

Четырнадцатая Международная научно-техническая конференция

«Оптические методы исследования потоков»

Москва, 26 – 30 июня 2017 г.

УДК 681.7.013.7

Пью Ту Кхант

*Московский энергетический институт (технический университет), Россия,
111250, Москва, Красноказарменная ул., 14.*

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПУЗЫРЬКОВ ВОЗДУХА В ВОДЕ МЕТОДОМ ТЕНЕВОЙ АНЕМОМЕТРИИ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЧАСТИЦ

АННОТАЦИЯ

В работе представлен метод теневой анемометрии по изображению частиц, описан его принцип действия, проведён подбор источника излучения и оптимальных параметров метода. Обработка экспериментальных данных производилась в программе PIV VIEW 1.7.

**ТЕНЕВАЯ АНЕМОМЕТРИЯ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЧАСТИЦ,
ИЗМЕРЕНИЕ МАЛЫХ СКОРОСТЕЙ**

1. ВВЕДЕНИЕ

Предложен новый измерительный комплекс и усовершенствованы алгоритмы для исследования течений сплошных сред (жидкостей и газов) с помощью современного метода гидрофизического эксперимента Particle Image Velocimetry (PIV-метода). Новый измерительный комплекс специально адаптирован для использования при моделировании геофизических течений. С его помощью были проведены эксперименты по моделированию мелкомасштабных процессов в пограничных слоях атмосферы и океана.

2. ТЕНЕВОЙ АНЕМОМЕТРИИ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЧАСТИЦ (PSV)

Теневая анемометрия по изображениям частиц (ТАИЧ) - это метод, который использует источники света с значительно меньшей мощностью, чем лазеры. Метод PSV [1] является разновидностью PIV-метода. ТАИЧ техника использует вместо теории рассеяния теорию геометрической оптики. Освещение осуществляется импульсным источником, таким как светоизлучающий диод (LED). На видеокамеру регистрируется тень от специально внесенных в поток частиц.

Выделение измерительной области осуществляется за счет малой глубины резкости регистрирующей оптической системы. Получаемые изображения напоминают «обратные» к изображениям АИЧ: в АИЧ методе яркие точки на темном фоне (излучение, рассеянное от внесенных частиц), а в ТАИЧ методе темные точки на ярком фоне (тень от внесенных частиц).

Для создания теневой картины необходимы намного менее мощные источники света. Область применимости данного метода, особенности его практической реализации, погрешности и диапазон измеряемых скоростей на данный момент не определены. Схема экспериментальной установки представлена на рис.1.

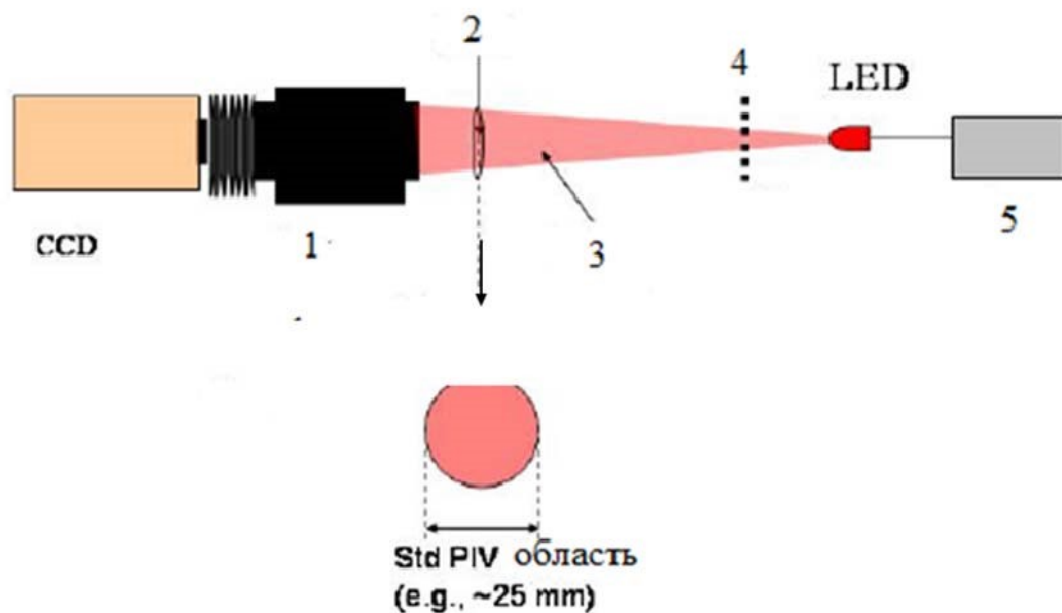


Рис.1. Схема экспериментальной установки :

