

## СПОСОБ РЕГИСТРАЦИИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ДЕФОРМАЦИИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

М.А. Барановский, П.П. Анципович, Н.И. Стрикель

Существующие способы непосредственного измерения усилия в процессе высокоскоростной деформации могут быть применены только при скоростях нагружения, не превышающих 100 м/сек. При более высоких скоростях деформирования значительное влияние оказывают собственная частота колебаний динамометров, неравномерность деформации, временной характер распространения пластической деформации. Это приводит к необходимости определения усилий кинематическим методом. Кроме усилий, для полной характеристики процесса требуется определение временных и пространственных зависимостей деформаций и скоростей деформации. Этим требованиям наиболее соответствуют способы скоростного фотографирования процессов.

Применение скоростных кинокамер с подвижной пленкой позволяет получить 5-8 кадров исследуемого процесса при скорости нагружения 10 м/сек [ 1 ].

Использование камер подобного типа для более высоких скоростей деформирования ограничивается сравнительно невысокой скоростью съемки /5000 кадров в секунду/.

Импульсная искровая фотография дает возможность получить до 13 кадров с максимальной скоростью съемки 150000 кадров в секунду [ 2,3 ]. Для изменения скорости съемки необходимы значительные изменения в электрической схеме установки.

Точность определения усилия кинематическим методом существенно зависит от количества промежуточных точек графика "путь-время". Увеличение количества кадров процесса может быть достигнуто фотографированием камерами с зеркальной разверткой изображения на неподвижную пленку.

На основании вышеуказанных требований была создана установка для исследования процессов высокоскоростной деформации с использованием сверхскоростного фоторегистратора СФР-2М. Скорость съемки в варианте лупы времени регулируется от 25000 кадров в секунду до

2.500.000 кадров в секунду при общем количестве кадров 60 или 240 в случае использования двух-или четырехлинзовой вставок соответственно.

Съемочная камера может быть использована как фоторегистратор, дающий непрерывную развертку исследуемого процесса с разрешением во времени до  $2 \cdot 10^{-8}$  сек при скорости развертки 3750 м/сек. Точность измерения скорости при помощи лампового тахометра составляет  $\pm 1,5\%$  от предела измерения. Применение электроннолучевого твхоскопа позволяет повысить точность до  $\pm 0,1\%$  от измеряемой величины.

Установка для исследования высокоскоростной пластической деформации с помощью скоростного фоторегистратора включает устройство для разгона бойка до скоростей 100–1000 м/сек и деформирования образцов, скоростной фоторегистратор СФР-2М, устройство для инициирования горения порохового заряда, импульсное осветительное устройство.

Для фотографирования процесса деформации необходимо синхронизировать начало съемки, процесс деформации и освещение. Синхронизация осуществляется следующим образом. При определенном угле поворота зеркала камеры пульт управления фоторегистратора выдает импульс высокого напряжения, который посредством трехэлектродного разрядника вызывает разряд высоковольтного конденсатора инициирующего устройства. Мощный импульс тока, проходя через проволочку, помещенную в пороховой заряд, взрывает ее и инициирует этим горение пороха. Разогнанный до требуемой скорости боек разрывает контакты осветительного устройства. Вырабатываемый при этом с помощью специальной электрической схемы высоковольтный импульс подается на управляющие электроды импульсных ламп и вызывает вспышку последних. Во избежание повторной съемки при последующих оборотах зеркала длительность свечения ламп не должна превышать периода вращения зеркала. Для этого применяется либо параллельное, либо последовательное соединение ламп. Этим же достигается и изменение интенсивности их свечения в зависимости от скорости съемки.

Основными преимуществами вышеизложенного способа являются наглядность способа, высокая надежность, очень высокая точность регистрации явлений, широкий диапазон регистрируемых скоростей деформирования, большое количество кадров исследуемого процесса.

## Л и т е р а т у р а

1. С. И. И ш у т к и н , Л. Д. С о к о л о в . Кинеметрический метод определения истинных сопротивлений деформации при динамическом растяжении. "Заводская лаборатория", № I, 1968.

2. Л. М. Ш е с т о п а л о в . Деформирование металлов и волны пластичности в них. АН СССР, 1958.

3. Ф. Ф. В и т м а н , В. А. С т е п а н о в . Влияние скорости деформирования на сопротивление деформированию металлов при скоростях удара  $10^2 - 10^3$  м/сек. Сб. "Некоторые проблемы прочности твердого тела". АН СССР, 1959.