

# Измерительная система температурного контроля генератора

Владимир Гаркуша, Владимир Гололобов

В статье описывается измерительная система температурного контроля генератора, разработанная ОАО «НИПС» и предназначенная для многоканального измерения температуры в контрольных точках турбогенератора энергоблоков 100-300 МВт.

## ВВЕДЕНИЕ

Одними из самых распространённых систем температурного контроля генератора для энергоблоков мощностью от 100 до 300 МВт являются системы А-701, которые были разработаны более 25 лет назад и к настоящему времени технически и морально устарели, выработали свой ресурс и требуют замены. Опыт эксплуатации этих систем показал крайне низкую их надёжность и слабую ремонтпригодность из-за использования устаревших комплектующих изделий, поэтому назрела острая необходимость внедрения новых высоконадёжных систем, выполненных на современной элементной базе, которые к тому же могли бы интегрироваться в существующие АСУ ТП.

Для замены систем А-701 предлагается измеритель-

ная система температурного контроля генератора (ИСТКГ) разработки ОАО «Новосибирский институт программных систем» («НИПС»), которая выполняет все функции А-701 по контролю температур и, кроме того, имеет дополнительные возможности, позволяющие использовать её в составе АСУ ТП энергоблока. ИСТКГ построена на базе современных программно-аппаратных средств промышленного назначения, которые обеспечили не только высокую надёжность и ремонтпригодность системы, но и позволили реализовать высокоточные измерения за счёт использования компьютерных методов проведения калибровки и поверки измерительных каналов, а также обработки сигналов.

## ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ИСТКГ

Система ИСТКГ предназначена для многоканального измерения температур в контрольных точках турбогенератора энергоблока и сигнализации о выходе значений температур за установленные технологические пределы (уставки). Основная область применения системы ИСТКГ – энергетика, главная решаемая задача – обеспечение безопасности энергетических систем.

Принцип действия ИСТКГ основан на преобразовании сопротивлений встроенных в контрольные точки турбогенератора термопреобразователей сопротивлений в частоту, её измерении, вычислении сопротивлений по измеренным значениям частоты и далее преобразовании этих сопротивлений в значения измеряемой температуры с учётом номинальных статических

характеристик термопреобразователей сопротивлений по ГОСТ 6651-94 и ГОСТ 6651-59.

Аппаратура системы ИСТКГ размещена в двух шкафах: измерительном и индикаторном (рис. 1).

Шкаф измерительный содержит контроллер устройств связи с объектом (контроллер УСО), два блока УСО с двенадцатью шестиканальными модулями УСО и блоком питания в каждом, блок клеммников (рис. 2). Используемый шкаф серии PROLINE фирмы Schroff имеет полностью прозрачную переднюю дверь, через которую видны индикаторы наличия напряжения питания в модулях УСО. Модули УСО осуществляют преобразование сопротивлений термопреобразователей сопротивлений в частоты, которые далее измеряются в контроллере УСО. По измеренным частотам в контроллере УСО вычисляются значения сопротивлений, преобразуемые затем в соответствующие им значения температуры, которые потом в цифровом виде передаются в шкаф индикаторный через два сетевых интерфейса Ethernet и один интерфейс RS-485 (опция, реализуемая по согласованию с заказчиком).

В состав контроллера УСО входят стандартные покупные платы сбора, обработки и хранения информации:

- IBM PC совместимая процессорная плата CPU686 фирмы Fastwel осуществляет сбор и обработку данных с блоков УСО, организует обмен данными между техническими средствами;
- два адаптера сети Ethernet 5500 фирмы Octagon Systems предназначены



Рис. 1. Шкафы измерительной системы температурного контроля генератора



Рис. 2. Размещение устройств в измерительном шкафу

для передачи информации техническим средствам индикаторного шкафа по основной и резервной линиям связи;

- модули ввода-вывода UNIO96-5 фирмы Fastwel осуществляют связь процессорной платы с блоками УСО. Все платы контроллера УСО установлены в шестислотовый каркас 5276-RM (формат MicroPC) с блоком питания 5101 фирмы Octagon Systems. Каркас крепится на DIN-рейку.

Модули УСО собственной разработки представляют собой шестиканальные преобразователи сопротивление/частота (ПСЧ-6). Основные характеристики этих модулей приведены в табл. 1. Конструктивно ПСЧ-6 выполнены в виде модулей 6U по стандарту Евромеханики МЭК 60297 (части 1, 2). На передней панели расположены индикатор наличия напряжения питания и ручки для установки модуля в каркас. Модули ПСЧ-6 допускают оперативную замену при работающей системе.

В шкафу индикаторном (рис. 3) размещён жидкокристаллический монитор и контроллер индикации с набором

интерфейсных модулей, осуществляющих связь со шкафом измерительным и с АСУ ТП верхнего уровня через интерфейсы Ethernet и токовая петля (20 мА).