- 1 — видеокамера с оптической системой; 2 — исследуемый объем; 3 — освещение; 4 — фильтр; 5 — импульсный источник питания [1]

В схеме установки, основанной на методе PSV, глубина резкости, поле зрения и рабочее расстояние должны быть скорректированы с помощью распорки или гофрированной трубки вставленной между корпусом камеры и объективом. Излучение от светодиода, питаемого импульсным источником проходит через специальный фильтр и освещает область измерений. Видеокамера регистрирует тень от внесенных в

измерительную область частиц. Объектив и сама видеокамера соединены с помощью специального сильфона, который позволяет настраивать прямолинейную регистрацию. Область регистрации является стандартной для ТАИЧ методов и составляет порядка 25 мм.

Важную роль в методе PSV играет подбор источника излучения. Выбор источника излучения производился из следующих типов: одиночные светодиоды различных размеров, типов покрытия и цвета (рис. 2, а), ламповый прожектор (рис. 2, б).

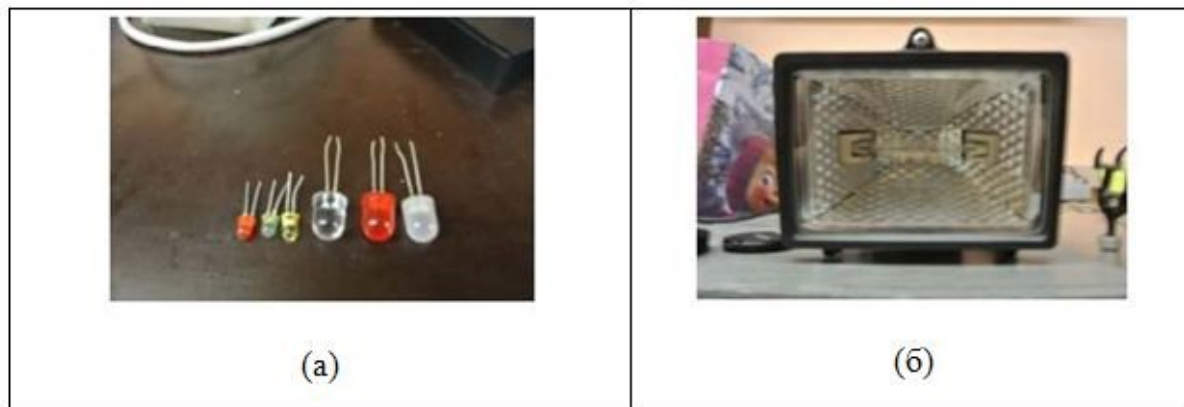


Рис. 2. Источники излучения

3.СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Схема экспериментальной установки для записи картин приведена на рис.2. Она состоит из следующих функциональных элементов: 1 – светодиод; 2 – аквариум с движущимися пузырьками воздуха; 3 – цифровая видеокамера, изображение с которой передается на компьютер. В данном рисунке состоит из источника света, в качестве которого использовался светодиодный прожектор; объекта исследования, в котором присутствуют пузырьки воздуха в воде, полученные в результате электролиза; регистрации производится на цифровой фотоаппарат в режиме видеосъемки.

