

Система температурного контроля кабельных линий «СТК ТОРАЗ»



ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ СИСТЕМ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ (СТК)

Принцип работы оптоволоконного датчика

Физические воздействия на оптоволокно (такие как температура, давление и сила натяжения) локально изменяют характеристики пропускания света и, как следствие, приводят к изменению характеристик сигнала обратного отражения. В основе измерительных систем на основе оптоволоконных датчиков используется сравнение спектров и интенсивностей исходного лазерного излучения и излучения, рассеянного в обратном направлении, после прохождения по оптоволокну.

Обратное световое рассеяние при температурном воздействии

Оптические волокна изготовлены из легированного кварцевого стекла. Кварцевое стекло представляет собой разновидность двуоксида кремния (SiO_2) с аморфной твердотельной структурой. Температурные воздействия инициируют вибрации в молекулярной решетке. Когда свет попадает на термически возбужденные молекулы, происходит взаимодействие между световыми частицами (фотонами) и электронами. Таким образом, в оптическом волокне происходит световое рассеяние, так же известное, как рамановское рассеяние (рисунок 1).

Обратное световое рассеяние состоит из нескольких спектральных составляющих:

- рэлеевское рассеяние с длиной волны, аналогичной используемой в лазерном источнике;

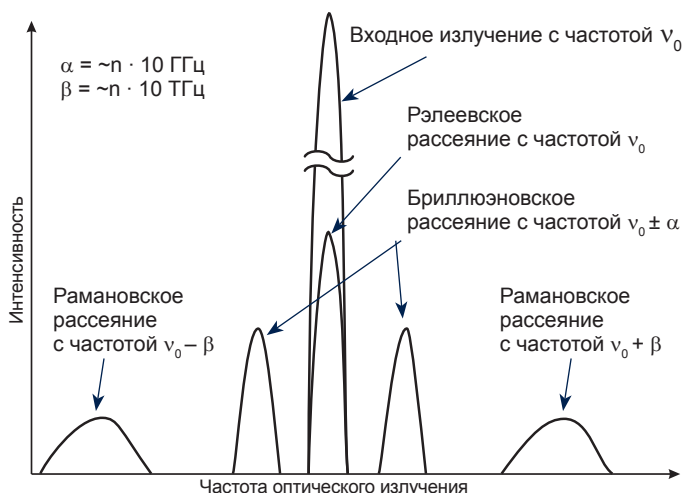


Рис. 1. Световое рассеяние в оптическом волокне

- стоксовы компоненты рамановского рассеяния с длиной волны большей, чем у используемого лазерного источника, при которых испускаются фотоны;
- антистоксовы компоненты рамановского рассеяния с меньшей длиной волны, по сравнению с рэлеевским рассеянием, при которых фотоны поглощаются.

Интенсивность рассеяния так называемого антистоксова диапазона зависит от температуры, в то время как стоксов диапазон от температуры практически не зависит. Локальная температура оптического волокна выводится из отношения антистоксовой и стоксовой интенсивностей света.

Бриллюэновские линии, которые более интенсивные, чем стоксовы, но имеют меньший спектральный сдвиг. Этот спектральный сдвиг вызван акустическими колебаниями кристаллической решетки волокна и несет в себе информацию о механических напряжениях и температурах, воздействующих на волокно. Воздействие механических напряжений и температур приводит к изменению положения бриллюэновской линии на оси частоты оптического излучения.

Датчики температуры на основе рамановских линий

Самым современным оборудованием в системе мониторинга распределения температуры является распределенный оптоволоконный датчик температуры на основе рамановских линий. Принципом работы датчика является то, что интенсивность стоксовой рамановской компоненты рассеянного излучения практически не зависит от температуры, а интенсивность антистоксовой линии сильно связана с температурой. Это позволяет, определяя отношение интенсивности антистоксовой линии и стоксовой линии, определять значение температуры. Данный подход позволяет избавиться от погрешности, связанной с возможными флуктуациями мощности зондирующего лазерного импульса. Системы этого типа могут работать на расстояниях в несколько километров. Пространственное разрешение может достигать 0,5 м.

Технология DTS на базе рамановского рассеяния позволяет использовать стандартный волоконно-оптический кабель длиной до 15 км в качестве распределенного датчика температуры.

ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ ТОРАЗ

Система автоматизации питающего центра (АСУ ТП ПС) представляет собой большую распределенную многоуровневую информационную систему, обрабатывающую десятки тысяч сигналов от различных подсистем: ССПИ, РЗА, РАС, ПКЭ, ЧР и т.д.

Обязательными условиями эффективной эксплуатации систем АСУ ТП являются:

- комплексная диагностика состояния силового оборудования;
- стандартизованный подход к построению АСУ ТП и смежных подсистем;
- применение только открытых протоколов передачи данных;
- единые требования к классификации, кодированию и представлению информации;
- самодиагностика всех элементов системы.

Как показал анализ ситуации с распространенными на рынке системами температурного контроля, степень их интеграции в АСУ ТП даже ниже, чем АИИС КУЭ. Но в случае с АИИС КУЭ это обосновано организационными причинами, в случае с СТК никакого обоснования нет. При том, что система термоконтроля, фактически, представляет собой виртуальный датчик температуры на каждом погонном метре высоковольтного кабеля, в АСУ ТП по стандартному протоколу обычно передается лишь 36 малоинформативных интегральных параметров, хотя, при питании ПС от 2-х КЛ и характерной длине КЛ 8 км, для трех фаз полезную информацию представляют 48 000 измерений температуры с интервалом в 1 минуту. По 36-ти интегральным параметрам невозможно выполнять расчетные задачи (например, прогнозирование допустимой нагрузки на КЛ), осуществлять отображение результатов измерений на картах и схемах, отслеживать динамику процессов. Распространенные на рынке системы температурного контроля имеют возможность анализа и отображения только средствами закрытого ПО, поставляемого

производителем систем и имеющего технические ограничения по архитектуре системы — 1 АРМ, 1 сервер БД и т.п.

Для полноценной интеграции в АСУ ТП необходима передача всех измерений температуры по стандартным протоколам связи и выполнение задач анализа и графического отображения средствами АСУ ТП.

При этом стоит отметить, что далеко не все существующие АСУ ТП способны обрабатывать и хранить такое количество информации.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СТК ТОРАЗ

Система СТК ТОРАЗ — стационарная автоматическая многоканальная система непрерывного действия. Измерение температуры основано на измерении оптического рамановского обратного рассеивания с использованием оптической рефлектометрии во временной области.

Система СТК ТОРАЗ

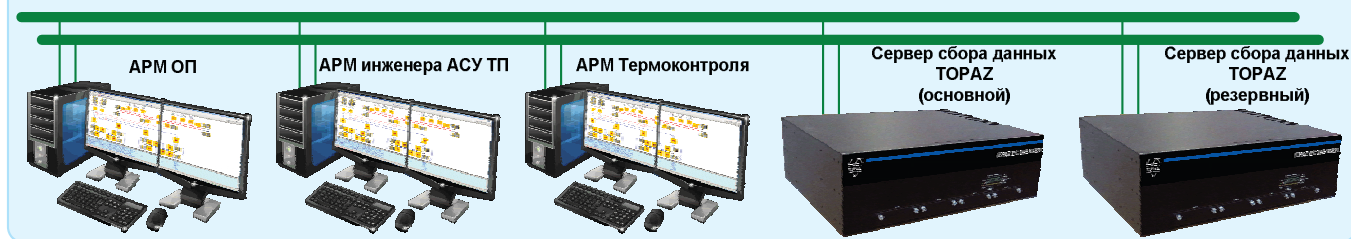
Наименование параметра	Значение
Режим работы	непрерывный
Диапазон измерений по температуре	от $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+650\text{ }^{\circ}\text{C}$
Температурное разрешение	$0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$
Диапазон измерений по длине кабеля, км	0,5; 2; 4; 8; 12; 15
Шаг измерений по длине	1 м
Тип волокна	многомодовое, 50/125 или 62,5/125 мкм
Длина волны лазера	975 нм или 1550 нм
Номинальное напряжение питания	24 В (постоянный ток) или 220 В (переменный ток)
Максимальный потребляемый ток	не более 300 мА
Потребляемая мощность	не более 30 Вт
Время одного измерения	3 с на 4 км, от 12 с на 15 км
Время установления показаний (выходного сигнала)	не более 10 с
Предел допускаемой основной погрешности измерения температуры: – в эксплуатации – после калибровки	не более $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ не более $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$
Точность определения места обрыва волоконно-оптического кабеля	не более 1 м
Количество каналов	1, 2, 4, 8 или 16
Класс лазерной безопасности	1М согласно ГОСТ IEC 60825-1-2013
Класс защиты от поражения электрическим током	не ниже II