Контроллер индикации реализован на базе IBM PC совместимых аппаратных средств промышленного назначения, выполненных в формате MicroPC, и содержит в своём составе:

- процессорную плату CPU686;
- три адаптера сети Ethernet 5500;
- преобразователь интерфейса RS-232 в интерфейс токовая петля изготовления ОАО «НИПС».

Все модули контроллера индикации установлены в каркас 5276-RM с блоком питания 5101. Каркас крепится на DIN-рейку, расположенную в нижнем отсеке индикаторного шкафа. К процессорной плате CPU686 подключаются монитор и через интерфейсную плату PSK1686 алфавитно-цифровая клавиатура и манипулятор «мышь».

Конструктивно индикаторный шкаф выполнен на базе шкафа серии PRO-LINE фирмы Schroff, имеющего прозрачную дверь в верхней части, напротив которой установлен монитор. На выдвижной полке шкафа располагаются клавиатура и манипулятор «мышь».

Питание всех функциональных элементов измерительного и индикаторного шкафов осуществляется через источники бесперебойного питания PowerLine 1000RM с двойным преобразованием напряжения.

Общая схема системы ИСТКГ приведена на рис. 4.

Дополнительно в индикаторном шкафу может быть установлен IBM PC совместимый компьютер с реализованным на нём OPC-сервером DA 2.05 для связи с АСУ станции.

Выбор элементов аппаратной части определялся требованиями к условиям работы системы и к её надёжности. Шкаф измерительный располагается возле турбогенератора, в условиях повышенной вибрации и повышенной температуры. Использование одинаковых



Рис. 3. Размещение устройств в индикаторном шкафу

контроллеров в шкафах измерительном и индикаторном обеспечивает согласование по надёжности обоих компонентов системы и уменьшает количество типов запасных частей для системы.

Программные средства ИСТКГ реализованы на базе ПТК «НИПС» и допускают развитие и адаптацию к конкретным требованиям заказчика.

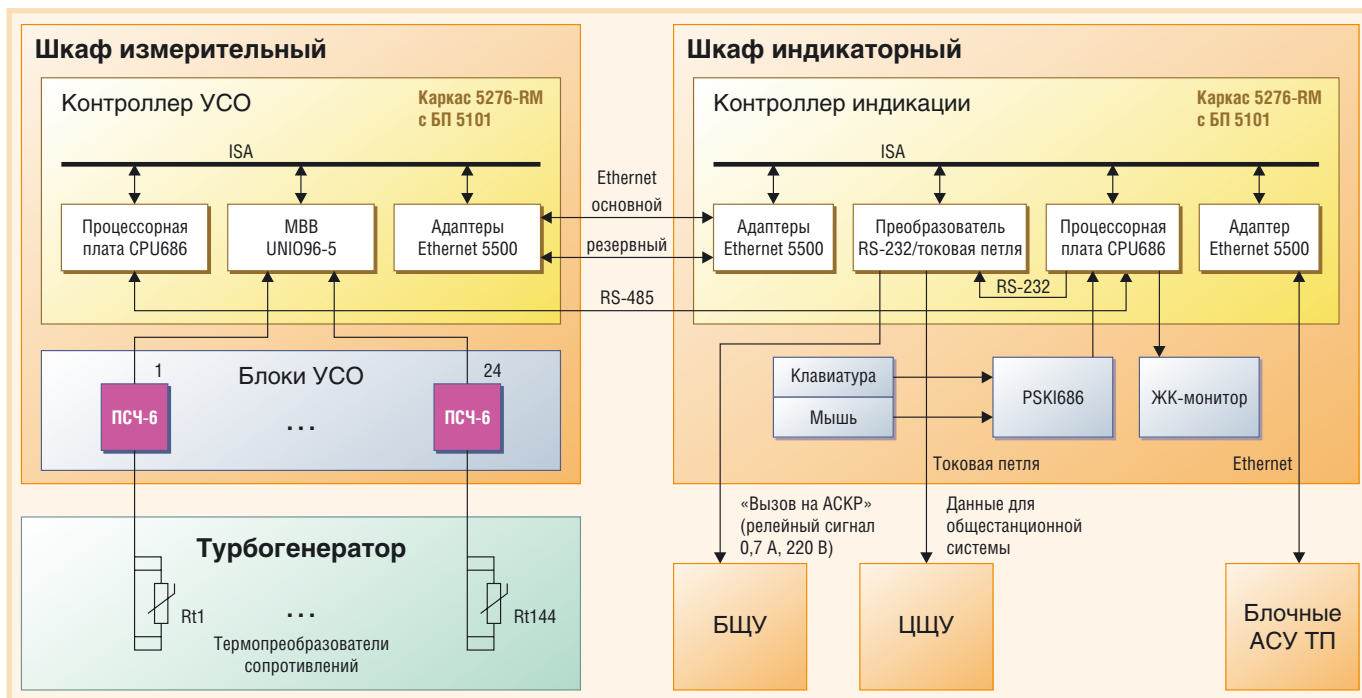
Программное обеспечение ИСТКГ выполняет следующие основные функции:

- контроль и диагностику состояния каналов измерения температуры;
- визуализацию температурных данных в виде мнемосхем, графиков, таблиц;

Таблица 1

Основные характеристики модулей преобразователей сопротивление/частота ПСЧ-6

|   |                  |
|---|------------------|
| Количество каналов  | 6                |
| Диапазон измеряемых входных сопротивлений                                   | 45...170 Ом      |
| Ток через измеряемое сопротивление  | Не более 8 мА    |
| Диапазон выходных частот  | 14...50 кГц      |
| Напряжение питания  | 10,8...13,2 В    |
| Мощность потребления одного канала  | Не более 300 мВт |
| Напряжение гальванической изоляции каналов друг от друга и от цепей питания | Не менее 2,5 кВ  |



Условные обозначения:

MVB — модули ввода-вывода; БП — блок питания; ПСЧ-6 — шестиканальные преобразователи сопротивление/частота (модули УСО); PSKI686 — интерфейсная плата для подключения алфавитно-цифровой клавиатуры и манипулятора «мышь»; БЩУ — блочный щит управления; ЦЩУ — центральный щит управления; АСКР — автоматизированная система контроля режимов генератора.

Рис. 4. Общая схема системы ИСТКГ

- формирование для каждого измерительного канала сообщений при достижении измеряемой температурой значений технологических уставок;
- выдача команды на формирование дискретного релейного сигнала «Вызов на АСКР» для включения соответствующего табло на блочном щите управления (БЩУ);
- ведение архива температурных данных и архива нештатных ситуаций;
- передачу данных в АСУ ТП верхнего уровня.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ

Основные технические характеристики системы ИСТКГ приведены в табл. 2.

Помимо этого, следует отметить ряд её особенностей.

ИСТКГ обеспечивает измерение температуры при работе с термопреобразователями сопротивления типов ТСП50, ТСП100, ТСМ50 или ТСМ100 с любой номинальной статической характеристикой по ГОСТ 6651-94, а также с термопреобразователями сопротивления с градуировками 21, 23 или 24 по ГОСТ 6651-59.

Система сохраняет свои характеристики при подключении термопреобразователей сопротивления по четырёхпроводной схеме, длине линии связи не более 500 м, сопротивлении утечки между проводами линии связи не менее  $2 \times 10^6$  Ом, сопротивлении каждого из проводов линии связи не более 20 Ом.

По условиям эксплуатации ИСТКГ относится к группам В2, Р1, L3 по ГОСТ 12997: температура окружающего воздуха от 5 до 40°C, относительная влажность до 80% при температуре 30°C, атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

Питание ИСТКГ осуществляется от промышленной сети переменного тока с напряжением  $(220 \pm 22)$  В и частотой  $(50 \pm 1)$  Гц. Потребляемая мощность составляет не более 800 Вт. Измерительная система сохраняет работоспособность при перерыве в подаче питающего сетевого напряжения продолжительностью не более 2 часов.

Средний срок службы системы составляет не менее 10 лет с учётом проведения восстановительных работ.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система внедрена в промышленную эксплуатацию на Сургутской ГРЭС-1 на энергоблоках 200 МВт.

Система ИСТКГ внесена в Государственный реестр средств измерений РФ.

Авторы выражают благодарность работникам Сургутской ГРЭС-1 за плодотворное сотрудничество. ●

**Авторы — сотрудники  
ОАО «НИПС»  
Телефон: (383) 332-4066, 330-8576  
Факс: (383) 332-4061**

Основные технические характеристики системы ИСТКГ

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Количество каналов измерения температуры  | 144                              |
| Количество дискретных выходов для сигнализации  | 2 (220 В; 0,7 А)                 |
| Диапазон измерения температур   | 1,5...150°C                      |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры без учёта погрешности первичных преобразователей   | Не более $\pm 0,5^\circ\text{C}$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения достижения измеряемой температурой значений верхней и нижней аварийной, верхней и нижней предупредительной уставок | Не более $\pm 0,5^\circ\text{C}$ |
| Напряжение гальванической изоляции для измерительных каналов относительно корпуса и между собой   | Не менее 2500 В                  |
| Значение коэффициента подавления помех общего вида с частотой 50 Гц   | Не менее 80 дБ                   |
| Время измерения сопротивления термопреобразователей и преобразования результатов измерения в значение температуры   | Не более 7 с по всем каналам     |

Таблица 2