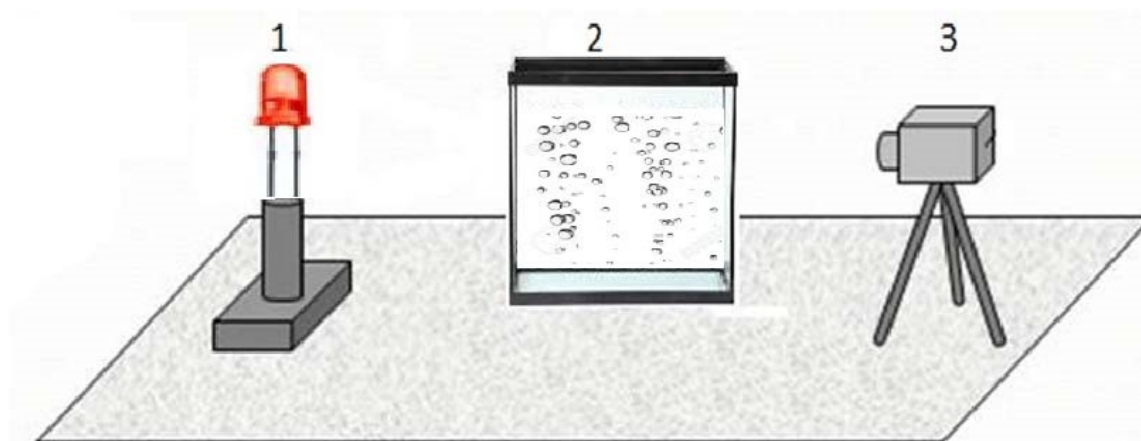


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

Затем с помощью программы (PIV VIEW) сравниваются две картины, и по их различию получается информация об исследуемом движущихся пузырьках воздуха. С помощью источника прожектор и радужные цвета и светодиодные цвета. Параметры метода PIV. Таблица. 1. Анемометрии по изображениям частиц (PIV) параметры системы, используемой для эксперимента

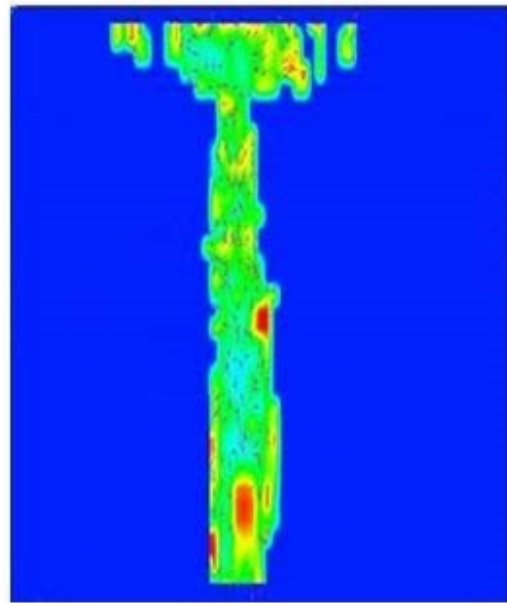
Параметры	Красный	Зеленый	Синий
Ширина изображения	1060	1060	1060
Глубина изображения	596	596	596
Размер окна	32	32	32
Размер шага	16	16	16
Пиксель бит	8	8	8
Перекрытия	50%	50%	50%

На рис 3. приведены результаты регистрации изображений без компьютерной обработки.

