

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКЛ-ФОТОГРАФИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О КИНЕТИКЕ ДВИЖЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ ЛОКАЛИЗОВАННОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В СПЛАВЕ Д1

К.В. Павличев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: pavlichev@tpu.ru

Принцип методики следующий – объект освещается рассеянным пучком когерентного лазерного излучения, в следствии чего, на объекте образуется спекл-поле. Во время деформации спеклы меняют своё местоположение, в связи с изменениями поверхности объекта, эти изменения регистрирует видеокамера. Отличия имеющиеся в соседних кадрах отображают изменения, которые произошли на поверхности [1, 2].

Используемый в исследованиях оптико-телевизионный комплекс состоит из аппаратной части и программ обработки (рис. 1). Первая позиция на рисунке контролер через который осуществляется управление узлами системы; 2 – узел изменяющий параметры оптического тракта; 3 – лазер подсвечивающий объект; 4 – видеокамера для регистрации спекл-поля; 5 – компьютер для сохранения и обработки получаемой информации. Скорость съёмки до 5 кадров в секунду с разрешением 1280x1024. Возможна работа со стандартными объектами от 10 до 100 мм длинной. Габаритные размеры: 670x180x170 [3].

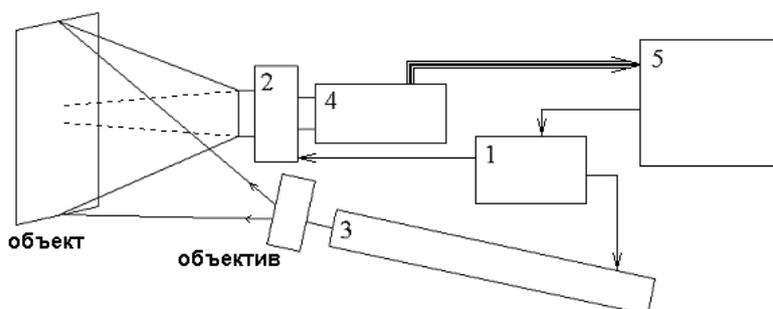


Рис. 1. Схема работы прибора

Простейшая программа для обработки спекл-изображений основывается на по пиксельном вычитании яркостей из первого кадра вычитается второй, из второго вычитается третий, из третьего – четвёртый, и так далее. В результате получаем изменения положения спеклов (рис. 2).

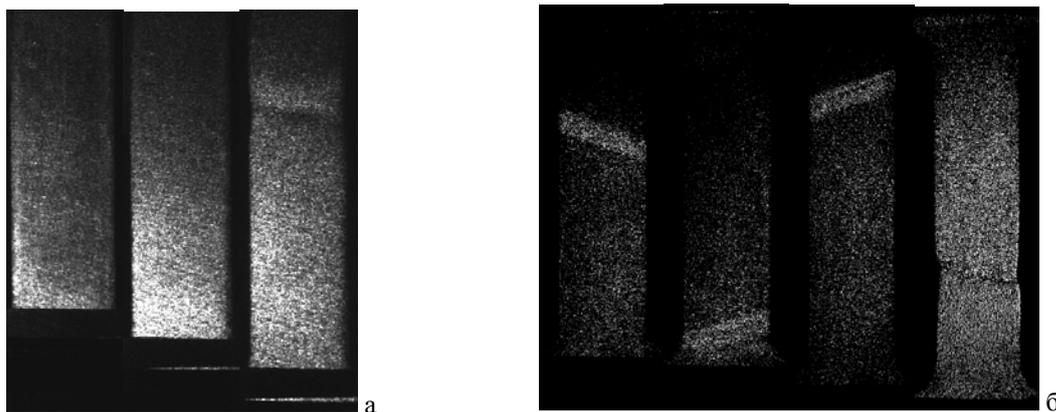


Рис. 2. Положение спеклов: а) до обработки; б) после обработки

Для исследования использовались стандартные образцы – размер рабочей области 10×50 мм, образец устанавливался в захватах машины Instron-1185. В результате исследований на сплаве Д1 (дюралюминий) зарегистрировано перемещение областей локализованной деформации, области перемещаются по длине всего образца в течении всей деформации. Обнаруженные области локализованной деформации визуальны сходны с полосой Чернова–Людерса регистрируемой на низкоуглеродистой стали, угол наклона около 60° [4], однако скорость перемещения полос много больше. На рис. 3 приведен график кинетики, скорость деформации 2 мм в минуту.

