

Определение механических воздействии гидротехнических сооружений с помощью оптических волоконных датчиков.

К.Курбанов, Л.Ачилов.

Бухарский филиал Ташкентского института ирригации и мелиорации.

Определение и постоянное контроль механических воздействии типа давление, механических напряжений, различные деформации являются важным фактором при строение гидротехнических сооружений. Точность и диапазон определение физических параметров механическое и электромагнитное датчиков существенно расширился после появление мощных источников света, как лазеров.

Изучение процессов взаимодействие когерентных излучение с прозрачной средой, особенно с оптические волокна резко расширил область практической применение световодов. В настоящее время оптические волокна применяются не только в телекоммуникационное технике, а нашёл широкой применение в отраслях науке как, изучение радиационных процессов протекающие внутри вещества, контроль процессов возникающие в атмосфере под действием космических лучей и т.д. В том числе, разработка высокоточных датчиков температуры и давления.

Определение температуры вещества основано на резисторных и термопарных датчиков, которым влияние внешних электромагнитных полей существенно снижает точность и скорости получение информации. Таким образом, применение оптических датчиков приобретают особый важность, так как у них устраняются вышеуказанных недостаток. Такие датчики имеют высокий точность, стабильность на внешнее поле, легкость, минимальное энергопотребность и максимальное скорость обмена информации.

Первый патент на волоконнооптических сенсоров получен в 1960 году. Но как датчики, они широко использованы только в середине 80-их годов. Температурные оптические контактные датчики созданы на основе волноводов, записанный Брэгговский дифракционный решетка(БР) коэффициента преломления лучей. Эта решетка имеет точный пространственный распределение и период – Λ (рис.1). Пространственная решетка Брэгга установлен только на основание (1), а внешняя оболочка(2) остается неизменный. Такая структура имеет уникальное спектральное свойства, такие как низкочастотные коэффициент отражение излучения и очень узкий относительное спектральное ширине (10^{-6}).

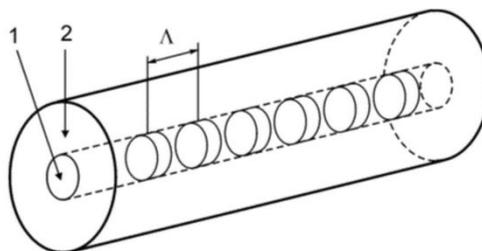


Рис.1. Оптическая волокна с пространственной решеткой Брэгга.

Резонансная длина волны БР зависит от температуры и вложенный в ней внешней механической напряжений. На это и основывается работа волноводных датчиков. Сдвиг резонансных волн измеряется с помощью анализа спектров поглощения и пропускания широкополосных источников излучения или узкополосных лазеров.

Спектры рассеяния лазерных лучей в БР приведена в рис.2.

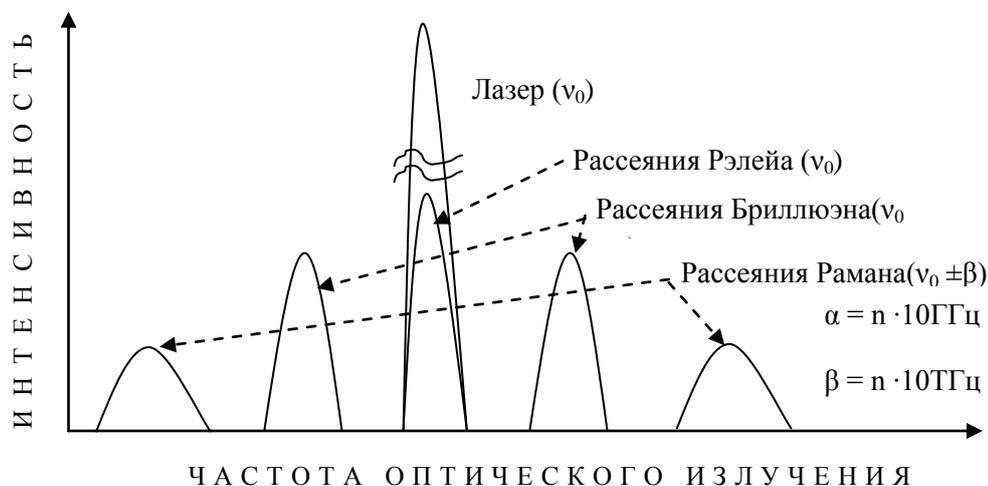


Рис.2. Спектры рассеяния лазерных лучей в световодов с БР.

