

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 403.004.01
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Н.Е. ЖУКОВСКОГО»
МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ (ДЕПАРТАМЕНТ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30 марта 2021 г. № 7

О присуждении Савину Петру Владимировичу, гражданину России, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика учёта влияния границ потока при испытаниях в трансзвуковой аэродинамической трубе с проницаемыми стенками» по специальности 05.07.01 – «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов» в виде рукописи **принята к защите** 26 января 2021 года (протокол №1) диссертационным советом Д 403.004.01 на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ») Министерства промышленности и торговли Российской Федерации (Департамент авиационной промышленности). Адрес организации: 140180, Московская область, г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1. Приказом Минобрнауки России №75/нк от 15.03.2013 диссертационному совету Д 403.004.01 предоставлено право приёма к защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, доктора наук.

Соискатель Савин Петр Владимирович 1982 года рождения.

В 2005 году соискатель окончил ГОУ ВПО «Московский авиационный институт» (Государственный технический университет), в настоящее время: «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет)). В 2006 году Савин П.В. поступил в заочную аспирантуру ФГУП «ЦАГИ», которую окончил в 2010 году. В настоящее время **работает** начальником лаборатории отделения аэродинамики самолётов и ракет комплекса аэродинамики и динамики полета ЛА ФГУП «ЦАГИ», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Департамент авиационной промышленности).

Диссертация выполнена в научно-исследовательском отделении аэродинамики самолетов и ракет комплекса аэродинамики и динамики полета ЛА ФГУП «ЦАГИ», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Департамент авиационной промышленности).

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Петров Альберт Васильевич, ФГУП «ЦАГИ», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Департамент авиационной промышленности), отделение аэродинамики самолетов и ракет комплекса аэродинамики и динамики полета ЛА, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Шевяков Владимир Иванович - доктор технических наук, Филиал «Региональные самолеты» ПАО «Корпорация Иркут», г. Москва, начальник департамента аэродинамических характеристик;

Максимов Фёдор Александрович - доктор технических наук, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт Автоматизации Проектирования» РАН – дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (АО «ЦНИИМаш»), г. Королёв. В **положительном** заключении, подписанном Козловским Виктором Андреевичем – начальником отдела аэродинамики РКТ, кандидатом технических наук, указано, что диссертационная работа Савина Петра Владимировича «Методика учёта влияния границ потока при испытаниях в трансзвуковой аэродинамической трубе с проницаемыми стенками» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор, Савин Петр Владимирович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.01 – «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов». Отзыв рассмотрен на заседании подкомиссии Научно-технического совета №2-1 комплекса «Теплообмена и аэрогазодинамики» АО «ЦНИИМаш» (протокол №2 от 04.03.2021 г.).

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации – 6 работ, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК - 3 работы.

Наиболее значимые работы:

1. Савин П.В., Экспериментальные исследования влияния стенок АДТ Т-106 ЦАГИ на характеристики испытываемых моделей // Ученые записки ЦАГИ. 2017. Т. XLVIII №4. с.45-56.

Авторский вклад 100%. В работе описано исследование влияния проницаемых стенок промышленной трансзвуковой аэродинамической трубы ЦАГИ Т-106 методом испытания геометрически подобных масштабных моделей.

Подтверждено наличие влияния стенок трубы на величину нормальной и продольной составляющих скорости потока. Количественно определена величина влияния на нормальную составляющую скорости. Проведена оценка значимости влияния и коррекция результатов испытаний.

2. Савин П.В., Расчётные исследования влияния перфорированных стенок трансзвуковой АДТ на результаты испытаний моделей // Ученые записки ЦАГИ. 2019. Т. L №5. с.20-32.

Авторский вклад 100%. В работе приведены результаты расчётных исследований влияния стенок промышленной трансзвуковой аэродинамической трубы ЦАГИ Т-106. Количественно определено влияние стенок на продольную составляющую скорости потока, показана зависимость этого влияния от объёма модели. Проведено сравнение расчётных и экспериментальных результатов, показано их хорошее согласование. Показана правомерность применения постоянной поправки к углу атаки и числу Маха для заданного режима. Визуализированы важные особенности течения в рабочей части и камере давления.

