

УДК 533.6.071:629.7.03

## Стенд для испытаний малоразмерных летательных аппаратов с работающими воздушно-реактивными двигателями в аэродинамических трубах

Иванькин Михаил Анатольевич

ivankin@tsagi.ru

Тарасов Владимир Николаевич<sup>(\*)</sup>

tarasov@tsagi.ru

Чевагин Александр Федорович

chevagin@tsagi.ru

ФАУ «ЦАГИ», Жуковский, Московская обл., Россия

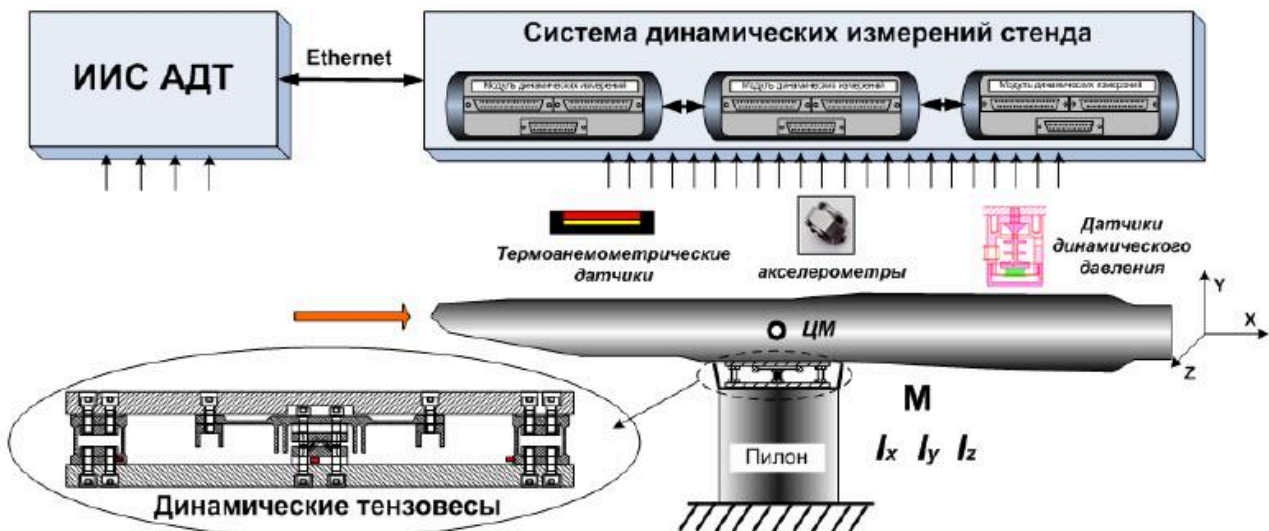
**Аннотация.** В работе представлен проект стенда для испытаний малоразмерных летательных аппаратов (ЛА) с работающим воздушно-реактивным двигателем в крупномасштабных аэродинамических трубах. Создаваемый стенд позволит проводить испытания малоразмерных ЛА с двигателями при моделировании внешнего потока. При испытаниях возможно проводить: весовые измерения, контроль газодинамических параметров, проверку запасов устойчивости двигателя, тензометрирование ЛА, контроль вибрации, акустические испытания и т. п.

**Ключевые слова:** аэродинамическая труба, испытательный стенд, малоразмерный летательный аппарат, воздушно-реактивный двигатель, измерительная система

**Введение.** Наземные стендовые испытания по определению работоспособности воздушно-реактивных двигателей, установленных на малоразмерных летательных аппаратах, являются одним из видов эксперимента, который невозможно провести без крупномасштабной аэродинамической трубы (АДТ). При этом ЛА должен быть проверен на предельных режимах работы двигателя с имитацией возмущающих полетных воздействий [1, 2]. Для решения этих задач разработан проект стенда для проведения испытаний натурных малогабаритных ЛА с воздушно-реактивными двигателями в крупномасштабных АДТ.

**Материалы и методы; результаты.** Создаваемый стенд позволит проводить испытания на надежность функционирования малоразмерных летательных аппаратов с воздушно-реактивными двигателями, а также испытывать отдельные малоразмерные двигатели, или их работающие имитаторы, интегрированные с корпусом ЛА, при моделировании внешнего потока с заданной скоростью, высоты полета, режима работы двигателя. Стенд позволит проводить: весовые измерения, контроль газодинамических параметров, проверку запасов устойчивости двигателя, тензометрирование ЛА, контроль вибрации, акустические испытания и т. п.

Структурная схема стенда приведена на рисунке. Стенд состоит из пилона с элементами топливоподдачи, динамических тензовесов и быстродействующей измерительной системы с комплектом датчиков. Он размещается в закрытой рабочей части АДТ и предназначен для моделирования условий полета при числах Маха от  $M = 0$  и более и высот полета от  $H = 0$  и выше.



Структурная схема стенда для испытаний малоразмерных ЛА с воздушно-реактивным двигателем

Одной из важнейших особенностей стенда является переход к методике непрерывных динамических измерений, что обеспечивает существенное уменьшение времени и стоимости испытаний. В разработанном проекте стенда предусмотрено:

- применение быстродействующих тензovesов с минимальной частотой собственных колебаний системы весы — ЛА порядка нескольких десятков герц;
- применение быстродействующих малогабаритных датчиков;
- применение многоканальной быстродействующей измерительной системы.

Разработанные для стенда тензovesы позволяют измерять аэродвигательный балланс — разницу между тягой двигателя и силой сопротивления  $\Delta X$ , подъемную силу  $Y$  и момент тангажа  $M_z$  в непрерывном режиме. Контроль параметров рабочего процесса в силовой установке осуществляется с помощью быстродействующих датчиков давления. Контроль состояния пограничного слоя выполняется с помощью пленочных термоанемометрических датчиков. Контроль тепловых потоков и температуры выполняется с помощью калориметрических датчиков теплового потока. При испытаниях также контролируются вибрационное состояние и динамические напряжения в важнейших элементах ЛА.

Для реализации методики динамических измерений разработан опытный образец многоканальной измерительной системы. Аппаратная часть системы построена по сетевому принципу распределённого сбора данных посредством модулей динамических измерений.

**Заключение.** Разработан проект стенда для проведения испытаний натурных малогабаритных ЛА с воздушно-реактивными двигателями в крупномасштабных АДТ. Внедрение стенда даст возможность вывести цикл отработки малоразмерных двигателей в составе ЛА на качественно новый уровень.

**Список источников**

- [1] Дадж А. *Газотурбинные двигатели малой мощности*. Москва, Иностранная литература, 1963.
- [2] Гольберг Ф.Д., Батенин А.В. *Математические модели газотурбинных двигателей как объектов управления*. Москва, Московский авиационный институт, 1999.