



УДК 535.36:681.787

А.С. Михалев, Е.М. Михалева, И.А. Бамбуркина

*Московский энергетический институт (технический университет), Россия,*

*111250, Москва, Красноказарменная ул., 14, E-mail: MikhalevASer@mpei.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА КАПЕЛЬ ЛАЗЕРНЫМ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫМ МЕТОДОМ**

*Показано влияние различных жидкостей на определение размера капель лазерным интерференционным методом. Показано изменение интерференционной картины при испарении капель за счет уменьшения их размеров. Приведены схема экспериментальной установки, методика регистрации интерференционных картин и вычисления по ним размера капель.*

**ЛАЗЕР, ЦИФРОВАЯ КАМЕРА, ИНТЕРФЕРЕНЦИОННАЯ КАРТИНА, ИСПАРЕНИЕ ЖИДКОСТИ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Оптические методы диагностики играют все большую роль в научных и теоретических исследованиях [1]. Их главное достоинство – это отсутствие воздействия на поток, а так же быстрое получение нужной информации о потоке. Лазерный интерференционный метод диагностики потоков позволяет определить размер частиц в потоке, а так же их скорость [2]. Данный метод отличается относительной дешевизной и простотой экспериментальной установки.

### **МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЙ**

#### **Экспериментальная установка**

Схема экспериментальной установки лазерного интерференционного метода одновременного определения размера и скорости частиц в потоке представлена на рис. 1. Излучение He-Ne лазера 1 мощностью 10 мВт с длиной волны  $\lambda = 0,6328$  мкм попадает на оптическую систему 2, состоящую из набора линз. Оптическая система 2 преобразует пучок лазера в лазерную плоскость (ЛП). Генератор капель 3 формирует одинокие капли жидкости 4. Изображение капель регистрируется с помощью цифровой камеры 5. Данная камера позволяет производить запись со скоростью до 34 кадров в секунду при максимальном разрешении 1600×1200 пикселей. Видеозапись производится при расфокусированном изображении, которое представляет собой интерференционную картину (ИК): сферу с набором чередующихся темных и светлых полос (рис. 2). Изображение передается в компьютер 6 по интерфейсу Gigabit Ethernet. Далее производится фильтрация и последующая обработка полученных изображений при помощи компьютерных программ.

