

СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВОЛС-ВЛ

А.В. Некрасов (ОАО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО»)

Рассмотрены принципы действия, варианты организации и особенности применения систем распределенного контроля температуры оптических волокон волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи (ВОЛС-ВЛ).

Ключевые слова: датчики, измерения, ВОЛС-ВЛ, плавка гололеда, оптические волокна.

Год назад на страницах журнала мы затрагивали, в том числе вопросы использования волоконно-оптических датчиков для измерения температуры труднодоступных объектов в различных отраслях хозяйства и создание на основе полученных данных различных систем контроля состояния соответствующих объектов [1]. Использование точных технологий и средств измерений, анализ совокупности полученных данных и автоматизация процессов с помощью специализированного ПО [2] представляются основными составляющими широкого спектра систем контроля большого числа параметров, существенных для эффективности и безопасности функционирования современного производства в самых разных сферах.

В электроэнергетике, в соответствии с действующими нормами ПУЭ-7, организации, эксплуатирующие воздушные линии электропередачи (ВЛ), осуществляют плавку гололеда на грозозащитных тросах в тех случаях, когда его стенка превышает определенный размер (25 мм), и в тех районах, где образование гололеда и измороси случается часто, а также в районах с частой и интенсивной пляской проводов и грозозащитных тросов. В связи с широкой распространенностью линий связи на оптических волокнах, встроенных в грозотрос (ОКГТ), возникает опасность при проведении этих мероприятий повредить оптическое волокно и значительно ухудшить или даже прервать передачу по нему данных. Температура волокна становится ключевым параметром и ограничивающим фактором рассматриваемого производственного процесса в тех случаях, когда речь идет о его применении к ОКГТ. Понимание важности температурного мониторинга возникло немедленно и вызвало к жизни системы, непосредственно измеряющие температуру троса на отдельных точках линии и передающие данные, как правило, посредством каналов сотовой связи, в диспетчерский пункт для принятия тех или иных решений. Такого рода системы имеют ряд общих недостатков. Это и необходимость устанавливать дополнительное оборудование на тросах и опорах ВЛ, и зависимость от доступности и надежности канала сотовой связи, и очевидная разница между измеренной температурой троса и температурой собственно волокна, представляющей здесь интерес. Но основным и самым характерным недостатком представляется то, что измерения проводятся, даже если и очень часто, все же точечно, а, учитывая неравномерность и нелинейность распределения температур по длине волокна в тросе, крайне вероят-

ным становится пропуск критических пиковых значений в отдельных точках линии, что фактически делает бессмысленной всю такую систему мониторинга температуры. Понимание этого «родового» изъяна подводит к мысли о необходимости создания системы мониторинга, организованной на принципиально иных теоретических основаниях.

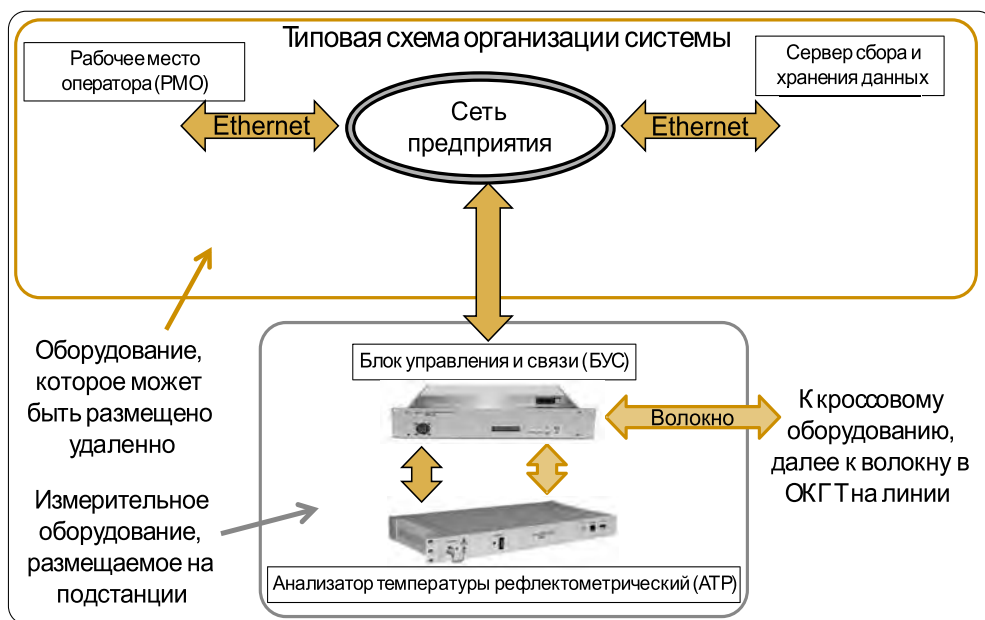
Система распределенного контроля температуры (СРКТ), о которой пойдет речь, представляется решением, лишенным принципиальных недостатков упомянутых выше систем, а также гораздо более удобным и функциональным. Физический принцип работы СРКТ основан на регистрации сигналов обратного рэлеевского и рамановского рассеяния при распространении по оптическому волокну зондирующих оптических импульсов. Измерение и анализ этих параметров решает как задачу оценки связности оптической трассы, так и интересующую нас задачу измерения температуры. В результате обработки оптического импульса, прошедшего по всей длине волокна, оператор получает непрерывный график его фактических температур в реальном времени. При этом температура волокна изменяется существенно даже на сравнительно малых расстояниях по линии. Очевидно, что при установке точечных датчиков вероятность пропуска недопустимого значения температуры волокна очень высока.

