

Наладка системы PIV на установке АТ-3

В.П.Кулеш¹, Г.Я.Масленников^{1,2}, И.А.Амелюшкин¹

¹Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Оптический метод PIV (Particle image velocimetry) предназначен для панорамного измерения скорости потока путем цифровой регистрации изображений плоскости поля скоростей взвешенных в жидкости или газе мелких частиц примеси. Исследуемую плоскость подсвечивают лазерным ножом. При помощи цифровой камеры фиксируют два изображения частиц через заданный промежуток времени. Сравнивая два изображения, при помощи кросскорреляционного анализа получают поле смещение частиц. Так как интервал времени, за которое произошло смещение, известно, можно получить поле скоростей. К достоинствам метода относятся панорамность и неинвазивность.

Такая система PIV фирмы La Vision установлена в дозвуковой аэродинамической трубе АТ-3 ФАЛТ МФТИ. Система содержит импульсный Nd:YAG лазер с длиной волны излучения 532 нм и две цифровые камеры с разрешением 1024x1024 пикселя. Камеры позволяют регистрировать изображения с частотой до 5400 кадров в секунду. Камеры и лазер синхронизированы по времени при помощи устройства синхронизации под управлением персонального компьютера.

В процессе настройки системы возник ряд проблем, одна из которых была связана с настройкой синхронизации экспозиции и лазерных импульсов при съемке в режиме double frame. В этом режиме первый кадр должен быть подсвечен только первым импульсом, а второй – только вторым. Была разработана методика настройки отдельно задержки первого кадра относительно первого импульса и второго кадра относительно второго импульса.

Предварительно на установке проведены измерения распределения концентрации частиц в потоке по распределению интенсивности рассеянного частицами света. Для проведения этого эксперимента система формирования лазерного ножа была доработана с целью создания световой плоскости постоянной ширины и интенсивности. После прохождения цилиндрической линзы свет попадал на собирающую линзу диаметром 100 мм, фокус которой совпадал с фокусом цилиндрической линзы. Таким образом, был получен плоский пучок света, ширина которого остается постоянной. Изображение взвешенных в потоке частиц, рассеивающих свет световой плоскости, регистрировалось

при помощи цифровой камеры. При обработке изображений по результатам измерения распределения освещенности был проведен расчет распределения концентрации частиц в исследуемой плоскости.

В качестве одного из ближайших методических экспериментов планируется одновременное измерение пульсаций скорости потока методами PIV и термоанемометрии, а также сравнение результатов с расчетом. Для проведения эксперимента в рабочей части установлен комбинированный пневмометрический насадок для определения скорости потока и калибровки термоанемометра. Расчет предполагается провести при помощи моделей сопротивления Стокса, Хендерсона[2], Tedeschi G.[3] и др.

Литература

[1] *Melling A.* Tracer particles and seeding for particle image velocimetry // *Measurement Science and Technology.* – 1997. – № 8. – P. 1406–1416.

[2] *Henderson C. B.* Drag coefficients of spheres in continuum and rarefied flows // *AIAA J.* – 1976. – V. 14. – N 6. – P. 707–708.

[3] *Tedeschi G., Gouin H., Elena M.* Motion of tracer particles in supersonic flows // *Exp. Fluids.* – 1999. – V. 26. – P. 288–296.