

УДК 532.23, 535

Базаров Ю.Б.^{1,2}, Глушихин В.В.¹, Калашник И.А.¹ Мешков Е.Е.², Цыганов В.А.¹

¹РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров

²СарФТИ НИЯУ «МИФИ», Саров

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ МИКРОЧАСТИЦ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ МЕТОДОМ ДИАСКОПИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ.

Описаны результаты экспериментов по регистрации изображений микрочастиц образующихся при выходе ударной волны на свободную поверхность образца металла проекционным методом. Проведена оценка разрешающей способности метода.

ДИАСКОПИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ, ИЗОБРАЖЕНИЯ МИКРОЧАСТИЦ, УДАРНАЯ ВОЛНА

ВВЕДЕНИЕ

Определение размеров, формы, скорости перемещения микрочастиц и микрокапель, является актуальной задачей.

Существует широкий спектр методов регистрации размеров, скоростей, форм частиц с характерными размерами от 1 до 100 мкм. Наиболее информативными из них являются оптические методы, как бесконтактные, не вносящие возмущений в исследуемый процесс.

В некоторых случаях необходимо получать непосредственное изображение движущихся микрочастиц.

Для этого используются методы прямого фотографирования с короткой выдержкой и применением сильно увеличивающих оптических приборов. Как правило, съёмка происходит с близкого расстояния. При регистрации газодинамических процессов регистрирующая и оптическая аппаратура подвергается воздействию ударной волны и осколков и может быть повреждена или уничтожена. Существуют сложности с синхронизацией и ограниченным полем зрения. Решить некоторые из перечисленных проблем позволяет модификация метода диаскопической проекции (Ю.Б. Базаров, Е.Е. Мешков, «Система оптической регистрации» заявка на полезную модель № 2010133326/28)

В классическом случае диаскопической проекции (например, в кинопроекторе) [1] проецируемый объект (киноплёнка) находится в проходящем свете перед объективом и его изображение проецируется на экран. В нашем случае диаскопического метода вместо киноплёнки помещается исследуемый объект, а его изображение проецируется на светочувствительной поверхности регистратора. При этом в качестве источника света может использоваться мощная лампа в сочетании с конденсором или импульсный лазер для регистрации быстротекающих процессов.

ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Данная схема использовалась для исследования спектрального состава частиц, выбрасываемых со свободной поверхности образца металла при выходе на неё ударной волны, создаваемой взрывом заряда взрывчатого вещества.

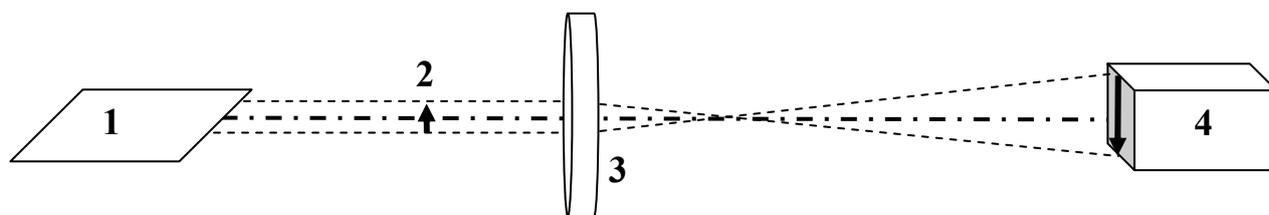


Рис. 1. Схема оптической регистрации микрочастиц: 1 – лазер ИПЛЭН «ОИГ 50», 2 – летящие частицы, 3 – объектив Canon, F=55мм, 4 – ПЗС-матрица регистрирующей камеры

Регистрация изображения микрочастиц в опыте осуществлялась скоростной видеокамерой Sensi Cam по оптической схеме, приведенной на рис. 1. В качестве подсветки использовался полупроводниковый лазер ИПЛЭН «ОИГ 50» без согласующей оптической системы (напрямую).

Зарегистрированное изображение приведено на рис. 2.

Линейное увеличение составило 1,7. Размер визуально различимых частиц составляет $20 \div 40 \mu\text{м}$. Диаметр масштабной проволоочки 130 $\mu\text{м}$, область регистрации $4,4 \times 5,2 \text{ мм}$ реальный размер приведённого фрагмента $2,3 \times 5,2 \text{ мм}$.