Для рассеяния лазерного излучения в БР необходима выполнение следующие условия:

$$\frac{2\pi}{\lambda} = 2 \frac{2\pi n_{\text{эфф}}}{\lambda}$$

Механический внешний фактор, как, давление, температурный перепад, деформация изменяет характеристики излучения, проходящее через образец, который в своей очередь проявляется на характеристиках обратного сигнала. Проанализировав спектры интенсивности проходящего и отраженного из БР излучения можно определить с большой точности механических параметров.

При попадание света на молекулярной решетки с термическим вибрациям возникает взаимодействие фотонов и электронов. Рассеяние такого рода в световоде с БР можно увидеть в Рамановском спектре. Резлейское рассеяние аналогично с лазерным излучением. Стоксовый компоненты Рамановского спектра появляются при поглощение (когда длина волны лазерного излучения больше чем длина волны стоксового компонента) или излучения (когда длина волны лазерного излучения меньше чем длина волны стоксового компонента). Антистоксовые излучения оптического волокна зависят от температуры, но стоксовые смещения практически не зависят от температуры. Изучая отношение интенсивности этих компонент можно определить температуры образца.

Линии Бриллюэна по отношению линии Стокса интенсивнее, но имеет слабое спектральное смещение. Это смещение происходит из-за акустического колебания кристаллической решетки и даёт информации о механическом напряжении.

Лазерное или рентгеновское излучение при прохождении по световоду возбуждает индуцированного излучения. Под действием радиационного излучения на основании

световода (диоксид кремния SiO_2) в энергетически запрещённых зонах появляется дополнительные энергетические зоны, благодаря которым происходит поглощения или

люминесценция света. Изменения интенсивности света отрицательно влияет на качества и точность получаемого информация.

Анализ рентгеновских спектров в оптической волокне проводится по методике разделение образца на элементарной ячейки. Если, интенсивность индуцированное излучение на каждой элементарной ячейке равно $I_0(\lambda)$, коэффициент i - ячейке определяется из условия:

$$K_o(\lambda) + K_{\text{рент}}(\lambda) = \frac{1}{L - il} \cdot \text{Ln} \left[\frac{I_o(\lambda)}{I_i(\lambda)} \right]$$

Для образца с длиной l , реальное значение интенсивность индуцированного излучения равно:

$$I(\lambda) = N \times I_R(\lambda) \times \exp \left[\left(K_o(\lambda) + K_{\text{рент}}(\lambda) \right) \times L \right] \times \frac{\exp \left[(-l) \cdot \left(K_o(\lambda) + K_{\text{рент}}(\lambda) \right) \right] - 1}{1 - \exp \left[\left(K_o(\lambda) + K_{\text{рент}}(\lambda) \right) \cdot l \cdot N \right]}$$

Изучение зависимость длина образца на интенсивности Черенковского излучения даёт возможность, оценит интенсивности поглощения и рассеяния первичного сигнала. Если, при входе световода интенсивность Черенковского излучения $I_0(\lambda)$, при входе $I_1(\lambda)$, то коэффициент оптической потери $A(\lambda)$ можно определить из уравнение:

$$A(\lambda) = \frac{10}{L} \cdot \log \frac{I_o(\lambda)}{I_1(\lambda)}$$

В заключение, можно сказать, что изучение радиационные процессы в оптических волокнах резко расширяет прикладной возможности этих неорганических соединений, и создаются новые- новые приборы регистрирующих сверх тонких физических процессов в космосе, земле и под водой.

Литература:

1. E.Udda. Fiber Optic Sensors, Wiley Interscience, 2006, 520 p.
2. M.Kh.Ashurov, M.I.Baydjanov, et.al.Jap.J. Appl.Phys.:18, 2008.