

## «ASTRO» - система контроля температуры кабельной линии с использованием оптоволоконного датчика

Из-за своей большой стоимости и высокой технологической значимости аварийный выход из строя силовых высоковольтных кабельных линий является чрезвычайным происшествием, требующим срочного и дорогостоящего ремонта. Во многих случаях причиной аварийности кабельной линии являются локальные перегревы, которые могут быть вызваны повышением токовой нагрузки в линии, ухудшением условий охлаждения кабеля по длине, или же являются результатом возникновения некоторых дефектов в изоляции кабеля и муфт.

Своевременное выявление зон перегрева кабеля и муфт возможно при использовании систем температурного мониторинга с применением оптического волокна, интегрированного в конструкцию кабеля. Подобные системы измерения распределения температуры вдоль кабельной линии, проводимого с использованием эффекта рассеивания лазерного импульса в оптическом кабеле, называемого рамановским, сейчас достаточно интенсивно внедряются на практике.

Оптоволоконная система «ASTRO» отечественного производства (фирма «Инверсия – Сенсор») предназначена для оперативного контроля профиля температуры высоковольтных кабельных линий в процессе эксплуатации.

### Принцип работы системы «ASTRO».

В оптическое волокно, интегрированное в конструкцию кабельной линии, расположенное обычно в зоне экрана, под внешней оболочкой, лазером периодически излучаются диагностические импульсы, и при помощи измерительного прибора регистрируется обратный отраженный поток света. Основными диагностическими параметрами отраженного сигнала являются время прихода отраженного светового потока относительно первично инжектированного в кабель импульса света и его спектральный состав.

При изменении параметров встроенного в кабель оптического волокна, возникающих под воздействием температуры, для каждого конкретного участка кабельной линии определяется величина локальной температуры.



Локальная температура на каждом конкретном участке кабельной линии рассчитывается с использованием разницы во времени между моментом времени получения отраженного от каждого участка импульса и моментом излучения лазерного импульса в оптическое волокно. Зная скорость распространения света в измерительном оптоволокне, можно с высокой точностью

рассчитать место, которому соответствует спектр отраженного оптического сигнала.

### Диагностические возможности «ASTRO».

Оперативное определение температурного профиля кабельной линии позволяет обслуживающему персоналу эффективно эксплуатировать линию, используя:

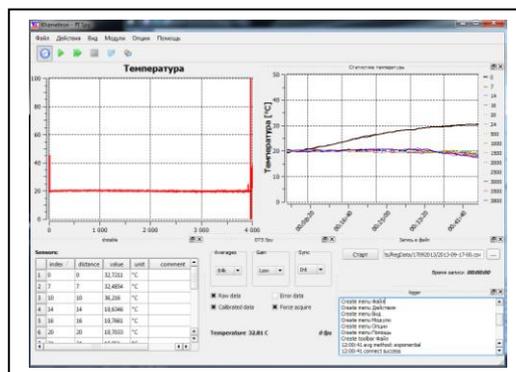
- Метод контроля температуры по оптическому рассеянию в отраженных сигналах, который позволяет проводить оперативное измерение температурного профиля на кабелях, имеющих большие длины, до 16 км. Это дает возможность при помощи одного прибора контролировать протяженные объекты или несколько объектов сразу, включив их последовательно.
- Знание температурного профиля кабельной линии позволяет оптимизировать ее загрузку, рационально

учитывать реальные климатические условия и локальные особенности пролегания всех участков кабельной линии.

Поскольку оптоволоконной системой производится измерение температуры под оболочкой кабельной линии (стандартно), то в программном обеспечении мониторинга производится перерасчет на температуру токоведущей жилы кабеля, определяется переходный процесс нагрева при скачке нагрузки. Особенно важно это для определения технической возможности передачи по кабельной линии дополнительной мощности, с учетом наиболее нагретого участка кабеля.

- При помощи системы «ASTRO» можно определять места возникновения и оценивать степень

развития дефектов, сопровождающихся локальным разогревом отдельных участков контролируемой кабельной линии.



- Можно оперативно проводить определение мест обрыва кабельной линии после возникновения фатальных дефектов или аварийных динамических воздействий на кабель.

