

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

о диссертационной работе Горбушина Антона Роальдовича
«Методы измерения нестационарных аэродинамических характеристик
моделей летательных аппаратов с помощью тензометрических весов в
аэродинамических трубах», представленной на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и
процессы теплообмена летательных аппаратов.

Одно из главных направлений экспериментальной аэродинамики – измерение величин. Со временем требования к точности измерения повышаются. Для обеспечения современных требований к точности измерения различных характеристик в аэродинамических трубах кроме совершенствования измерительных приборов, необходимо также совершенствовать и методы измерения. Те методы измерения нестационарных аэродинамических характеристик моделей летательных аппаратов в аэродинамических трубах, которые предложил А.Р. Горбушин - это наукоемкие методы, основанные на следующих этапах. Первый этап - построение физической модели исследуемого процесса, при котором тензометрические весы представляются, например, в виде набора пружин, демпферов. Второй этап включает построение математической модели процесса, основанной на фундаментальных законах природы, таких как законы Ньютона и Гука. Здесь же составляются дифференциальные уравнения, куда входит неизвестная величина, которую необходимо определить, а также величины, которые можно измерить с помощью тензометрических весов и акселерометров. В это дифференциальное уравнение могут входить не только измеряемые величины, но и их первые и вторые производные по времени. Именно из таким образом составленного дифференциального уравнения и определяется необходимая нестационарная аэродинамическая характеристика. На третьем этапе автор диссертации тестирует свой метод измерения на модельном оригинальном эксперименте.

И, наконец, на четвертом этапе автор диссертации внедряет свой метод измерения в практику измерений действующих аэродинамических труб.

Основываясь на такого рода подходах, А.Р. Горбушиным были созданы измерительные устройства и проведены измерения нестационарных аэродинамических сил, нестационарных давлений, нестационарных углов тангажа и крена. Предложенные А.Р. Горбушиным методы измерений нестационарных величин, позволили в разы повысить точность их измерения в действующих аэродинамических трубах и выполнить высокие требования современной экспериментальной аэродинамики к обеспечению малой погрешности измерения. При этом, стоит отметить, что изменение во времени измеряемых величин может быть вызвана как нестационарностью, присущей данному физическому эксперименту, так и изменением во время эксперимента скорости потока или положения аэродинамической модели.

Предложенный А.Р. Горбушиным способ измерения массы движущегося объекта, без сомнения имеет и фундаментальный и практический интерес. Также имеют интерес и предложенные автором методы учета изменения нулевых показаний тензометрических весов из-за изменения в процессе эксперимента их температуры; и учет влияния естественной влажности потока в дозвуковых и трансзвуковых аэродинамических трубах.

А.Р. Горбушин – ведущий специалист в области экспериментальной аэродинамики. В настоящее время он работает начальником испытательного центра «Аэродинамики ЛА». О его высоком профессиональном уровне свидетельствуют его публикации в ведущих научных журналах, среди которых 5 работ в журналах первого квартиля. Основные результаты диссертации прошли апробацию на большом ряде конференций.

В целом считаю, что диссертационная работа А.Р. Горбушина является законченной научной работой, выполненной на высоком научном уровне. Работа актуальна и имеет большое практическое значение, так как решает современные практические задачи, стоящие перед экспериментальной