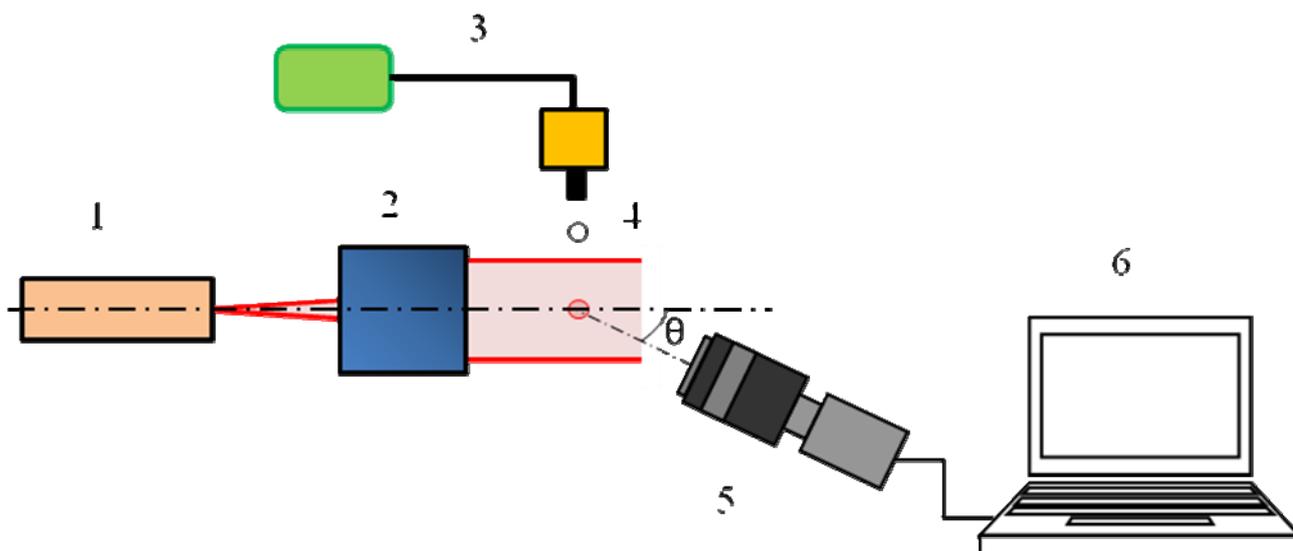


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

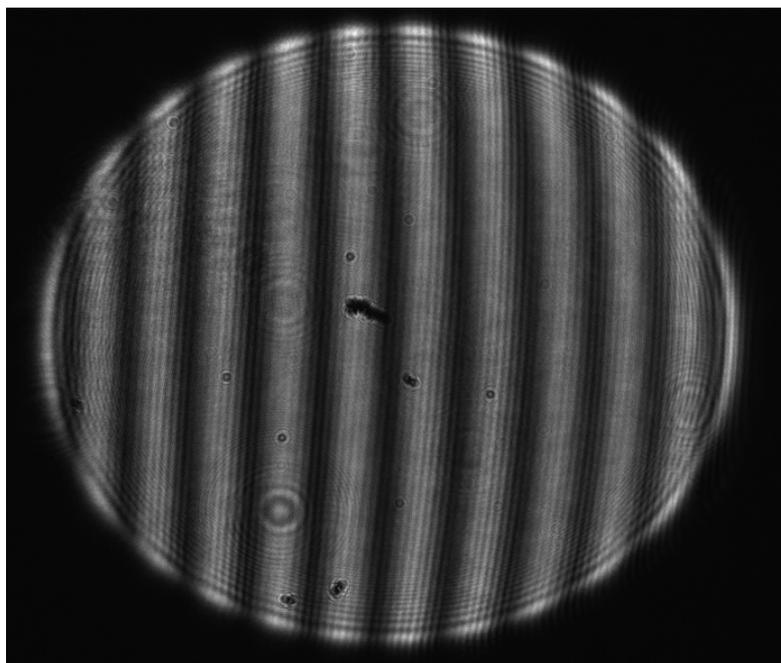


Рис. 2. Регистрируемая ИК

### Обработка экспериментальных данных

Размер исследуемых капель жидкости в воздухе определяется по полученным изображениям. Он определяется по количеству интерференционных полос на ИК следующим образом [3]:

$$d_p = \frac{2\lambda N}{\alpha} \cdot \frac{1}{\cos \frac{\theta}{2} + \frac{\frac{n_1}{n_2} \sin \frac{\theta}{2}}{\sqrt{\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 - 2 \frac{n_1}{n_2} \cos \frac{\theta}{2} + 1}}},$$

где  $d_p$  – диаметр пузырька,  $N$  – число интерференционных полос,  $\lambda$  – длина волны излучения,  $n_1$  – показатель преломления воздуха,  $n_2$  – показатель преломления жидкости,  $\theta$  – угол поворота камеры,  $\alpha$  – угол обзора камеры. На рис. 3 представлена зависимость размера капель воды ( $n_2 = 1,33$ ) и этанола ( $n_2 = 1,36$ ) от количества интерференционных полос.

