ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОЗРЕНИЕ

СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Часть 1

Спектр современных технологий, используемых для охраны периметров, весьма широк. Каждая из этих технологий имеет свои специфические особенности, определяющие возможности их применения на конкретных объектах. В первой части данной статьи мы рассмотрим системы с вибрационно-чувствительными сенсорами, которые чаще других применяются для охраны периметров индустриальных объектов.

Борис Введенский, эксперт

Периметр промышленного объекта как объект охраны имеет ряд характерных черт, которые необходимо учитывать при выборе технологии и проектировании структуры системы безопасности.

К специфическим чертам промышленного объекта можно отнести следующие: во-первых, большая протяженность периметра, достигающая иногда нескольких километров; во-вторых, часто объект расположен в черте городской застройки, где высока интенсивность транспортных потоков и связанных с этим специфических помех; в-третьих, неоднородная ограда не позволяет применять одни и те же датчики на всех участках периметра; в-четвертых, железнодорожные пути часто проходят рядом с периметром или пересекают его; в-пятых, само предприятие часто создает высокий уровень индустриальных помех – вибрации, шум, интенсивные электромагнитные поля; и в-шестых, в некоторых случаях нужно защищать объект не столько от проникновения снаружи, сколько от хищений с территории объекта.

Все эти факторы в значительной степени определяют выбор технологий, используемых для охраны периметра. Обычно система охраны периметра разделяется на отдельные зоны протяженностью от нескольких десятков до нескольких сотен метров. В каждой зоне устанавливается распределенный сенсор нужной длины, группа дискретных датчиков или лучевой датчик с необходимой дальностью действия.

При выборе типа охранной системы одним из определяющих факторов является конструкция периметральной ограды. Попробуем проанализировать применимость различных систем в зависимости от типа ограды и условий на объекте.

Для вибрационно-чувствительных систем характерно широкое конструктивное разнообразие, и классификация таких систем обычно основана на физических принципах действия чувствительного элемента – сенсора. Вибрационно-чувствительные системы охраны периметров построены на концепции применения распределенного чувствительного элемента, выполненного либо в виде сенсорного кабеля, либо в виде группы дискретных датчиков. Во всех случаях сенсорный элемент крепится к охраняемой ограде и регистрирует вибрации или деформации ограды при попытках ее преодоления нарушителем. Сигналы от сенсоров обрабатываются анализатором (процессором), который при превышении заданного порога активности на периметре генерирует тревожное сообщение. Сегодня на рынке предлагается весьма широкий выбор такого рода систем, отличающихся в основном типом применяемых сенсорных элементов.

СИСТЕМЫ С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ СЕНСОРАМИ

Привлекательность применения оптических волокон в качестве датчиков связана с отсутствием в них электропроводящих элементов, что делает их невосприимчивыми к большинству электромагнитных помех, характерных для предприятий электроэнергетики, радиопередающих станций, телецентров и т. п. Принцип действия волоконно-оптического датчика основан на том, что при механическом воздействии на волокно изменяются параметры проходящего через волокно лазерного луча. Регистрация таких изменений позволяет использовать волокно как датчик деформаций, смещений, вибраций, механических напряжений и т. п.

Оптоволоконные датчики применяются в основном на сравнительно мягких оградах, деформирующихся при контакте с нарушителем, что иногда ограничивает возможности их практического использования. Другая проблема волоконных систем связана с необходимостью использования специальных инструментов для сращивания кабелей при их повреждении.

СИСТЕМЫ С ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ КАБЕЛЯМИ

В таких системах в качестве сенсорных элементов обычно используются многопарные коммуникационные кабели, в которых проявляется трибоэлектрический эффект – возникновение электрического заряда при трении диэлектриков. Российские системы с трибоэлектрическими сенсорными кабелями широко применяются на промышленных объектах.