3. Бухаров К.Д., Петроневич В.В, Савин П.В. Математическая модель трансзвуковой аэродинамической трубы Т-106 ЦАГИ как объекта управления по числу Маха //Научный вестник МГТУ ГА. №223. 2016. с.109-114.

Авторский вклад 30%. Работа посвящена математическому моделированию промышленной трансзвуковой аэродинамической трубы ЦАГИ Т-106 как объекта управления для реализации алгоритмов в САУ трубы. Авторский вклад в части диссертационной работы заключался в корректной организации эксперимента по идентификации контура АДТ с учётом относительного размера моделей, а также в оценке достигнутой точности регулировки и соотнесения её с требованиями точности аэродинамического эксперимента.

Основные результаты, представленные в публикациях, доложены автором на 5-ти международных и отраслевых конференциях.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов и ведущей организации.

Отзыв официального оппонента В.И. Шевякова – положительный, замечания следующие:

- В работе тщательно исследовано влияние стенок АДТ на подъёмную силу и лобовое сопротивление испытываемых моделей, но вопрос изменения продольного момента остался открытым. Хотя именно ради точного определения продольного момента часто используется Т-106, а не Т-128.
- В работе рассмотрен процесс испытаний аэродинамических моделей в крейсерской конфигурации. Варианты с отклоненной механизацией крыла

совершенно не исследованы. А в настоящее время АДТ Т-106 зачастую рассматривается многими КБ, как место испытания механизированных моделей при больших числах Рейнольдса.

- При проведении исследований по влиянию размеров модели на достоверность получаемых результатов использовались модели с плоским крылом – без геометрической кривки и с симметричными профилями. При испытаниях моделей реальных самолётов с несимметричной профилировкой крыла поправки к результатам испытаний могут оказаться более существенными, а ограничения по размерам моделей более жесткими.

Отзыв **официального оппонента** Ф.А. Максимова – положительный, замечание следующее:

Автор в работе отмечает проблемы при численном моделировании течения, которые во многом обусловлены практической невозможностью значительного увеличения узлов расчетной сетки и необходимостью достаточно большего времени на проведение одного варианта расчета. Вместе с тем по результатам расчетов делается вывод, что основной расход воздуха из рабочей части в камеру давления осуществляется не через перфорацию, а через поперечные щели, предназначенные для прохождения лент подвески. Из которого можно сделать ложный вывод, что перфорация стенок в трубе Т-106 ЦАГИ не имеет значения. Очевидно, этот вывод - следствие проведенных расчетов при ограниченном значении скорости потока при $M=0.8$ и только на режиме полета 1 (рис.1.1 на стр.24 диссертации). Очевидно, что результаты работы ограничиваются данным режимом, но вместе с тем в трубе Т-106 ЦАГИ возможны аэродинамические исследования в более широком диапазоне условий. Фактически, следовало бы дополнить расчетное исследование примером течения на режиме полета 2 или 3, чтобы показать значение перфорации и не делать спорный вывод.

Отзыв **ведущей организации** АО «ЦНИИМаш» – положительный, замечания следующие:

- В диссертации в явном виде не приведено, каким образом происходит разделение эффекта влияния изменения продольной и нормальной составляющих скорости (числа Маха и индуктивного скаса) при экспериментальных исследованиях. Также не рассмотрено влияние масштаба модели на коэффициент сопротивления.

- Вызывает сомнение реализуемая точность определения числа Маха и скоростного напора при малых дозвуковых скоростях потока в рабочей части аэродинамической трубы.

На автореферат поступили отзывы из организаций, перечисленных ниже.

1. Отзыв на автореферат АО «ЭМЗ им. В.М. Мясищева», г. Жуковский составлен начальником отдела аэродинамики Фроловским Виктором Степановичем. Отзыв положительный, замечания отсутствуют.