Система «**ASTRO**» - является важным составным элементом обобщенной системы мониторинга высоковольтных кабельных линий. Наиболее эффективной для этих целей является комплексная система оперативного мониторинга и диагностики состояния высоковольтных кабельных линий, которая включает в себя несколько дополняющих подсистем.

Примером комплексного подхода к мониторингу кабельных линий является система «КМК» (Комплексный Мониторинг Кабельных линий) фирмы «DIMRUS», которая включает в себя:

- Систему температурного мониторинга кабельной линии на основе использования оптического волокна, например, марки «ASTRO», являющуюся подсистемой контроля режимов работы и технологических параметров линии.

- Систему регистрации и анализа частичных разрядов в изоляции кабельной линии, например, типа «CDR» (фирмы «DIMRUS»), являющуюся диагностической подсистемой. При помощи этой подсистемы удается максимально эффективно выявлять зарождающиеся дефекты в изоляции кабельной линии на ранних стадиях их развития, что невозможно сделать при помощи системы температурного мониторинга.

- Систему контроля емкостных и уравнительных токов в экранах контролируемой кабельной линии. Благодаря знанию текущих величин этих токов можно более корректно прогнозировать возможное увеличение нагрузки на кабельную линию.

### **Конструктивное исполнение системы оптического контроля температуры линии.**

Система температурного мониторинга кабельных линий конструктивно состоит из двух основных элементов - оптического волокна, проложенного вдоль кабельной линии, являющегося распределенным датчиком температуры, и измерительного прибора со средствами обработки и анализа первичной информации, установленного в защитном шкафу.

Если кабельная линия была изначально рассчитана на использование с системой температурного мониторинга, то оптическое волокно заранее устанавливается под оболочкой кабеля еще на этапе его изготовления.

Если же система температурного мониторинга устанавливается на уже эксплуатируемой кабельной линии, внутри которой отсутствует измерительное оптическое волокно, то тогда оно прокладывается снаружи и фиксируется максимально близко к контролируемому кабелю. Наружный способ прокладки оптического волокна - датчика температуры менее предпочтителен, так как имеет существенно меньшую точность и более подвержен влиянию внешних температурных воздействий.

Шкаф системы температурного мониторинга кабельной линии включает в себя непосредственно измерительный прибор марки «ASTRO», промышленный компьютер со специализированным программным обеспечением для обработки информации, оценки состояния и прогнозирования возможного увеличения нагрузки кабельной линии. Также в шкафу монтируется источник бесперебойного питания и все необходимые технические средства для коммуникации с верхним уровнем АСУ-ТП.

Климатическое исполнение защитного шкафа системы мониторинга определяется параметрами технического задания на создание системы. Сам шкаф может быть установлен рядом с концевой муфтой контролируемой кабельной линии или располагаться на удалении до нескольких километров, в зависимости от длины линии. При наружной установке шкаф снабжается системой внутреннего температурного кондиционирования.

### **Интерфейсы связи и управления «ASTRO».**

Система температурного мониторинга высоковольтной кабельной линии марки «ASTRO» работает полностью в автоматическом режиме, в соответствии с внутренними расчетными и экспертными алгоритмами и заданными локальными настройками для каждого объекта контроля.

Информация о текущем температурном режиме работы контролируемой кабельной линии и результаты проведения экспертной диагностики постоянно отображаются на экране встроенного промышленного компьютера. Полная информация о состоянии линии передается в систему АСУ-ТП более высокого уровня по оптическому волокну с использованием стандартного протокола МЭК 61850.

### **Технические параметры системы «ASTRO»**

Параметр	Значение
Диапазон измерения температуры, °С	-55 ... +400
Время измерения температуры, сек	от 5
Точность измерения, °С	от 1
Пространственное разрешение, м	от 1
Длина чувствительного элемента (оптоволокна), км	до 8, опция до 16
Количество измерительных каналов	1, 4, 8
Длина волны излучения, нм	1550
Тип волокна	ММ
Температура эксплуатации, °С	0...+40
Влажность окружающей среды, %	до 80
Напряжение питания, В	220
Потребляемая мощность, Вт	40
Размеры прибора, мм	230*320*70
Вес измерительного прибора, кг	3,0