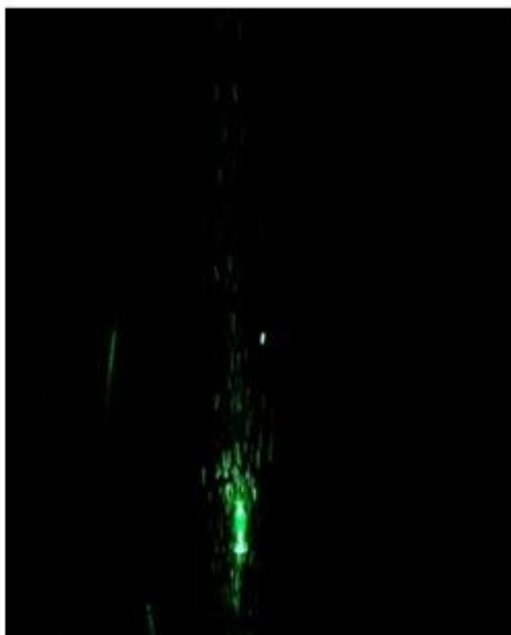
С помощью светодиодов



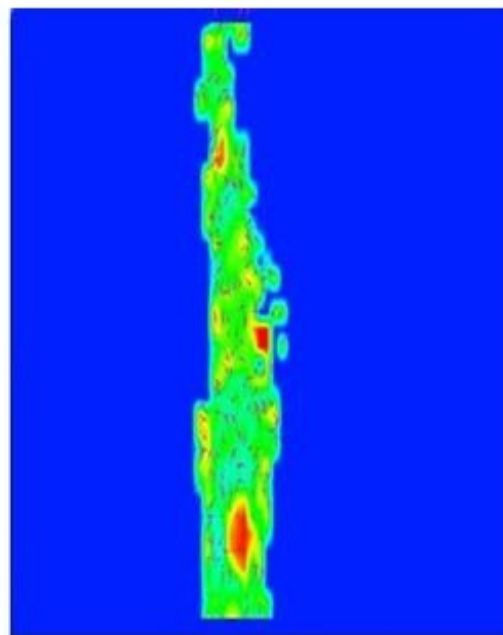
Экспериментальное изображение



Результаты обработки



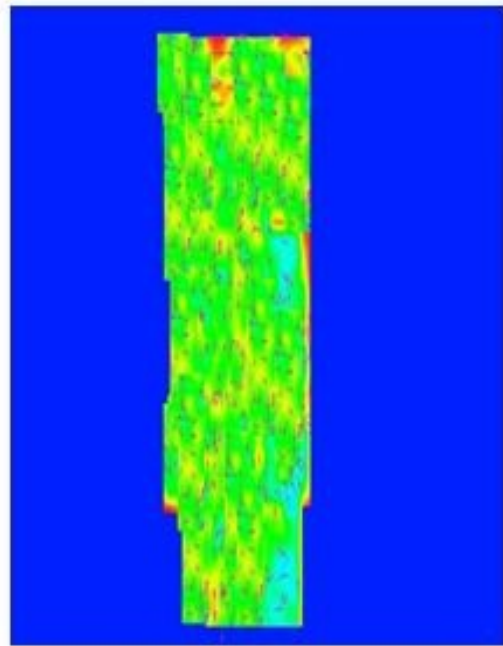
Экспериментальное изображение



Результаты обработки

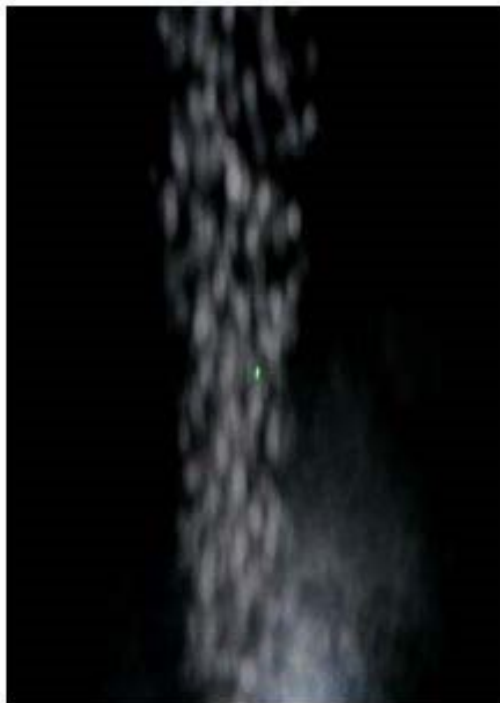


Экспериментальное изображение

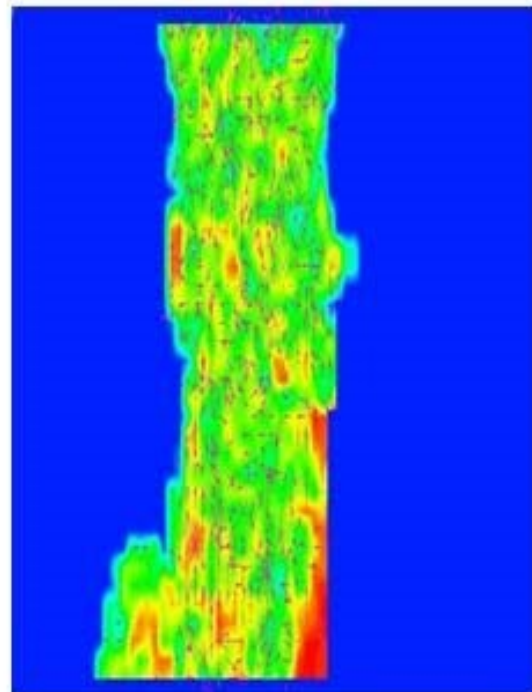


Результаты обработки

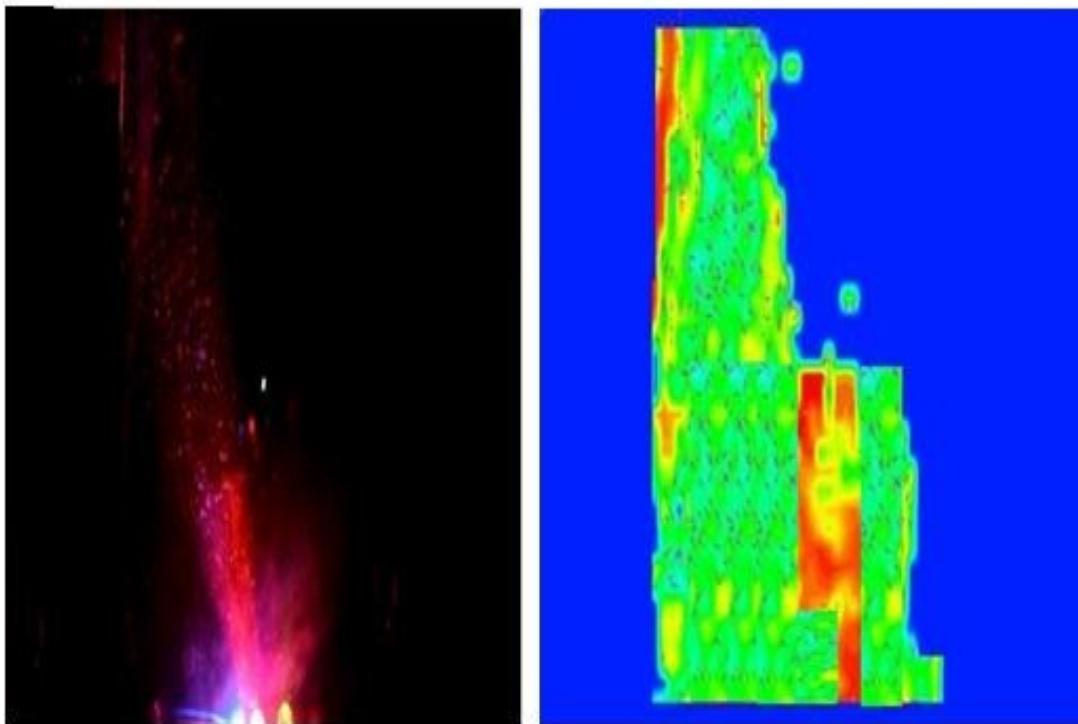
С помощью прожектор



Экспериментальное изображение



Результаты обработки



Экспериментальное изображение

Результаты обработки

Рис. 3 . Результаты эксперимента

4.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены экспериментальные исследования образования тени от пузырьков воздуха в воде при различных способах освещения (светодиод, светодиодный прожектор). Как видно из рисунков, тени от прожекторов (рис.2. б) нас не устраивают (есть блики, присутствуют полутени, слабая контрастность). Одиночные источники дают тень хорошего качества поэтому остановимся на них. Излучение от светодиода направленное, узкое и яркое. Таким образом, можно остановить свой выбор на одиночном светодиоде.

Основными преимуществами этой техники по сравнению с другими оптическими методами диагностики потоков, такими как обычный теневой, спекл интерферометрический, являются ее чрезвычайно скромные технические требования: обычно только одна цифровая видеокамера, светодиод и компьютер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эстевадеордал Дж., Госс Л. АИЧ со светодиодом: теневая анемометрия по изображению частиц // Innovative Scientific Solutions, Inc.,Dayton, OH, 2005.
2. **Современные** оптические методы исследования потоков: Коллективная монография / Под ред. Б.С. Ринкевичюса. – М.: Оверлей. 2011.

Phyo Thu Khant

VISUALIZATION OF AIR BUBBLES IN WATER BY PARTICLE SHADOW VELOCIMETRY

ABSTRACT

This paper presents a shadow particle velocimetry method, describes its principle of operation, selection of the radiation source and the optimal parameters of the method. The experimental data were performed in the program PIV VIEW 1.7.

PARTICLE SHADOW VELOCIMETRY, MEASUREMENT OF LOW VELOCITY