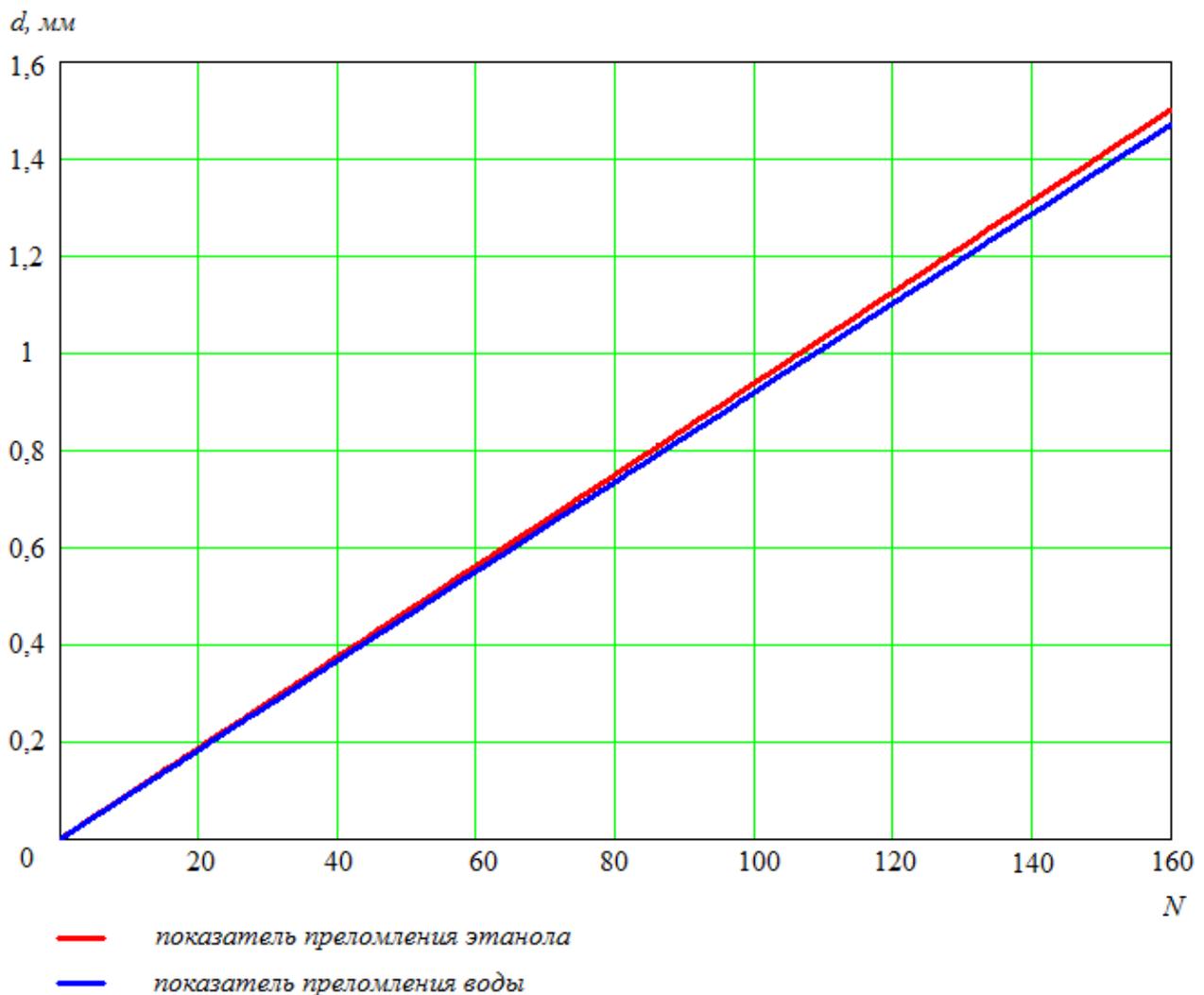


Рис. 3.

При испарении жидкости размер капель уменьшается, следовательно, уменьшается число интерференционных полос в ИК. По этому изменению можно проследить изменение физических свойств потока и время испарения капель.

Данный метод может быть применен при исследовании горения топлива, когда при распылении часть капель испаряется из-за высокой температуры.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Представленный интерференционный метод позволяет определять изменение физических свойств потока. Представлены теоретические данные. Показана схема экспериментальной установки и вид получаемых ИК.

## **БЛАГОДАРНОСТИ**

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК № 02.740.11.0449).

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ринкевичюс Б.С. Лазерная диагностика потоков / под ред. В.А. Фабриканта. –М.: Издательство МЭИ, 1990. 288 с.
2. А. С. Михалев, Б. С. Ринкевичюс, Н. М. Скорнякова Лазерный интерференционный метод определения параметров пузырьков газа // Метрология. – 2009, №9. С. 3 – 14.
3. Niwa Y., Kamiya Y., Kawaguchi T., Maeda M. Bubble sizing by interferometric laser imaging // CD-proc. of 10-th international symposium “Applications of laser techniques to fluid mechanics”, 2000. P.38.1.

A.S. Mikhalev, E.M. Mikhaleva, I.A. Bamburkina

*Moscow Power Engineering Institute (technical university), Russia,*

*111250, Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14, E-mail: MikhalevASer@mpei.ru*

## **THE INFLUENCE OF LIQUIDS PHYSICAL PROPERTIES ON DROP SIZE DETERMINATION BY LASER INTERFERENCE METHOD**

*The influence of different liquids on drop size determination by laser interference method is presented. The changing of interference picture is shown during drop evaporation. The scheme of experimental setup, registration methodic of interference pattern and methodic of drop size*

*The scheme of the experimental setup, interference picture registration and following drop size determination algorithm are presented.*

**LASER, CCD CAMERA, INTERFERENCE PICTURE, LIQUID EVAPORATION**