2. Отзыв на автореферат ФГУП «Сиб НИА им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск составлен заместителем директора по научной работе, кандидатом технических наук, доцентом Чемезовым Владимиром Леонидовичем, начальником научного отдела отделения аэродинамики и динамики полёта летательных аппаратов, кандидатом технических наук Силантьевым Владимиром Александровичем и начальником экспериментального отдела отделения аэродинамики и динамики полёта летательных аппаратов Владимиром Михайловичем Писчасовым. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

- В работе отсутствует сопоставление с результатами испытаний в других аэродинамических трубах.
- Выработанная методика поправок не апробирована в других аэродинамических трубах.

3. Отзыв на автореферат Московского государственного технического университета гражданской авиации (МГТУ ГА), г. Москва составлен заведующим кафедрой «Аэродинамика, конструкция и прочность летательных аппаратов», доктором технических наук, профессором Киселевым Михаилом Анатольевичем и доцентом кафедры «Аэродинамика, конструкция и прочность летательных аппаратов», кандидатом технических наук Бородкиным Сергеем Филипповичем. Отзыв положительный, имеется следующее замечание:

- Следует отметить недостаточную убедительность утверждения автора о возможности использования результатов работы при проектировании новых аэродинамических установок – в частности требует дополнительного обоснования возможность использования предлагаемого автором подхода для поддерживающих устройств иных, чем используются в Т-106, типов.

4. Отзыв на автореферат ПАО «Ил», г. Москва, составлен заместителем главного конструктора по аэродинамике, динамике полёта и системе управления самолётом, кандидатом технических наук Кругляковой Ольгой Валентиновной. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

- В работе не рассмотрены режимы испытаний самолётов на взлёте/посадке, характеризующиеся, обычно, повышенными значениями подъёмной силы и наличием отрывных течений. Также в диссертации не рассмотрено влияние полученного расчетным путем течения в камере давления на результаты эксперимента

5. Отзыв на автореферат **ПАО «Компания «Сухой»**», г. Москва, составлен главным конструктором по аэродинамике, начальником отдела аэродинамики, старшим научным сотрудником, кандидатом технических наук Тарасовым Алексеем Захаровичем. Отзыв положительный, имеется следующее замечание:

– Из результатов автора не ясно, насколько справедливы предложенные поправки для самолётов другого класса, с интегральным фюзеляжем и существенно меньшим удлинением крыла, характерным для маневренных самолётов класса истребитель.

6. Отзыв на автореферат **Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»**, г. Жуковский, составлен доцентом кафедры компьютерного моделирования МФТИ (НИУ), кандидатом физико-математических наук Вороничем Иваном Викторовичем. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

– Не приведено сравнение с результатами испытаний моделей ЛА в других АДТ ЦАГИ

– Не приведена информация о подробности расчётных сеток и оценке вклада сеточной зависимости расчетных данных

7. Отзыв на автореферат **Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана(национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Баумана)**, г. Москва, составлен доцентом кафедры «Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов» МГТУ им. Баумана, кандидатом технических наук, доцентом Луценко Александром Юрьевичем и доцентом кафедры «Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов» МГТУ им. Баумана, кандидатом технических наук Назаровой Динарой Камилевной. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

– В автореферате не приведено сравнение экспериментальных и расчётных результатов, полученных при выполнении диссертации, с данными других авторов, а также не указаны параметры потока, при которых проводились экспериментальные и расчётные исследования, размеры испытываемых моделей, степень загромождения рабочей части аэродинамической трубы.

– В качестве основного вывода по работе отмечается формирование универсальной методики проведения эксперимента и коррекции полученных данных с учетом влияния границ потока, однако не показаны результаты исследования различных вариантов и форм экспериментальных моделей.

– Оформление автореферата имеет ряд замечаний. Все чётные страницы не

пронумерованы. Превышен объем автореферата (по положению ВАК автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата наук должен быть объемом до 1 авторского листа). В тексте автореферата имеются синтаксические ошибки, а также не все используемые автором сокращения введены при первом упоминании, что затрудняет чтение. Некоторые важные существенные моменты и выводы, представленные в автореферате, необходимо было проиллюстрировать дополнительными рисунками.

8. Отзыв на автореферат **НИИ Механики МГУ им.М.В. Ломоносова**, г.Москва, составлен заместителем директора по НИР, заведующим лабораторией аэромеханики и волновой динамики, кандидатом физико-математических наук, доцентом Гувернюком Сергеем Владимировичем. Отзыв положительный, замечания отсутствуют.