Основные причины отмечаемой неравномерности температуры:

- неравномерность отложений в пределах пролета;
- наличие участков ОКГТ без гололеда;
- сброс гололедных отложений на отдельных участках;
- различное направление ветра на участках, а также изменение порывов ветра во времени.

Как мы видим, причины неравномерного распределения температуры таковы, что проведение их тщательного анализа и последующая осмысленная установка отдельных датчиков в критичных узлах не представляется эффективным решением проблемы, да и вообще едва ли возможна.

Остановимся подробнее на вопросах практической реализации системы распределенного контроля на предприятии, занимающемся эксплуатацией линий. Прежде всего, отметим, что все составляющее систему оборудование устанавливается внутри служебных помещений подстанции, никаких дополнительных приспособлений на проводах и опорах не требуется. Измерения проводятся с использованием эффектов рассеяния импульса внутри



Типовая схема организации системы

оптического волокна. Для этих целей используется свободное, так называемое «темное волокно», специально выделенное в качестве резерва и для технологических нужд. Непосредственные оптические измерения проводятся анализатором температуры рефлектометрическим (АТР-111), данные с которого передаются на блок управления и связи (БУС-12), который реализует функции управления АТР-111, а также передачи измеренных данных на сервер. Важной особенностью СРКТ является то, что при наличии в БУС оптического переключателя один АТР-111 может осуществлять мониторинг по нескольким ВЛ, приходящим на подстанцию, то есть фактически одного комплекта оборудования, установленного на подстанции, достаточно для мониторинга всех ВЛ, находящихся в зоне ее ответственности. Таким образом, комплект СРКТ состоит из АТР-111, БУС-12, сервера, ПК операторов и средств связи между элементами системы. На рисунке приведена принципиальная схема организации взаимодействия элементов.

Непосредственно на подстанции размещается специальное оборудование, соединенное с волокном, в то время как средства вычисления и управления могут располагаться и удаленно, в зависимости от условий конкретного сетевого предприятия. В результате каждого измерения оператор получает графики распределения температуры по длине волокна. На сервере находится специализированное программное обеспечение для обработки, систематизации и хранения данных. Информация, полученная в результате

измерений, служит для принятия решения о сохранении или снижении температуры плавки гололеда. Очевидно, что соответствующие команды могут быть автоматизированы при интеграции СРКТ с АСУ более высокого уровня. Имеются разработанные возможные сценарии и алгоритмы действий при фиксировании нормальных, повышенных и недопустимых температур; при принципиальной схожести этих алгоритмов их практическая реализация может отличаться на различных объектах.

Итак, рассмотренная система распределенного контроля температуры представляется надежным и компактным инструментом для использования во время плавки гололеда, при интеграции с имеющимися на предприятии средствами автоматизации позволяющей в режиме реального времени снижать ток плавки или вообще отключать процесс. Помимо информации о температуре волокна, данные рефлектограмм содержат и иные параметры, связанные с состоянием и функционированием оптических волокон, а именно превышение затухания в муфте, выявление предаварийного состояния волокна, подозрение на обрыв, обрыв волокна с точной локализацией проблемы. Использование системы способствует повышению общей надежности функционирования ВОЛС-ВЛ, а в случае возникновения аварийных ситуаций существенно уменьшает время, необходимое на проведение восстановительных работ.

Внедрение СРКТ в российской энергосистеме началось в 2010 г. На сегодняшний день система функционирует на 13 ВЛ 220–500 кВ в южных регионах РФ.

Список литературы

1. Некрасов А.В. Системы мониторинга на объектах электроэнергетики // Автоматизация в промышленности. 2014. № 11.
2. Alexander Levinzon, Dr. Daniel Kottick, Dr. Roman Knijnik, Liron Frenkel. On-Line Wireless PD Monitoring System for Contamination Detection on High Voltage Overhead Transmission Lines Insulators // CIGRE 2012, B2 – 205.

*Некрасов Алексей Владимирович – ГИП ОАО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО», группа компаний ОПТЭН.
Контактный телефон (916) 876-18-07.
E-mail: neck@opten.ru
http://www.opten.ru*