

УДК 535  
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ  
КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

С.С. СЕРГЕЕВ, Е.С. ГЛЯКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

В общем случае распределенная волоконно-оптическая измерительная система (РВОИС) представляет собой набор отдельных измерительных линий, определенным образом уложенных в пространстве. Топология системы определяется характером решаемой задачи, а также методами сбора и обработки информации об исследуемом физическом поле. Для уменьшения количества информационных каналов следует использовать томографические методы, реализация которых предполагает формирование каждой измерительной линией интегрального образа функции распределения физического поля.

Интегрирующая волоконно-оптическая измерительная линия (ВОИЛ) представляет собой измерительный преобразователь, способный регистрировать внешнее воздействие по всей его длине. На выходе такой линии формируется интегральный фазовый или амплитудный сигнал воздействия внешнего физического поля на ВОИЛ вдоль траектории укладки волоконного световода. Точность восстановления распределения исследуемого физического поля определяется частотой укладки ВОИЛ в области исследования. Если частота укладки выше максимальной пространственной частоты исследуемого поля, то распределение будет корректно восстановлено.

Поскольку томографические методы позволяют восстанавливать значения искомого распределения только в точках пересечения ВОИЛ, то не обязательно обеспечивать чувствительность линии к исследуемому воздействию по всей ее длине. Достаточно сделать чувствительными только области пересечений. В этом случае возможно применение ВОИЛ, которая представляет собой последовательное соединение локальных точечных измерительных преобразователей. Такая линия обладает большей помехозащищенностью.

В данной работе разработаны элементы для создания распределенной измерительной системы мониторинга нагруженного промышленного объекта на основе волоконно-оптических датчиков. В качестве контролируемых параметров в разработанной системе выступают поверхностная деформация и температура.

В результате проведенного анализа разработан технологический подход к построению волоконно-оптической сети для реконструкции распределений физических полей. Рассмотрены принципы реконструкции исходного поля.



Выбрана и представлена структурная схема распределенной измерительной системы мониторинга, сбор информации в которой осуществляется с помощью томографических методов. В состав распределенной измерительной системы входят: блок питания с лазерными диодами, модули ввода оптического излучения в оптоволокно, само оптоволокно, измерительные преобразователи, модули приема оптического излучения, регистрирующее устройство и процессор, выполняющее конечную обработку данных.

Для рассматриваемой системы был разработан оптический измерительный тракт. В качестве приемника излучения выбран лавинный фотодиод PD8933 на основе InGaAs, обладающий высокой эффективностью на длине волны 1300 нм. Именно на этой длине волны наблюдаются наименьшие потери в оптическом волокне. Расчеты показали, что минимальная мощность на входе фотодиода должна составлять не менее 0,0043 мВт. С учетом этого, а также с учетом рассчитанных потерь в оптоволоконном тракте и в измерительных преобразователях в качестве источника излучения был выбран лазерный диод ML720J8S, что позволило обойтись без специальных фокусирующих элементов благодаря высокой направленности его излучения.

В результате анализа известных методов ввода и приема оптического излучения из оптоволоконного тракта, был сконструирован приемно-передающий оптический модуль, который может использоваться как для ввода излучения в оптическое волокно, так и для его приема. Это достигается за счет практически сопоставимых размеров свето- и фотодиода. В корпусе оптического модуля может быть размещен как лазерный диод, так и лавинный фотодиод, изменяя при этом функцию модуля, который в первом случае будет использоваться для ввода излучения в оптоволокно, а во втором – для его приема.

Кроме того, для системы разработан блок питания лазерными диодами, содержащий схему стабилизации излучения для каждого лазерного диода, что позволяет поддерживать мощность излучения на постоянном уровне. В блоке питания предусмотрена возможность регулировки выходной мощности для каждого диода в отдельности.

Для эффективной обработки данных, поступающих одновременно от большого числа каналов, было разработано регистрирующее устройство, позволяющее осуществлять одновременный прием и оцифровывание 96 аналоговых сигналов, поступающих от волоконно-оптических измерительных линий, их промежуточное хранение и дальнейшую передачу на компьютер для последующей обработки. Произведен выбор его основных элементов и дано описание их характеристик.