Имеется **акт о реализации** в отделении «Аэродинамика самолётов и ракет» ФГУП ЦАГИ **научных результатов диссертационной работы** Савина Петра Владимировича, подписанный начальником отделения аэродинамики самолётов и ракет Волковым Андреем Викторовичем, утверждённый заместителем Генерального директора ФГУП «ЦАГИ» - начальником комплекса аэродинамики и динамики полета ЛА Ляпуновым Сергеем Владимировичем.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями, компетентностью и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, что подтверждено списками работ по профилю диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

экспериментально доказан факт влияния стенок АДТ Т-106 на нормальную составляющую скорости потока, достоверно определена величина этого влияния и оценена его значимость;

разработан способ исследования эффекта влияния проницаемых стенок АДТ, базирующийся на прямом моделировании отверстий перфорации и течения в камере давления;

разработана универсальная методика учета влияния проницаемых стенок АДТ на результаты испытаний моделей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана правомерность применения **поправки постоянной величины** к углу атаки и к величине числа Маха набегающего потока для заданного режима испытаний;

выявлены важные особенности течения между рабочей частью и камерой давления АДТ, оказывающие влияние на получаемые результаты и которые необходимо учитывать при разработке новых или при модернизации

экспериментальных установок,

предложены новые способы учёта влияния стенок для АДТ Т-106, основанные на совместном использовании результатов расчёта и эксперимента.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена методика проведения и обработки результатов испытаний в промышленной трансзвуковой АДТ Т-106 ФГУП «ЦАГИ», позволяющая обоснованно проводить испытания моделей увеличенных размеров, в полной мере используя экспериментальные возможности АДТ и её экономические преимущества;

на работу даны положительные отзывы как ведущих организаций, занимающихся разработкой гражданских и военных самолетов (ПАО «Ил», ПАО «Сухой», АО «ЭМЗ им. Мясищева»), так и профильных НИИ (ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», АО «ЦНИИМаш», НИИ Механики МГУ).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты получены на аттестованном оборудовании (Аттестат № 0715 от 10.07.2015 г.),

идея работы базируется на анализе научной литературы и опыте проведения исследований в АДТ,

использовано сопоставление расчетных данных с результатами эксперимента, а также с привлечением результатов из открытых источников,

установлено качественное и количественное согласование расчетных и экспериментальных результатов исследования,

использованы современные расчетные и экспериментальные методы для оценки влияния перфорированных стенок АДТ.

Личный вклад соискателя состоит:

– **в проведении:**

- анализа научной литературы по теме диссертации,
- экспериментальных исследований,
- расчётных исследований

– **в обобщении:**

- полученных экспериментальных и расчётных результатов

– **в разработке:**

- подхода к проведению экспериментальных исследований и постановке расчётной задачи,
- электронной модели рабочей части АДТ с адекватной степенью упрощения, соответствующей требованиям поставленной задачи,
- способа использования полученных экспериментальных расчётных

результатов в виде универсальной методики учёта влияния стенок АДТ;

– **во внедрении:**

- результатов исследований в практику промышленного эксперимента;
- **в подготовке** публикаций в периодических изданиях и выступлениях с докладами на отраслевых и международных конференциях.

На заседании 30 марта 2021 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденному Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 01.10.2018 №1168) и принял решение присудить Савину Петру Владимировичу учёную степень кандидата технических наук по специальности 05.07.01 - «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них

по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы »

8 докторов физико-математических наук

1 доктор технических наук

по специальности 05.07.01 – «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов»

5 докторов физико-математических наук

6 докторов технических наук

по специальности 05.07.03 – «прочность и тепловые режимы летательных аппаратов»

1 доктор физико-математических наук

2 доктора технических наук

участвовавших в заседании из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали за присуждение ученой степени - 23, против присуждения ученой степени - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета,
д.ф.-м.н., доцент

Учёный секретарь
диссертационного совета,
д.ф.-м.н., доцент



С.В. Ляпунов

М.А. Брутян

30 марта 2021 года