

Рассмотрена схема лазерного акустооптического интерферометра для измерения линейных величин с увеличенным периодом однозначности получаемой информации. Проведен анализ данного варианта схемы для измерения линейных величин.

Перспектива развития акустооптических лазерных интерферометров заключается, в основном, в достижении ими как можно большего количества выполняемых функций. В настоящее время методы измерения линейных размеров лазерными интерферометрами перемещений, несмотря на высокую точность измерений, обладают некоторым эксплуатационным недостатком. Длина волны лазерного излучения измеряется долями и единицами микрометров, поэтому для измерения размеров в пределах единиц и десятков метров требуется последовательное накопление в процессе движения подвижного отражателя целых и дробных долей периода изменения фазы световой волны. Случайные помехи, перекрытия светового луча во время измерения приводят к потере измерительной информации. В результате процесс измерения необходимо повторять. Это отрицательно сказывается на производительности процесса измерения. Поэтому необходима лазерная измерительная система с абсолютным отсчетом измерения. Пространственный период однозначности лазерных измерительных систем определяется длиной волны света λ . Увеличение пространственного периода однозначности отсчета возможно за счет использования излучения с большей длиной волны. Но увеличение длины волны оптического излучения уводит частотный спектр оптического излучения в инфракрасную область, что накладывает определенные трудности, связанные с юстировкой и контролем оптической схемы.

Увеличение периода однозначности возможно получить, используя явление взаимодействия двух когерентных электромагнитных колебаний, имеющих разные пространственные периоды (λ_1 и λ_2).

Предлагаемая схема представлена на рисунке 1. Нахождение определенной точки в пределах периода однозначности определяется как разность абсолютных мгновенных значений фаз двух измерительных сигналов с соответствующих фотоприемников.

Излучение лазера 1 коллимируется оптической системой 2 и пропускается через акустооптический модулятор 3. В схеме используются разночастотные оптические пучки, названные "0" и "+1" порядками, которые распространяются под углом дифракции друг к другу и имеют разные временные частоты, отличающиеся на величину частоты сигнала возбуждения в акустооптическом модуляторе. Эти пучки направляются на отражатель и, отражаясь от него, снова пропускаются через акустооптический модулятор, подвергаясь вторичной дифракции. Пучок "+1" дифракционного порядка после вторичной дифракции получает дополнительный частотный сдвиг на 8,0 МГц и угловой наклон α , совпадающий с направлением "0"-го пучка. Эта пара пучков направляется через собирающую линзу 5 на фотоприемник 7. Световые волны описываются выражениями [1]:

$$I_0 = I_1 \sin\left(\nu_0 t + 4\pi \frac{L}{\lambda}\right),$$

$$I_{+1} = I_2 \sin\left[(\nu_0 + 2F)t + 4\pi L \cos \frac{\alpha}{\lambda}\right], \quad (1)$$

где L – расстояние от акустооптического модулятора до отражателя; F – частота возбуждения в акустооптическом модуляторе; λ – длина волны света.

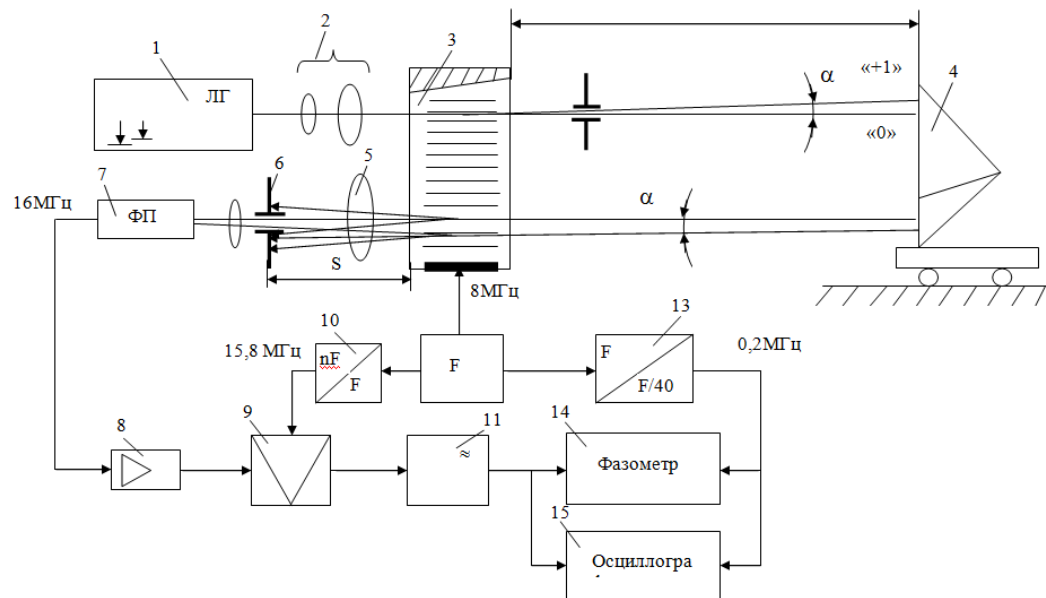


Рисунок 1 – Схема с увеличенным периодом однозначности
На выходе фотоприемника выделяется сигнал разностной частоты

$$U = U_m \cos\left(2Ft + 4\pi L \lambda \cos \frac{\alpha}{1 - \cos \alpha}\right). \quad (2)$$

Смещение этого сигнала по фазе на период соответствует изменению положения отражателя по линии измерения на расстояние

$$L = \lambda \frac{\cos \alpha}{2(1 - \cos \alpha)}. \quad (3)$$

Таким образом, пространственный период однозначности данной схемы определяется по выражению (3).

Изменяя частоту возбуждения сигнала в акустооптическом модуляторе, можно варьировать значением периода однозначности, так как

$$\alpha = \arcsin \frac{\lambda F}{C_{y3}} \quad (4)$$

где C_{y3} – скорость распространения ультразвуковой волны в акустооптическом модуляторе.

Изменяя частоту возбуждения в акустооптическом модуляторе в пределах от 6 до 9 МГц, период однозначности изменяется от 105 до 45 мм.

Предложенный метод позволяет измерять перемещения подвижных объектов в абсолютном режиме по имеющимся реперным точкам. Измерение между реперными точками проводится обычным способом с использованием лазерного интерферометра перемещений. В случае воздействия случайных помех во время проведения измерения нет необходимости проводить процесс заново. В этом случае возобновляют процесс измерения перемещений подвижного объекта от ближайшей реперной точки, пройденной этим подвижным объектом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коронкевич В.П., Ханов В.А. Лазерная интерферометрия. Новосибирск.: Наука. 1984 – 102 с.
2. Телешевский В.И. Основы теории и принципы построения акустооптических измерительных систем высокоточных станков. Автореферат дис. на соис. уч. ст. д.т.н. Москва, 1980.