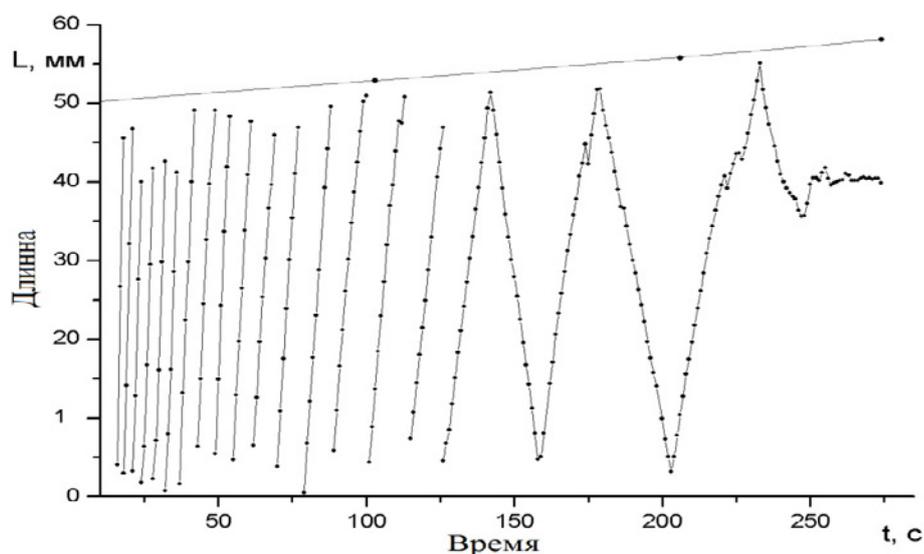


Рис. 3. Перемещение областей локализованной деформации, образец из сплава Д1

На рисунке 3 сверху проведена прямая, которая показывает удлинение образца, неподвижный захвата снизу. Области локализованной деформации перемещаются по длине образца равномерно, скорость (наклон кривой – $v = \Delta X / \Delta t$) убывает с ростом общей деформации. Движение области локализованной деформации прекращается к моменту образования шейки, разрыв образца происходит в месте остановки области локализованной деформации.

Для выявления влияния скорости растяжения на кинетику областей локализованной деформации исследования проводилось на скоростях растяжения, начиная от 0,5 мм в минуту до 20 мм в минуту при 8% общей деформации (рис. 4).

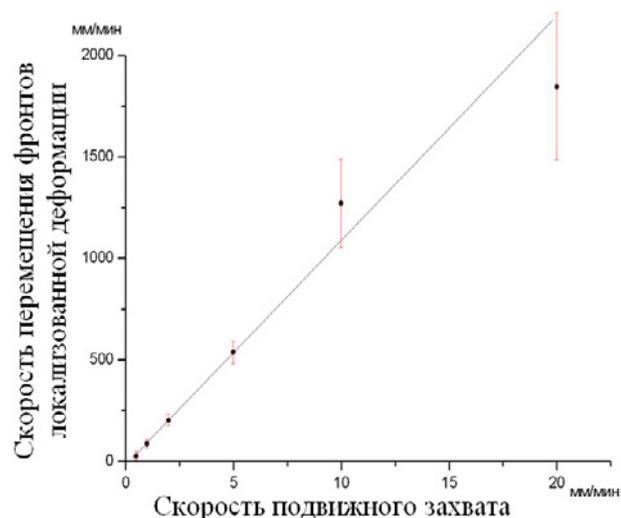


Рис. 4. Зависимость скорости перемещения областей локализованной деформации от скорости подвижного захвата

В результате полученная на рисунке 4 зависимость показывает, что изменение скорости деформации не влияет на физику процесса, в интервале скоростей от 0,5 до 20 мм/мин. Из зависимости рис. 4 видно, что скорость перемещения областей локализованной деформации больше скорости общей деформации на два порядка. Следовательно, цифровая спекл-фотография позволяет зарегистрировать те процессы, которые протекают на скоростях, не охватываемых классической спекл-фотографией, и даёт возможность описать их кинетику.

Список литературы

1. Вест Ч. Голографическая интерферометрия / пер. с англ. – М. : Мир, 1982. – 504 с.
2. Digital Speckle Pattern Interferometry and Related Techniques / P.K. Rastogi (ed.). – New York : J. Wiley and Sons, 2001. – 368 p.
3. Патент на полезную модель РФ № 78565.Опико-телевизионное устройство отображения зон локализации деформации поверхности / К.В. Павличев. – Оpubл. БИПМ 27.11.2008.
4. Зуев Л.Б., Данилов В.И., Мних Н.М. Спекл-интерферометрический метод регистрации полей смещений при деформации // Заводская лаборатория. – 1990. – № 2. – С. 90–93.