятиях РАО "ЕЭС России" параллельно существующему механическому использовался электронный автомат безопасности. Надежность такого устройства должна быть гарантирована наличием резервированного энергопитания, отсутствием ложных срабатываний, высоким быстродействием. Целесообразность его применения обусловлена возможностью производить проверки защиты путем подачи на вход сигнала, имитирующего частоту вращения ротора, не подвергая турбоагрегат риску. Механический автомат безопасности в этом случае выполнял бы функции резервного устройства, проходя только стендовую настройку.

Электронный автомат безопасности ЭПЗ-800

Инженерной компанией "Прософт-Системы" разработан электронный автомат безопасности паровых турбин – трехканальный тахометрический комплекс с функцией электронной противоразгонной защиты

ЭПЗ-800 в комплекте с бесконтактными датчиками частоты вращения, устанавливаемыми на турбине (рис.1). 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".

Прибор предназначен для измерения частоты вращения ротора турбины по трем независимым каналам с задачей воздействия на электромагниты останова турбины при достижении аварийного значения частоты.

Для обеспечения отсутствия ложных срабатываний в ЭПЗ-800 используется резервирование в виде трех параллельных каналов. Результирующий сигнал формируется по принципу "два из трех".

ЭПЗ-800 реализует следующие основные функции:

- независимое одновременное измерение частоты вращения ротора по трем каналам с расчетом ускорения и отображением усредненной частоты на передней панели прибора;
- отображение на дисплее контроллера диагностики: измеряемой частоты по трем каналам в диапазоне 3...10000 Гц; режимов работы и состояние каналов; уставки срабатывания с коэффициентом по ускорению; частоты срабатывания; наличия связи с измерительными контроллерами;
- индикация состояния каналов на светодиодных индикаторах: неисправность; работа; тест; срабатывание; неисправность датчика;
- выдача релейного мажоритарного сигнала "два из трех" при превышении заданного значения частоты вращения турбины с учетом ускорения;
- выдача дискретных сигналов типа "сухой контакт" для индикации о состоянии прибора на блочном щите управления;
- тестирование каналов измерения с заданием частоты от внутреннего генератора;



Рис. 1. Внешний вид электронного автомата безопасности ЭПЗ-800

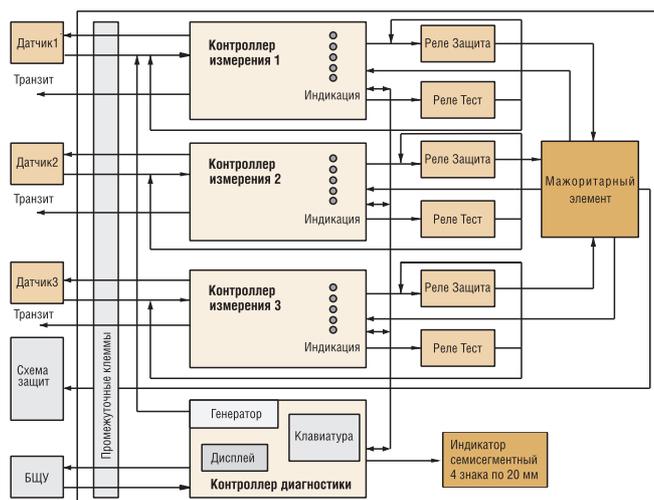


Рис. 2. Структурная схема электронного автомата безопасности ЭПЗ-800

- диагностика состояния каналов измерения с индикацией на дисплее контроллера диагностики;
- выдача аналогового сигнала 4...20 мА, пропорционального частоте вращения ротора турбины;
- ведение журнала событий и запись аварийных и текущих архивов;
- связь с ЭВМ верхнего уровня через интерфейс RS-485 по протоколу Modbus/RTU.

Измерение частоты в ЭПЗ-800 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 ускорения, но не ниже задаваемой минимальной уставки (для исключения преждевременного срабатывания).

Структура и основные технические характеристики ЭПЗ-800

Для измерения частоты вращения агрегатов компанией "Профсофт-Системы" были разработаны бесконтактные датчики частоты вращения МЭД-1 и преобразователь тахометра 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.

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

Каждый канал измерения запитан от отдельного источника вторичного питания. Выходные сигналы срабатывания по уставке, формируемые в КИ, сводятся

на релейный мажоритарный элемент "2 из 3". В каждом канале встроена функция контроля состояния контактов реле мажоритарного элемента соответствующего канала для исключения ложного срабатывания.

Каждый КИ по команде от 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.

Точность измерения частоты – 10^{-4} , максимальное время от измерения частоты до замыкания контактов мажоритарного элемента на частоте 3000 Гц не превышает 0,02 с. Заброс оборотов относительно уставки срабатывания при ускорении 500 об/мин/с не превышает 15 оборотов.

ЭПЗ-800 поставляется с готовым, отработанным ПО. Встроенное ПО контроллеров измерения базируется на системе РВ RT-Kernel. Все алгоритмы представлены в виде функциональных блок-диаграмм (FBD). Питание ЭПЗ-800 осуществляется от источников постоянного тока и переменного тока 220 В с автоматическим переключением на резервный источник питания.

Основные преимущества

Применение ЭПЗ-800 позволит увеличить надежность и ресурс работы турбоагрегатов, исключив необходимость разгонов турбоагрегата для проведения регламентных испытаний всей цепи защиты от повышения частоты вращения. Проверка работоспособности ЭАБ может производиться на стоящей турбине, на холостом ходу или под нагрузкой от имитатора частоты вращения ротора турбины.

Кроме этого, в ЭПЗ-800 применен перспективный метод анализа динамики вращения ротора (анализ скорости увеличения частоты вращения), который позволяет формировать уставку срабатывания защиты в зависимости от темпа увеличения частоты вращения.

Возможна параллельная работа ЭАБ и механических автоматов безопасности. В этом случае использование ЭПЗ-800 параллельно механическому автомату безопасности позволяет системе защиты выполнить свои функции по своевременному и эффективному подавлению нарастания частоты вращения по команде электронного автомата безопасности еще до момента срабатывания механического автомата, настроенного на более высокий уровень. В таком варианте настройки защиты дублирование систем также повышает надежность их работы.

В июне 2007 г. на турбогенераторе №4 Белоярской АЭС, входящей в состав государственного концерна "Росэнергоатом", проведены испытания и осуществлен запуск в опытную эксплуатацию тахометрического комплекса с функцией электронной противоразгонной защиты турбин ЭПЗ-800.

Елов Алексей Иванович – начальник отдела АСУТП ООО "Профсофт-Системы".

Контактные телефоны: (343) 376-28-20, (343) 376-28-30.

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