

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы А. А. Болдыревой
**«Разработка новых технических решений и методов проектирования
воздушно-газовой системы дирижаблей нового поколения»,**
представленной к защите на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Представленная научная работа посвящена разработке и созданию нового поколения летательных аппаратов легче воздуха (дирижаблей). Тематика диссертационной работы является актуальной и содержит следующие основные вопросы проектирования дирижаблей:

1) Методика расчета воздушно-газовой системы. Уравнения для определения потребной площади сечений клапанов и мощности вентиляторов.

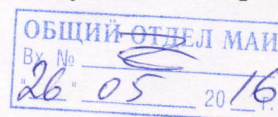
2) Функциональные возможности воздушно-газовой системы. Использование воздушно-газовой системы с целью предотвращения обледенения корпуса.

3) Использование воздушно-газовой системы в качестве воздушно-балластной системы высокого давления.

Воздушно-газовая система является важнейшей системой дирижабля, позволяющей поддерживать постоянное давление внутри мягкой оболочки или жесткого корпуса, выпускать при необходимости избыток несущего газа, обеспечивать балансировку аппарата (управлять положением центра тяжести). В первой главе работы проведен детальный анализ возможных схем воздушно-газовой системы для разных классов воздухоплавательных аппаратов. Рассмотрены варианты расположения баллонетов внутри газового корпуса дирижабля. Предложена новая классификация воздушно-газовых систем.

После книги «Оборудование дирижаблей» С. А. Лосика, И. А. Козлова, выпущенной в 1939 году, данная диссертация является первой серьезной научной работой в России, посвященной оборудованию современных дирижаблей. Предложенная в книге С. А. Лосика, И. А. Козлова формула для расчета потребной подачи воздуха в баллонет справедлива только для маловысотных дирижаблей (высота полета < 2 км), а также имеет невысокую точность, так как в ней принята модель неизменной с высотой однородной атмосферы. Во второй главе работы А. А. Болдыревой предложены уточненные формулы (2) и (3) для расчета потребных сечений воздушных клапанов при подъеме и спуске от высоты H_1 до высоты H_2 с учетом фактической плотности несущего газа на высотах H_1 и H_2 . Таким образом, данные формулы позволяют выполнить расчеты воздушно-газовой системы для средневысотных и высотных дирижаблей.

В рамках данной работы разработан алгоритм расчета и программный комплекс по определению основных характеристик дирижабля. С помощью предложенной методики были выполнены параметрические исследования по расчету значений потребных сечений клапанов и подачи воздуха для дирижаблей



с объемом воздухоизмещения от 10 до 1000 м³ и высотой полета от 0 до 20 км. Полученные значения позволяют оценить потребную мощность вентиляторов воздушно-газовой системы и затраты энергии при спуске высотных дирижаблей, размеры, количество и массу клапанов баллонетов.

Третья глава диссертационной работы посвящена противообледенительной системе (ПОС) дирижабля. В качестве способа борьбы с обледенением верхней части оболочки или корпуса предлагается воздушно-тепловой способ, основанный на подогреве внешней оболочки дирижабля с внутренней стороны. Для реализации такого способа предлагается использовать воздушно-газовую систему дирижабля, имеющую дополнительный источник подогрева нагнетаемого в баллонеты воздуха. В работе приведены варианты компоновки системы и предложены рациональные конструктивные решения для распределения подаваемого теплого воздуха в воздушный зазор между газовым объемом и внешней оболочкой. Выполнены оценки потребной суммарной тепловой мощности.

Можно отметить, что идея подогрева несущего газа и воздуха в баллонетах для управления аэростатической подъемной силой и защиты от обледенения уже предлагалась при создании дирижаблей первого поколения, в том числе и в работах К. Э. Циолковского. При наличии огромной площади защищаемой поверхности воздушно-тепловой способ защиты является практически реально реализуемым. Выполнены конкретные расчеты потребной тепловой мощности для ПОС дирижабля, что позволяет оценить дополнительные энергозатраты для её функционирования в условиях обледенения. Данные расчеты и методики могут быть практически использованы при создании современных транспортных дирижаблей.

В четвертой главе диссертационной работы рассмотрен другой актуальнейший вопрос создания дирижаблей нового поколения – система независимой балластировки. Применение пневмобалластировки решает проблему зависимости транспортного дирижабля от необходимости иметь балласт в точке доставки. Сжатый до небольшого давления подъемный газ или воздух (до 1 атм) позволяет уменьшить подъемную силу и получить дополнительный балласт. Такая система реализована в экспериментальном дирижабле компании Aeroscraft «Dragon Dream».

В диссертационной работе выполнены оценки по увеличению массы корпуса дирижабля при увеличении внутреннего сверхдавления в оболочке. Вывод аналитического расчета в 3 главе данной работы показывает, что при таком решении можно регулировать взлетную массу с использованием воздушно-газовой системы в небольших пределах, недостаточных для компенсации массы груза, а увеличение давления и диапазона степени балластировки приведет к значительному росту массы корпуса.

При всех достоинствах работы можно отметить и некоторые недостатки или спорные моменты. В методике расчета проходных сечений клапанов и потребной подачи воздуха было бы рационально заложить математическую модель стандартной атмосферы, либо нестационарную модель состояния атмосферы. В

таком случае можно было бы проследить изменения энергопотребления воздушно-газовой системы в зависимости от высоты при фиксированной скорости снижения.

В расчете противообледенительной системы необходимо учитывать возможный нагрев несущего газа при подаче теплого воздуха в верхнюю часть оболочки и изменение аэростатической подъемной силы. В крейсерском режиме полета этот эффект может быть использован для частичного решения проблемы баллаستировки.

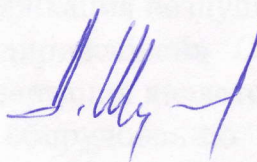
В оценках использования воздушно-газовой системы для реализации идеи пневмобалластировки не рассмотрены варианты внутренних баллонетов малого диаметра, что и применяется в ряде проектов современных дирижаблей. Оптимизация их размеров и внутреннего сверхдавления позволяет изменять аэростатическую подъемную силу в пределах до 20 %, при значительно меньшей массе самой системы балластировки.

В целом научная работа А. А. Болдыревой «Разработка новых технических решений и методов проектирования воздушно-газовой системы дирижаблей нового поколения» является актуальной, по объему и ценности методических разработок в области дирижаблестроения соответствует уровню диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней».

140160, Московская область, г. Жуковский, ул. Жуковского, д.1.

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Центральный аэрогидродинамический институт
имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ»)

Начальник НИО-10
Кандидат технических наук, доцент
раб.тел. 8-495-556-44-78



Андрей Викторович Шустов

Ведущий инженер
раб.тел. 8-498-483-21-23
e-mail: redy68@rambler.ru



Андрей Владимирович Редькин

23.05.16

Отзыв Шустова А. В. и Редькина А. В. удостоверяю,

Ученый секретарь диссертационного совета
ФГУП «ЦАГИ»
Доктор физ.-мат. наук, профессор



Мурад Абрамович Брутян

24.05.16