Трибоэлектрические системы имеют определенные ограничения в применении. Природа трибоэлектрического эффекта такова, что полоса преобразуемых ограничивается частотным диапазоном от нуля до 1–2 Гц. Это означает, что вторжение нарушителя должно обязательно сопровождаться заметными деформациями ограды, т. е. ограда должна быть эластичной. На жестких и тяжелых металлических оградах это условие соблюдается далеко не всегда, и трибоэлектрическая система теряет свою эффективность На тяжелых оградах изготовители рекомендуют использовать дополнительный проход сенсора, устанавливаемый вдоль верхнего торца жесткой ограды или стены. Сверху над этим сенсорным кабелем устанавливают специальный козырек из деформируемого материала (листового металла), который механически соединен с сенсором. В этом случае при преодолении периметра методом перелезания сенсор испытывает деформации, позволяющие обнаружить вторжение.

Трибоэлектрический сенсор обладает высоким электрическим импедансом, поэтому при эксплуатации необходимо обеспечивать надежное заземление кабеля и не допускать нарушений герметичности кабеля и соединительных муфт. При попадании влаги в кабель или соединительные элементы сопротивление утечки сенсора может изменяться, приводя к появлению ложных сигналов тревоги.

Однако, несмотря на некоторые ограничения, трибоэлектрические датчики находят себе новые применения. Так, итальянская компания Sicurit Alarmitalia представила в 2010 году систему Sicurflex, где в качестве сенсора применен медный многопарный кабель, обладающий трибоэлектрическим эффектом. Новая система предназначена в основном для охраны солнечных панелей, все шире используемых в промышленных системах генерирования электроэнергии. Рост таких «солнечных парков» составляет сейчас примерно 60 % в год. Солнечные панели имеют значительную площадь и располагаются, как правило, в необжитых районах, что делает проблему их охраны весьма актуальной. Сенсорные кабели системы Sicurflex крепятся на рамках солнечных панелей. Эти трибоэлектрические сенсоры имеют весьма ограниченную полосу пропускания (примерно от 0,01 до 1 Гц), поэтому они реагируют только на сравнительно медленные деформации панелей, оставаясь нечувствительными к «вибрационным» сигналам, вызываемым дождем или ветром. К одному анализатору типа можно подключать до 500 м сенсорного кабеля.