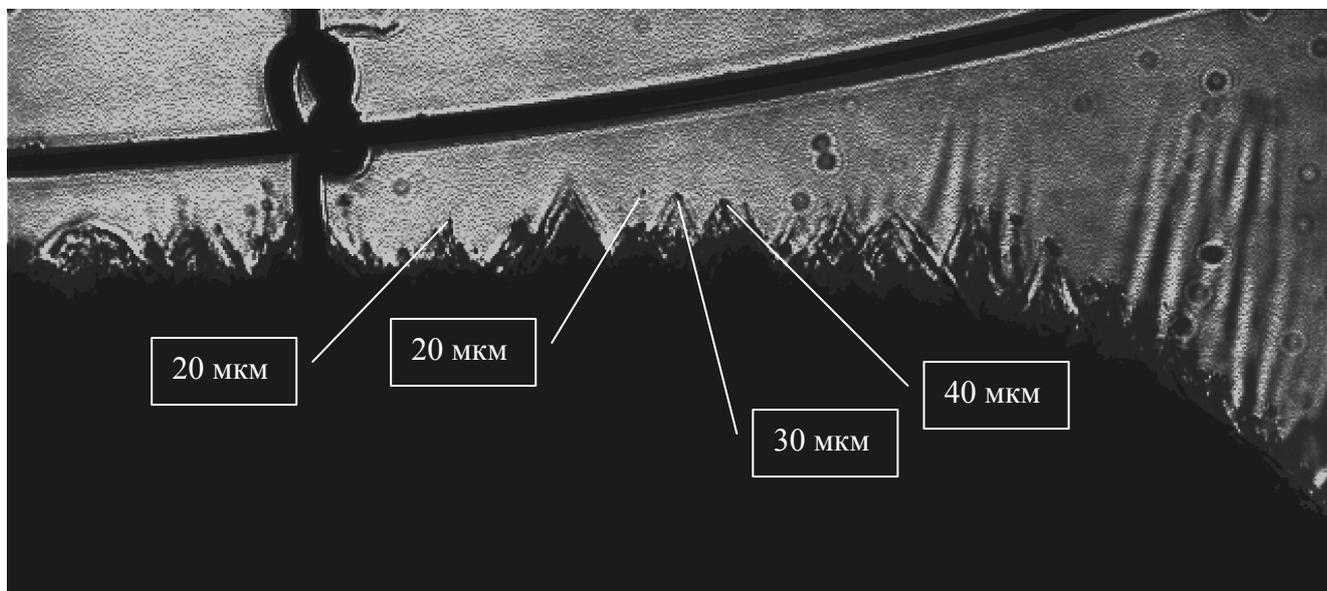


Рис 2. Зарегистрированное в опыте изображение частиц, выбрасываемых со свободной поверхности образца металла при выходе на неё ударной волны, создаваемой взрывом заряда взрывчатого вещества

Была проведена оценка разрешающей способности данного метода

В качестве тест-объектов использовалась мира с минимальным размером линии 5,3 $\mu\text{м}$ и размером исследуемой области $1 \times 1 \text{ мм}$, что приблизительно соответствует параметрам регистрации при исследовании потока частиц. Зарегистрированное изображение миры, размером $1 \times 1 \text{ мм}$ полученное камерой Sensi Cam, с числом элементов матрицы 10^6 приведено на рис. 3(а, б)

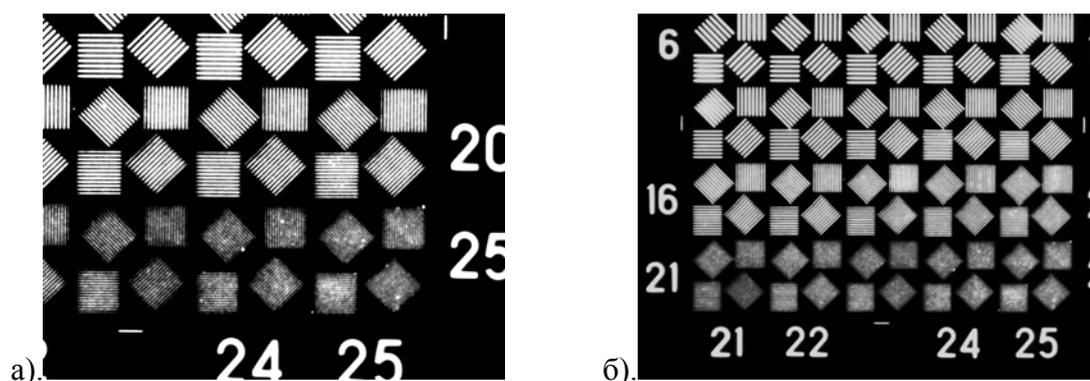


Рис. 3. Изображение мира, размером 1×1 мм. Линейное увеличение а) в ~ 16 раз; б) в ~ 8 раз
Разрешающая способность данной системы не хуже 5 мкм

На приведённых на рисунке 3 а, б изображениях мира (размером 1×1 мм) разрешена полностью. Разрешающая способность данной системы оценивается в 5 мкм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведены результаты эксперимента, иллюстрирующие возможности оптической регистрации микрочастиц, размерами более ~ 1 мкм, проекционным методом. Метод может быть использован для регистрации изображений микрочастиц образующихся при взрывных процессах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бегунов Б.Н. Геометрическая оптика // Издательство Московского Университета, 1966.

Yu.B.Bazarov¹, V.V. Glushichin¹, I.A. Kalashnik¹, E.E.Meshkov², V.A. Tsyganov¹
¹FSUE RFNC-VNIIEF, Sarov, Russia
²Hydrodynamics Laboratory, SarFTI, Sarov, Russia

ON POSSIBLE IMAGING OF MICROPARTICLES IN THE OPTICAL RANGE BY DIASCOPIIC PROJECTION METHOD

The results of the experiments on the registration of the images particles formed by shock wave arrival on the free surface of the metal by the projection method are described. The resolution of a method was estimated.

DIASCOPIIC PROJECTION, PARTICLES IMAGES, SHOCK WAVE