



АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ СПЕКЛОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ УСРЕДНЕННЫХ ВО ВРЕМЕНИ И ПОСТРОЕНИЯ ПОЛЕЙ ИХ КОРРЕЛЯЦИИ.

Друкаренко Н.А., Каманцев И.С., Владимиров А.П.
Институт машиноведения УрО РАН

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы: создание спекл-интерферометрической установки, позволяющей при циклических испытаниях материалов на машине резонансного типа обрабатывать кадры изображения в паузах между опросами телекамеры и выводить на экран монитора компьютера информацию об изменении спекловых изображений в реальном времени. Ранее разработанный метод имел существенный недостаток, заключающийся в том, что в процессе испытания записывались кадры спекловых изображений, а изменения спеклов анализировали только после проведения опыта. Данное обстоятельство не позволяло осуществлять остановку циклического нагружения на интересующих стадиях зарождения трещины. В тоже время контроль развития дефектов, накопления повреждений и формирование усталостной трещины в режиме реального времени позволит анализировать кинетику разрушения, а также наиболее оптимально проводить эксперименты по изучению многоциклового усталости материалов.

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

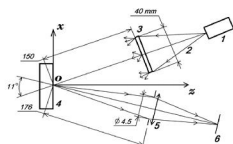
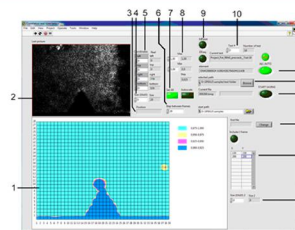


Схема оптической установки.

1- лазерный модуль, 2- освещающее излучение, 3- матовое стекло, 4- образец, 5- линза с диафрагмой, 6-ма трица фотоприемников телекамеры. Оптическая установка размещалась на платформе высокочастотной резонансной испытательной машины MIKROTRON фирмы RUMUL. Объект 4 освещали пучком 2 от лазерного модуля 1 типа KLM-H650-40-5 с длиной волны 0,65 мкм и мощностью 40 мВт. Типичное увеличение, формируемое оптической системой, составляло 0,7-крат. В экспериментах использовалась монохромная телекамера ВИДЕОКАН-415М-USB с матрицей, содержащей 782X582 фотоэлемента размером 8,3X8,3 мкм. Выбранное время экспозиции телекамеры, составляющее 0,5 секунды, соответствовало ≈ 50 циклам нагружения.

$$\eta = \frac{\frac{1}{nm} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} (A_{ij} - \bar{A})(B_{ij} - \bar{B})}{\left(\frac{1}{nm} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} (A_{ij} - \bar{A})^2 \right)^{1/2} \left(\frac{1}{nm} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} (B_{ij} - \bar{B})^2 \right)^{1/2}}$$

Величину η определяли по формуле, в которой i, j – номера элементов (пикселей) строки и номера строк матрицы соответственно, n, m – число пикселей строки и число строк матрицы, A_{ij} – числовое значение интенсивности излучения в пикселе с номерами i и j при t_1 , B_{ij} – числовое значение интенсивности излучения в этом пикселе в момент времени t_2 , \bar{A} – среднееарифметическая величина числовых значений A_{ij} матрицы при t_1 , \bar{B} – среднееарифметическая величина числовых значений элементов B_{ij} матрицы в момент времени t_2 .



Интерфейс программного обеспечения установки.

- 1- окно вывода распределения величины η ,
- 2- окно вывода текущего спеклового изображения объекта,
- 3- координата положения курсора на экране,
- 4- окно для ввода размера фрагмента, на которые делится изображение при выводе распределения η , обработке,
- 5- окно для выбора координат области контроля,
- 6- окно для ввода числа кадров между начальным и текущим кадром в режиме 1,
- 7-кнопка выбора всей области спеклового изображения в качестве зоны контроля и наблюдения выбранного фрагмента,
- 8- окно для задания минимального и максимального значения коэффициента корреляции в распределении η ,
- 9 – кнопка вызова графиков зависимости $\eta(N)$,
- 10 – выбор номера активного опыта с окном вывода описания этого опыта,
- 11 – кнопка для сохранения данных через каждые 1000 циклов,
- 12 - выбор директории для сохранения спекловых изображений,
- 13 – кнопка переключения на режим принудительного сохранения потока всех данных,
- 14 – выбор первого кадра для построения зависимости $\eta(N)$ в заданных фрагментах,
- 15 – окно задания координаты центров фрагментов,
- 16- окно для выбора размера фрагментов.

ЭТАПЫ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ

После запуска программы в режиме вывода распределения величины η на экран 1 программа:

- 1)ожидает сигнал от испытательной машины достижения числа циклов, кратного 1000,
- 2)получает от машины данные о дате, времени, количестве циклов, частоты прилагаемых усилий и т.д.,
- 3)захватывает и сохраняет текущий кадр в отдельный каталог с информацией даты, времени и числа циклов нагружения,
- 4)открывает ранее сохраненные кадры и выбирает из них кадр, соответствующий выбранному шагу в окне 16,
- 5)разделяет кадры, указанные в пунктах 4) и 5) на заданные в окне 15 фрагменты,
- 6)для каждого фрагмента по формуле определяет величину η ,
- 7)присваивает точкам поля наблюдения значения η , определяет промежуточные значения линейной интерполяцией,
- 8)выводит распределение величины η на монитор,
- 9)после завершения опыта сохраняет данные в виде текстового файла и файла изображения в BMP формате с присвоением имени, содержащего текущее число циклов, дату и время.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создана спекл-интерферометрическая установка, позволяющая на резонансных испытательных машинах при частотах нагружения ≈ 100 Гц без остановки процесса испытания материалов на многоцикловою усталость:

- захватывать и записывать в память ЭВМ спекловые изображения объектов,
- в реальном времени визуализировать распределение величины η в области изображения объекта,
- для заданных фрагментов изображений в реальном времени выводить на экран графики зависимостей η от числа циклов нагружения.

Разработано программное обеспечение, выводящее данные на экран монитора через 2 секунды, что в 5 раз меньше времени обновления данных, поступающих от испытательной машины.