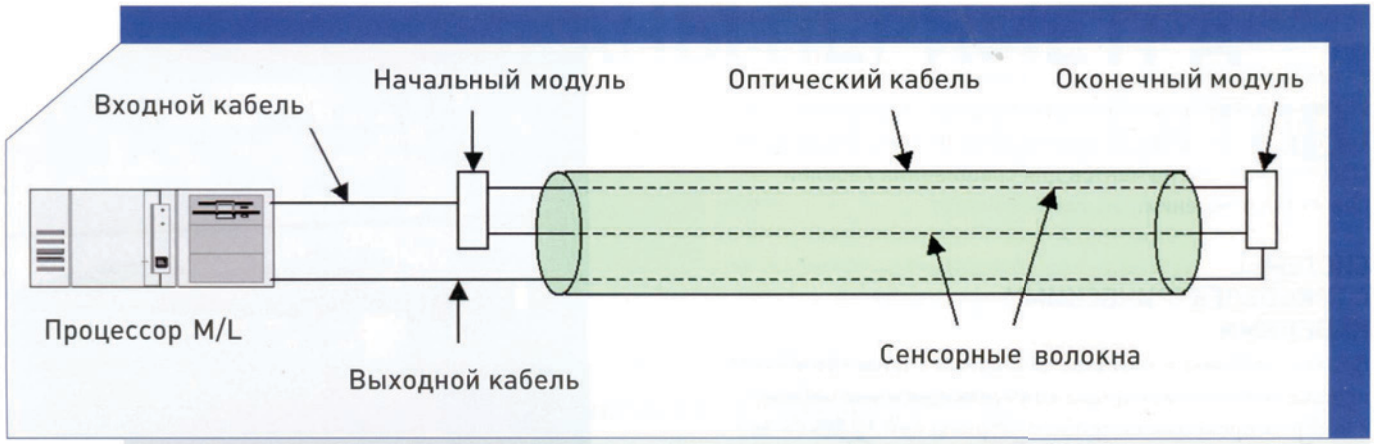


СИСТЕМА FIBER DEFENDER ФИРМЫ FIBER SENSYS

Модель охранной системы FD-205, выпускаемой американской компанией Fiber SenSys, предназначена для охраны металлических оград (сетчатых и решетчатых). Сенсорный кабель крепится непосредственно к полотну ограды. Максимальная протяженность одной зоны охраны составляет 2000 м. Процессор системы автоматически регулирует параметры системы в зависимости от ветровых шумов, регистрируемых подключенным к системе анемометром. До 127 процессоров серии FD-205 можно объединить в единую систему с помощью общего коммуникационного волоконного кабеля. Для объектов с особо неблагоприятными условиями работы электронной аппаратуры (сильные электромагнитные помехи, агрессивные среды и т. п.) используется система FD-208. В этой системе все процессоры устанавливаются в стойке на посту охраны, который может быть удален от периметра на расстояние до 10 км.

СИСТЕМЫ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ КАБЕЛЯМИ

Электромагнитный сенсорный кабель представляет собой линейный индукционный генератор, в котором два подвижных проводника перемещаются в магнитном поле, создаваемом гибкими полимерными магнитами.



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ОХРАННОЙ СИСТЕМЫ ФИРМЫ FFT

Специально для протяженных периметров австралийская компания Future Fibre Technologies (FFT) разработала систему M/L (от Microstrain Locator – локатор микродеформаций). Отличительная особенность системы – использование волоконного сенсора длиной до 50 км. В состав протяженного датчика входят три отдельных волокна многожильного оптического кабеля. Два сенсорных волокна выполняют функцию чувствительных элементов: в них подается излучение от полупроводникового лазера. Третье (выходное) волокно служит для передачи сигналов на анализатор системы. Источник излучения расположен в блоке анализатора, от него лазер по входному кабелю подается на начальный модуль. В нем излучение расщепляется на два пучка, которые подаются через волокна на оконечный модуль, в котором происходит интерференция лучей. Если оба плеча этого интерферометра находятся в невозмущенном состоянии, то интерференционная картинка на его выходе, т. е. на оконечном модуле, остается неизменной.

При этом сигнал, передаваемый с оконечного модуля по выходному оптическому волокну на анализатор, не имеет переменной составляющей. При деформациях или вибрациях кабеля оптическая разность хода в сенсорных волокнах (т. е. в плечах интерферометра) изменяется, и оконечный модуль регистрирует переменную составляющую сигнала, передавая ее на анализатор. В системе M/L используются серийно выпускаемые одномодовые оптические волокна с диаметром сердечника 9 мкм. Уникальной особенностью системы M/L является возможность локализации вторжения с точностью до 50 м на длине периметра до 50 км. Для этого используется принцип измерения относительной задержки сигналов в обоих плечах волоконного интерферометра.

Например, на подвижные проводники сенсорного кабеля «ВибраТек», недавно разработанного английской компанией Detection Technologies Ltd. (DTL), нанесено защитное полимерное покрытие, которое повышает массу проводников и тем самым увеличивает чувствительность сенсора в низкочастотном диапазоне спектра, что очень важно для применения системы на тяжелых оградах.

Сенсор крепится к ограде и преобразует вибрации ограды в электрический сигнал; максимальная длина зоны охраны составляет 300 м.

Магнитная индукция в зазорах сенсора «ВибраТек» равна 200 Гс, типовое напряжение сигнала сенсора – 1 мВ.

Сенсор отличается широкой полосой генерируемых частот: 10–3800 Гц при соотношении «сигнал/шум» до 60 дБ.

Подвижные проводники сформированы в виде витой пары и имеют дополнительное электростатическое экранирование. Эти факторы, а также низкий электрический импеданс обеспечивают защиту сенсора от электромагнитных помех.

Внешняя защитная оболочка кабеля выполнена из полиэтилена, стойкого к УФ-излучению.

Сигналы сенсора обрабатываются двухзоным анализатором, который снабжен сменными фильтрами для оптимизации режимов под конкретную ограду. Как и у других анализаторов подобного типа, здесь имеется выход звуковых сигналов сенсоров, используемый при настройке и диагностике системы.

Системы с электромагнитными сенсорами используются на промышленных объектах в разных климатических зонах России. Сенсорный кабель имеет достаточно высокую чувствительность, чтобы при однопроходном монтаже регистрировать нарушителя даже на тяжелых сварных оградах.

