

*Физико-математические науки***АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ
КООРДИНАТНЫМ УСТРОЙСТВОМ
АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЫ**

Грек Г.Р., Бойко А.В., Гилев В.М., Зверков И.Д.,
Сорокин А.М.

*ФГБУН «Институт теоретической и прикладной
механики им. С.А. Христиановича» СО РАН,
Новосибирск, e-mail: gil@itam.nsc.ru*

Представлена система управления координатным устройством аэродинамической трубы. Координатное устройство позволяет с помощью компьютера по заданной программе прецизионным образом перемещать датчик термоанемометра в рабочей части аэродинамической трубы с точностью до 5 мкм по всем трем координатам (x, y, z).

В процессе перемещения датчика автоматически по команде компьютера производится измерение пространственно-временных параметров потока (регистрация средних и пульсационных характеристик скорости потока).

Ключевые слова: аэродинамическая труба, координатное устройство, система управления, перемещение датчика

При проведении научных исследований в области аэродинамики значительное внимание уделяется изучению устойчивости течения и процесса перехода его к турбулентности. Исследования подобных вопросов широко проводятся в Институте теоретической и прикладной механики (ИТПМ) им. С.А. Христиановича СО РАН в аэродинамической трубе с низким уровнем турбулентности Т-324 [1]. При проведении экспериментальных исследований подобного типа важно получение количественных данных о распределении средней скорости потока (U) и пульсациях скорости (u') в пограничном слое. Одним из широко распространённых методов получения таких данных является метод термоанемометрии [2]. Необходимая высокая точность перемещения датчика термоанемометра и большое количество точек делает процесс работы с термоанемометром весьма утомительным и трудоёмким для исследователя. Кроме того, в результате большой продолжительности эксперимента увеличивается вероятность отклонения от первоначально заданных параметров эксперимента, что усложняет обработку и интерпретацию полученных данных. В среднем, при работе с термоанемометром вручную с использованием аналоговых измерительных приборов два исследователя могут обработать за смену всего около 200 точек, что и осуществлялось в наших предыдущих экспериментах [3].

Для повышения эффективности проведения подобных исследований в настоящее время на аэродинамической трубе Т-324 создается автоматизированный измерительный комплекс (АИК), который предназначен для автоматиче-

ского трехмерного сканирования поля течения в аэрофизическом эксперименте. Использование АИК позволяет увеличить на несколько порядков количество считываемых точек. Будущее видится за полностью автоматизированным комплексом, который не только бы считывал данные, но и в автоматическом режиме мог бы перемещать датчик по заданным координатам, делать необходимое число измерений и сохранять результаты их в файле данных.

**1. Координатное устройство
аэродинамической трубы**

Координатное устройство аэродинамической трубы является составной частью АИК и позволяет с помощью компьютера по заданной программе прецизионным образом перемещать датчик термоанемометра по трем координатам в рабочей части аэродинамической трубы с точностью до 5 мкм по всем трем координатам (x, y, z).

В процессе перемещения датчика в рабочей части аэродинамической трубы автоматически по команде компьютера производится измерение пространственно-временных параметров потока (регистрация средних и пульсационных характеристик скорости потока).

Работа АИК построена следующим образом: экспериментатором создается трехмерная матрица координат перемещений датчика, которая заносится в память компьютера, шаговые двигатели по сигналу компьютера перемещают датчик в точку, задаваемую матрицей координат перемещений, производится измерение, занесение его результатов в память компьютера и затем формируется сигнал на перемещение датчика в следующую позицию. Данный цикл перемещений и измерений повторяется до завершения эксперимента.

**2. Система управления
перемещением датчика**

Перемещением датчика вместе с генерацией периодических сигналов управляет программа, написанная в среде MATLAB и специально настроенная для проведения таких экспериментов. Программа имеет два окна: первое (окно настройки) служит для установки конфигурации входных портов, как сигнальных, так и сбора данных, устанавливает диапазон изменения сигнала и порядок сканирования данных, а так же их буферизацию и триггеризацию. При этом формируется выходной файл, в который может быть также занесена в виде комментария подготовленная заранее некоторая служебная информация, характеризующая особенности проведения эксперимента. Эта информация в дальнейшем может быть использована при математической обработке полученных экспериментальных результатов.