Рис. 2. Шкаф СТК ТОРАЗ

Варианты реализации системы термоконтроля на базе ПТК ТОPAZ

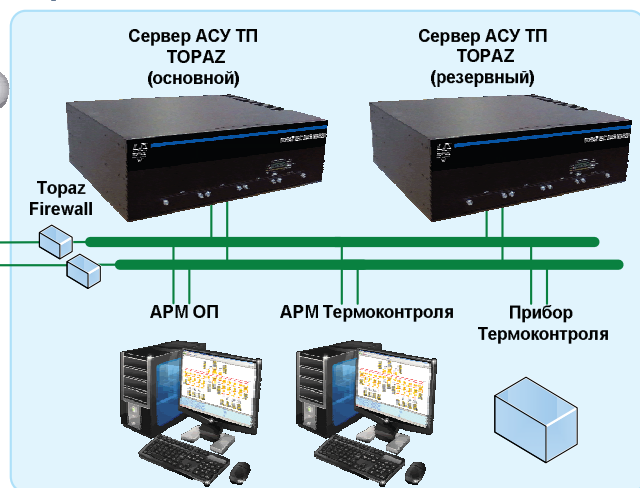
Единый диспетчерский пункт



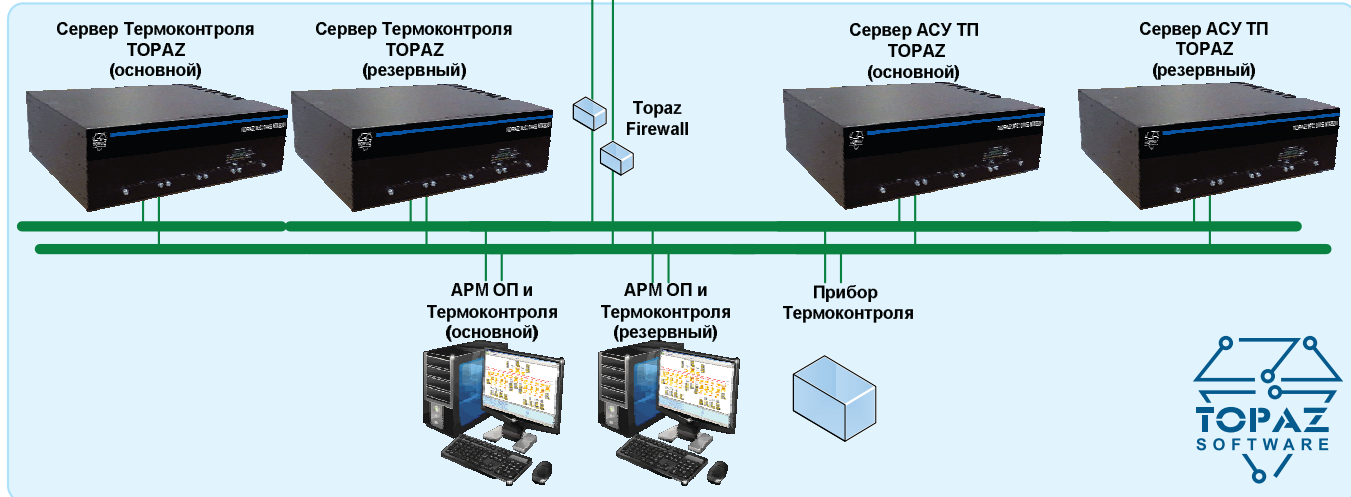
Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3



АППАРАТНАЯ ПЛАТФОРМА СТК ТОPAZ

Система термоконтроля ТОPAZ позволяет использовать в качестве аппаратной платформы как отдельные серверы, так и серверы АСУ ТП ПС. В клиентской части используется программное обеспечение ТОPAZ SCADA CLIENT с расширением ТОPAZ Термоконтроль, которое может быть установлено и использоваться либо на отдельных автоматизированных рабочих местах операторов СТК, либо на автоматизированных рабочих местах операторов АСУ ТП (то есть реализована полная интеграция с АСУ ТП ПС).