Практика показывает, что жесткие металлические ограды нередко обладают ярко выраженными резонансными свойствами, которые иногда приводят к возникновению в них интенсивных вибраций под действием шумов окружа-

ющей обстановки – сильного ветра, проходящего рядом железнодорожного транспорта и т. п. В этих случаях необходимо подбирать параметры сменных фильтров анализатора, чтобы ограничить влияние резонансных факторов.

СИСТЕМЫ С ДИСКРЕТНЫМИ ДАТЧИКАМИ

Альтернативой протяженным линейным сенсорам являются дискретные датчики вибраций, подключенные к общему кабелю, соединяющему их с анализатором сигналов. К простейшим дискретным датчикам относятся электромеханические датчики контактного типа. Обычно такой датчик содержит подпружиненный инерциальной элемент определенной массы, который при механических колебаниях на короткое время замыкает или размыкает расположенные рядом контакты. Система с такими датчиками проста в монтаже и настройке, но недостаточно защищена от влияния шумов окружающей среды, что часто приводит к высокой вероятности ложных тревог.

Более совершенны дискретные датчики с пьезоэлектрическими преобразователями вибраций. В отличие от электромеханических сенсоров, генерирующих сигналы типа «замкнут-разомкнут», пьезоэлектрические датчики генерируют аналоговые сигналы, достаточно точно отражающие параметры вибрации ограды (амплитуда, частота и др.).

Дискретная структура чувствительных элементов позволяет реализовать их принципиальные преимущества по сравнению с кабельными сенсорами:

- индивидуальная настройка каждого сенсора позволяет обеспечить однородную чувствительность системы даже на неоднородных оградах;
- система позволяет определить точку вторжения с точностью до отдельной панели ограды, что значительно повышает эффективность действий охраны;
- дискретная структура серьезно повышает эффективность системы периметрального видеонаблюдения, позволяя немедленно получить изображение с «тревожного» сегмента периметра, а не с протяженной зоны;
- параллельная обработка сигналов от нескольких расположенных рядом дискретных датчиков позволяет отличить случай реального вторжения от массированного воздействия дождя или ветра, когда сигналы тревоги приходят одновременно от многих сенсоров;
- система позволяет программно конфигурировать зоны охраны произвольной длины, в зависимости от топологии периметра и требований заказчика;
- система управления позволяет оперативно изменять параметры настройки отдельных участков периметра. Например, с поста охраны можно временно отключать датчики на участке периметра, где ведутся работы, не отключая охрану на остальной части периметра.

Для охраны объектов с высоким уровнем безопасности иногда используются дискретные датчики с чувствительным элементом емкостного типа. Например, датчик, выпускаемый фирмой Sysco (Германия), содержит миниатюрные подвижные элементы, выполняющие роль обкладок конденсатора. Такой чувствительный элемент позволяет регистрировать не только вибрации, но также наклоны и смещения ограды. Максимальное расстояние между соседними дискретными датчиками, в зависимости от типа ограды, составляет до 15 м. В корпусе датчика установлен электронный модуль, выполняющий предусиление и фильтрацию сигналов.



ДИСКРЕТНЫЕ ДАТЧИКИ ВИБРАЦИЙ СИСТЕМЫ «ПЕРИДЕКТ»

В системе «Перидект», выпускаемой компанией Sieza (Чехия), дискретные датчики типа PDS поставляются уже подключенными к общему кабелю данных. Интервал между датчиками составляет 2,5–5 м и выбирается в зависимости от длины панели конкретной ограды. Установленные в датчиках электронные процессорные модули служат для усиления, фильтрации и оцифровки сигналов пьезоэлементов. Каждый датчик имеет индивидуальный адрес, и процессор системы позволяет дистанционно устанавливать пороги срабатывания для каждого сенсора. К одному процессору можно подключить до 246 датчиков, что позволяет защитить периметр длинсй 600–800 м. Отметим, что датчики серии «Перидект» имеют весьма широкий диапазон рабочих температур: от -55 до +85 °С.

Во второй части статьи мы рассмотрим особенности применения других охранных технологий – радиолучевых, оптических и др., а также кратко остановимся на вопросах построения «архитектуры» больших охранных комплексов. ■

Продолжение читайте в следующем номере журнала.