Второе (основное) окно программы содержит блок управления перемещениями датчика, блок генерирования сигналов и связь с АЦП. С помощью данного окна с использованием специальной «кнопки» на экране осуществляется запуск АЦП, сохранение результатов эксперимента в файле данных, визуализация введенных данных в графическом или текстовом виде, изменение масштаба графика, выводимого на экран монитора. Механизм перемещения датчика контролируется из программы через плату *National Instruments PCI-6503 Card*. Система использует 24-х канальную периферийную связь. Драйверы позволяют по сигналам, подаваемым с платы управления координатным устройством, перемещать датчик с постоянной скоростью по трём координатам в обоих направлениях, а также прекращать движение при срабатывании концевого выключателя. Имеется возможность корректировать положение датчика при использовании импульсных датчиков положения. В целях отладки возможен также ручной (отладочный) режим перемещения датчика термоанемометра по точкам.

Интерфейс программы управления разработан таким образом, что экспериментатор может перемещать датчик по любой координате последовательно или одновременно по нескольким направлениям.

В выбранной точке даётся команда на сбор данных по установленным параметрам. При необходимости, координаты точек могут быть заранее занесены в специальный файл координат. В этом случае в процессе проведения эксперимента даётся команда перемещения датчика по координатам из этого файла. Для удобства, а также с целью более эффективной работы пользователя разработана специальная программа, с помощью которой производится автоматическая генерация файла координат.

В процессе проведения эксперимента производится съём данных во всех указанных в файле точках и запись результатов измерений в файл данных определённой структуры. В любой мо-

мент экспериментатор может прервать считывание данных без их потери. Начало считывания данных производится с любой заранее выбранной задержкой, либо по сигналу триггера.

Заключение

Таким образом, в процессе проведения работ по проекту было разработано и изготовлено описываемое в данной работе координатное устройство, предназначенное для проведения экспериментальных исследований в области дозвуковой аэродинамики. Данное устройство вместе с созданным для его работы программным обеспечением позволяет вывести методику термоанемометрических измерений при проведении аэрофизических исследований на качественно новый уровень [4]. Координатное устройство позволяет сканировать поле течения в аэродинамической трубе с шагом до 5 мкм, существенно облегчая и ускоряя тем самым процесс проведения экспериментов. Кроме этого, использование компьютера позволяет в процессе проведения эксперимента в случае необходимости оперативно изменять режим его протекания.

Выполнение представляемой работы осуществлялось при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты РФФИ № 12-07-00548 и 13-07-00616).

Список литературы

1. Boiko A.V., Grek G.R., Dovgal A.V., Kozlov V.V. The Origin of Turbulence in Near-Wall Flows // Monography, 2002, Springer-Verlag. 263 p.
2. Chernoray V.G., Dovgal A.V., Grek G.R., Kozlov V.V., Litvinenko Y.A., Lofdahl L. Instability of a swept-wing boundary layer modulated by stationary flow perturbations // Visualization of Mechanical Processes, 2013, Vol. 3, Issue 1, P. 13.
3. Kozlov V.V., Grek G.R., Dovgal A.V., Litvinenko Y.A. Stability of the Subsonic Jet Flows // Journal of Flow Control, Measurement & Visualization (JFCMV), 2013, Vol. 3, Issue 1, P. 94-101.
4. Гилев В.М., Грек Г.Р., Зверков И.Д., Сорокин А.М. Автоматизированное координатное устройство для трехмерного сканирования поля течения в аэродинамическом эксперименте // Индустриальные информационные системы (ИИС-2013) (Новосибирск, 25–27 сент. 2013 г.): сборник тезисов Всероссийской конференции. – Новосибирск: КТИ ВТ СО РАН, 2013. – С. 14–15.

**«Проблемы агропромышленного комплекса»,
Таиланд (Бангкок, Паттайа), 20-30 декабря 2013 г.
Сельскохозяйственные науки**

**ШИРОКОЗАХВАТНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ
МАШИНЫ ФРОНТАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ
КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Юлдашев З.Ш.

*Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет, Санкт-Петербург-Пушкин,
e-mail: zarifjan_yz@mail.ru*

В растениеводстве в настоящее время реализуется концепция точного земледелия. Традиционные технологии внесения удобрений в усредненной дозе для всего участка поля, без

учета внутривидовой вариативности параметров почвенного плодородия не обеспечивают заданной окупаемости удобрений, реализации генетического потенциала сельскохозяйственных культур [1, 2, 3].

Точное земледелие (англ. Precision Agriculture) является новой популярной концепцией сельскохозяйственного производства. Точное земледелие можно определить как целостную систему, предназначенную для оптимизации сельскохозяйственного производства за счет применения информации по культурам, передовых технологий и методов.