

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ И СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ НА УСТАНОВКЕ ВОЗДУШНОЙ УВ-010 ЦИАМ

С.Л. Вавиловская, Д.Л. Захаров, М.В. Корнеев (ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»)

Измерение температуры воздуха на входе в двигатель и газового потока за турбиной выполняются штатными контактными датчиками температуры. При этом необходим учет скоростных и динамических поправок, для введения которых необходимо знать показатель тепловой инерции и коэффициент восстановления термоприемника. Экспериментальное определение этих характеристик в ЦИАМ осуществляется при помощи аттестованной установки УВ-010. Рассмотрены структурная схема и принцип действия данного испытательного оборудования, а также вопросы автоматизации эксперимента.

Ключевые слова: датчик температуры, тепловая инерция, неполнота торможения.

Современные тенденции в авиадвигателестроении [12] требуют достижения все более высоких температур и скоростей потока. При этом увеличиваются систематические ошибки определения температуры полного торможения потока контактными датчиками температуры. Все более важным становится учет скоростных и динамических поправок. Для введения этих поправок необходимо знать показатель тепловой инерции и коэффициент восстановления термоприемника, которые принимаются как индивидуальные для каждого датчика температуры.

Для экспериментального определения этих поправок в ЦИАМ имеется аттестованная установка УВ-010. Исследования проводятся с учетом рекомендаций отраслевого стандарта ОСТ 100418-81. «Отраслевая система обеспечения единства измерений». «Метод и средства определения динамических характеристик датчиков температуры газового потока». Данный стандарт устанавливает метод и средства экспериментально-расчетного определения тепловой инерции датчиков температуры для измерения температуры газового потока при исследованиях, испытаниях и эксплуатации изделий авиационной техники.

В настоящее время система измерения и управления установкой УВ-010 усовершенствована. В ее состав введено современное измерительное оборудование, в результате чего сократилось время проведения эксперимента, и повысилась точность измерений, а процесс испытаний стал полностью автоматизированным [2, 3].

Установка УВ-010 представляет собой аэродинамическую трубу вентиляционного типа и предназначена для экспериментального определения показателя тепловой инерции и характеристики неполноты торможения — коэффициента качества погружных контактных датчиков температуры газового потока.

Схема установки представлена на рис. 1. Принцип действия установки заключается в следующем. Вертикально расположенное сопло расширяющимся трубопроводом соединено с центробежными вентиляторами. В начальном участке соединительного патрубка установлена поворотная заслонка для регулирования расхода воздуха и, следовательно, скорости потока в рабочем сечении сопла. Включение установки, ре-

гулирование скорости потока, нагрев электрических печей, ввод и сдергивание печей пневмоприводом (при ручном режиме) производятся с пульта управления. Сигнал с датчика температуры через АЦП поступает на компьютер.

Определение тепловой инерции погружного контактного датчика температуры газового потока производится по его переходной функции в тепловом регулярном режиме первого рода.

Неполнота торможения, характеризуемая коэффициентом качества датчика, определяемым как отношение температуры датчика к температуре полного торможения потока, находится из прямых измерений температуры датчика и полного торможения потока.

Автоматизированная система управления установкой УВ-010

В автоматизированной системе управления установкой УВ-010 использована плата управления NI PCI 6518 и плата, реализующая специальную электрическую схему разработки ЦИАМ, что позволило производить управление ходом эксперимента с ПК. Спе-

