

Измерение скорости смещения методом спекл-фотографии

Мархвида В.Г.

Белорусский национальный технический университет

Метод спекл-фотографии при простоте реализации, высокой точности измерения деформаций на малых базах, пониженных требованиях к регистрирующим средам и способам их обработки, простоте интерпретации результатов при большом объеме информации на одном материальном носителе может быть применен для проведения измерений деформаций в производственных условиях и при натурном исследовании сложных малогабаритных объектов.

Используя схему восстановления спеклограммы, вычисляют величину смещения L на локальном, попадающем в зону лазерного луча, участке поверхности объекта по формуле:

$$L = \lambda f_{\theta} M / D,$$

где λ – длина волны лазерного излучения; f_{θ} – расстояние от спеклограммы до экрана; M – знаменатель масштаба изображения объекта; D – период дифракционных полос Юнга.

Определив величину смещения L и время между двумя позициями t , можно вычислить скорость смещения: $V = L/t$. Недостаток этого способа состоит в невозможности регистрации измерения скорости смещений диффузного объекта, поскольку вычисляют только среднюю скорость смещения за время между двумя импульсами излучения.

Предлагается способ измерять скорость смещения в разные моменты времени. Такое измерение достигается поочередным освещением различных участков поверхности диффузно рассеивающего объекта при его плоском смещении. При этом первым импульсом когерентного излучения освещается вся поверхность объекта, а последующими – только отдельные неперекрывающиеся участки. Количество измерений скорости объекта равно числу участков на поверхности этого объекта, которое выбирается заранее. Устройство регистрации скорости смещения объекта представлено на рисунке.

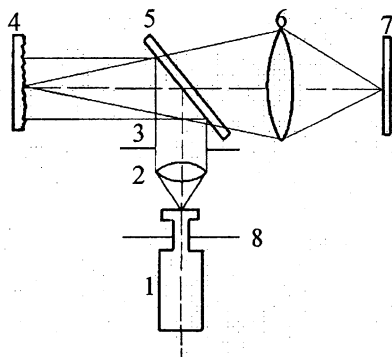


Рис. Схема устройства регистрации скорости смещения объекта: 1 – источник когерентного излучения – лазер; 2 – коллиматор; 3 – секторная диафрагма; 4 – исследуемый объект; 5 – светоделитель; 6 – линза; 7 – спеклограмма; 8 – затвор

Определение скорости смещения диффузного объекта в различные моменты времени осуществляется следующим образом. Пучок излучения от лазера расширяется с помощью коллиматора. Пройдя полностью раскрытую диафрагму, он отражается светоделителем, обеспечивающим нормальное падение лазерного излучения на диффузный объект. Изображение этого объекта на спеклограмме строится при помощи линзы. Однако данная запись от обычной двухэкспозиционной отличается тем, что перед вторым импульсом лазерного излучения специальная диафрагма устанавливается так, чтобы она «вырезала» только часть излучения, например, в виде сектора. Перед третьим импульсом диафрагма поворачивается на угол, равный центральному углу сектора, тем самым обеспечивается освещение перекрывающихся участков поверхности объекта. Аналогичная операция выполняется перед каждым последующим импульсом лазерного излучения. Время импульса, обеспечивающее требуемую точность, обрабатывается затвором.

Восстановление спеклограммы изложено выше.

Таким образом, если $t_{i,j}$ – время между импульсами i и j , а L_{ij} – смещение объекта между этими импульсами, то скорость смещения объекта вычисляется как $V_{i,j} = L_{i,j} / t_{i,j}$.

Рассмотренный способ позволяет определять скорость смещения объекта в различные моменты времени, тем самым дает возможность вычислить как среднюю скорость смещения, так и мгновенную скорость в заданные моменты времени.