ПТК ТОPAZ, в состав которого входит Система термоконтроля ТОPAZ, позволяет организовать единый диспетчерский пункт (систем телемеханики, АСУ ТП и термоконтроля), в том числе на основе АСТУ ТОPAZ с поддержкой CIM-модели.

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТК ТОPAZ

Итак, в чем же заключаются ключевые особенности СТК ТОPAZ и отличия от аналогичных систем, представленных на рынке?

Прежде всего, это эффективность внедрения и эксплуатации за счет унификации:

- масштабируемое единое ПО, применяемое как в серверах TOPAZ в составе СТК, так и в АСУ ТП;
 - масштабируемое аппаратное обеспечение, также применяемое как в составе СТК TOPAZ, так и в АСУ ТП;
 - унификация знаний и навыков эксплуатирующего персонала, типовых решений, ПО, устройств, ЗИП;
 - легкая масштабируемость, реализация автоматизированных алгоритмов АСУ ТП на основе автоматической обработки данных СТК TOPAZ.
- Во-вторых, независимость пользователя от одного производителя:
- применение в СТК TOPAZ только стандартных протоколов обмена;
 - ПО предназначено для работы на различных платформах;
 - система (ПТК TOPAZ) применяется не у одного-двух заказчиков, а у многих заказчиков в одной отрасли;
 - в качестве хранилища данных используется система управления базами данных СУБД MySQL с открытыми исходными кодами;
 - возможность обмена информацией с устройствами различных производителей.
- В третьих, надежность СТК за счет построения на основе типовых приборов и компонентов, выпускаемых серийно и многократно опробованных в других системах:
- использование безвентиляторных решений для

- приборов термоконтроля и для системы гарантированного питания;
- применение безвентиляторных высокопроизводительных промышленных контроллеров в качестве серверов;
- резервирование серверов и каналов передачи данных.

ВЫВОДЫ

Таким образом, применение системы температурного контроля СТК TOPAZ обеспечивает как реализацию непосредственных задач термоконтроля кабельных линий, так и полноценную интеграцию в АСУ ТП с передачей данных по стандартным протоколам обмена информацией для последующего выполнения расчетных задач, отображения результатов на картах и схемах, отслеживания динамики процессов.

Внедрение СТК TOPAZ позволяет проводить работы по монтажу, наладке, вводу в эксплуатацию в сжатые сроки, а также выполнять модернизацию и расширение систем АСУ ТП путем доустановки и интеграции СТК без каких-либо технологических сложностей. **Р**

ЛИТЕРАТУРА

1. Моисеева Н.П. Волоконно-оптические датчики температуры. URL: <http://www.temperatures.ru>
2. Скворцов Д.А. Комплексная автоматизация сетей 20 кВ // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, 2015, № 4(31). С. 80–83.

PLC Technology

ООО «ПИЭЛСИ ТЕХНОЛОДЖИ»

является разработчиком и производителем ПТК «ТОPAZ», предназначенным для создания таких систем, как АСТУ, АСУ ТП, ССПИ, ТМ, АИИС КУЭ, РАС, ПКЭ, СТК КЛ, Smart

Grid и др. ПТК TOPAZ применяется более чем в:

- 207 АСУ ТП и ССПИ ПС 220 кВ и 110 кВ;
- 2200 РП и ТП 6–20кВ;
- 12 ЦУС и ДП,
- 230 АСУ ТП объектов городской и транспортной инфраструктуры.

ООО «ПиЭлСи Технолоджи» — предприятие без иностранного участия в уставном капитале, имеющее на территории России полный производственный цикл, а именно:

- разработку электронных блоков и контроллеров, включая схемотехнические и дизайнерские решения, а также программирование микроконтроллеров;
- серийное производство электронных блоков и контроллеров, включая производство плат на современной автоматической роботизированной линии;

- разработку специализированного программного обеспечения TOPAZ SCADA для контроллеров уровня объекта, серверов и автоматизированных рабочих мест (АРМ);
- серийное производство комплектов (шкафов) для ССПИ, АСУ ТП, АСКУЭ, ККЭ, РАС, РЗА;
- проектирование ССПИ, АСУ ТП и др.
- монтаж ССПИ, АСУ ТП и др. на объектах заказчика.

www.tpz.ru