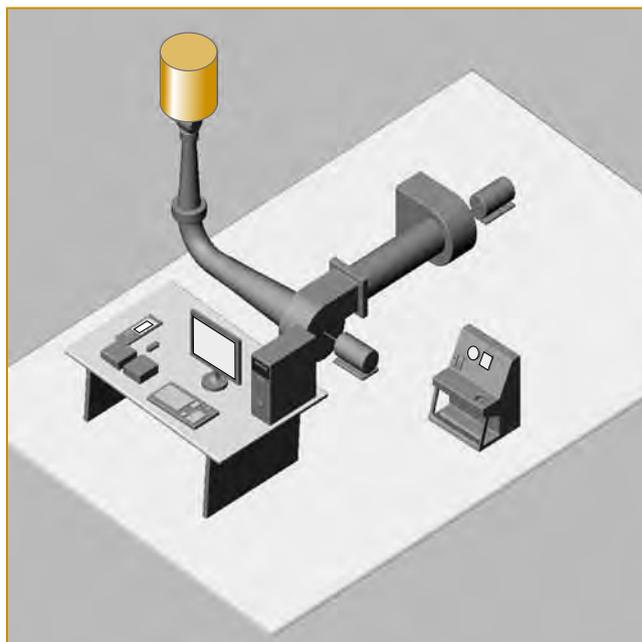


Рис. 1. Схема установки УВ-010

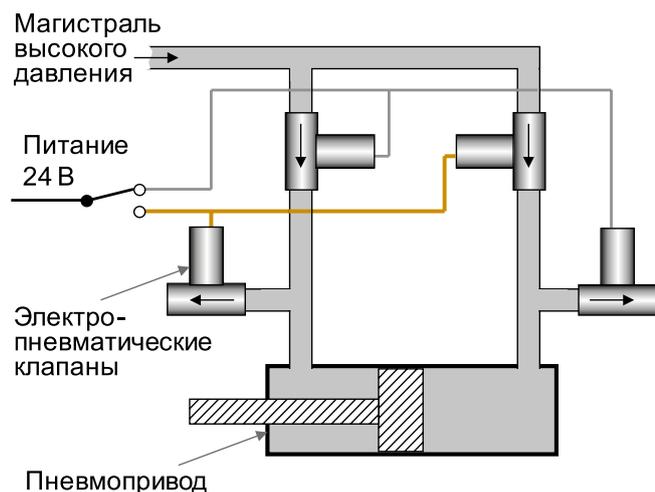


Рис. 2. Пневматическая схема установки УВ-010

циальная плата позволяет по сигналу от компьютера управлять электрическими и пневматическими элементами установки: запуск/останов электродвигателей компрессоров; управление электроприводом заслонки; подача/отключение питания печей нагрева датчика температуры; управление пневмоприводом печи с помощью электропневматических клапанов. Реализована возможность получения сигналов положения печи и заслонки с последующей их передачей на ПК. Кроме того, в разработанной плате на аппаратном уровне предусмотрена защита от подачи сигналов типа «пуск» на элементы установки при получении с ПК взаимоисключающих сигналов. Также предусмотрена возможность полностью передать управление на пульт установки УВ-010 и управлять ходом эксперимента с пульта.

Новая система управления позволила заменить ручное переключение подачи сжатого воздуха в камеры пневмопривода. Для управления пневмоприводом использовано четыре электропневматических клапана. Они получают напряжение питания попарно так, что в один и тот же момент времени одна пара клапанов открыта, другая закрыта. К пневмоприводу клапаны подключены таким образом, чтобы при подаче воздуха из пневматической магистрали в первую камеру пневмопривода через один из клапанов воздух из второй камеры стравливался бы через другой клапан и наоборот (рис. 2).

Благодаря автоматическому переключению давления в системе пневмопривода электропневматическими клапанами удалось сократить время сдергивания печи и сделать эту величину независимой

от действий оператора. Кроме того, применение разработанной платы позволило регистрировать с точностью до 0,01 с (ограничено частотой АЦП) моменты времени начала сдергивания печи и полного извлечения печи из рабочей части установки, что повысило точность определения показателя тепловой инерции. (Ранее по началу изменения показаний датчика торможения можно было определить только время начала сдергивания печи). Таким образом, был усовершенствован метод определения показателя тепловой инерции контактных датчиков температуры газового потока.

В качестве средств измерения статического давления используются датчики разности давления:

- Keller PD-23 с диапазоном измерений (0...16) кПа и погрешностью $\pm 0,2\%$ от верхнего предела (ВП);
- ADZ-SML-20 с диапазоном измерения (0...16) кПа и погрешностью измерения $\pm 0,5\%$ от ВП.

Для измерения барометрического давления используется датчик абсолютного давления ADZ-SML-20 с диапазоном измерения (0...1,6) бар и погрешностью измерения $\pm 0,5\%$ от ВП. В комплексе с платой АЦП NI 6133 (диапазон измерения 0...10 В, погрешность измерения $\pm 0,05\%$ от ВП) эти датчики позволили усовершенствовать метод определения скорости потока. Благодаря тому, что показания датчиков регистрируются в течение всего хода эксперимента с высокой частотой (до 1 кГц), возможно определение точного значения скорости потока газа в любой момент времени.

Для организации управления ходом эксперимента, регистрации и обработки измеряемых данных в среде программирования LabView был разработан человеко-машинный интерфейс "виртуальной" панели, устанавливаемый на ПК.

В настоящее время на установке проводятся испытания датчиков температуры различных типов, например, для измерения температуры потока газов на выходе из турбины типа ТХА.

Список литературы

1. Безъязычный В.Ф., Замятин А.Ю., Замятин В.Ю., Замятин Ю.П., Семенов В.А. Авиадвигателестроение. Качество, сертификация и лицензирование. Изд. Машиностроение. 2003.
2. Основные результаты научно-технической деятельности (2012-2013 гг.). Под общей ред. Бабкина В.И., Скибина В.А. и др. М: ЦИАМ. 2014. 844 с.
3. Развитие средств и методов испытаний авиационных двигателей (сборник статей). Под ред. Скибина В.А., Солонина В.А. и др. М: ЦИАМ. 2010. 263 с.

Вавиловская Светлана Львовна — начальник установки УВ-010,
Захаров Дмитрий Леонидович — начальник сектора,
Корнеев Михаил Валерьевич — инженер 2 кат. ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова».
 Контактный телефон (395) 362-00-65.
 E-mail: dep010@ciam.ru