

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук
Ивченко Бориса Александровича, главного конструктора Закрытого
акционерного общества «Воздухоплавательный центр «Авгурь»
на диссертационную работу Болдыревой А.А.
«Разработка новых технических решений и методов проектирования
воздушно-газовой системы дирижаблей нового поколения»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство
летательных аппаратов

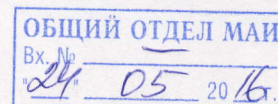
Актуальность работы

В настоящее время в Российской Федерации и в других странах активно ведутся научные и проектные изыскания в области дирижаблей и других аэростатических аппаратов, изготавливаются аэростатические аппараты различного назначения и грузоподъемности. Это связано с рядом преимуществ, которые имеют аэростатические летательные аппараты (АЛА) перед другими летательными аппаратами. Например, аэростатические аппараты могут в течение длительного времени поддерживать заданные высоту полета и позиционирование над земной поверхностью. Поэтому их используют для установки на них ретрансляционного оборудования, систем связи, других радиотехнических систем.

Основными потребителями, использующими в настоящее время АЛА, являются силовые структуры, научно-исследовательские организации и рекламные компании.

В последние годы в мире активно ведутся работы по разработке перспективных транспортных дирижаблей большой грузоподъемности и беспилотных стратосферных дирижаблей. Совершенствуются методы проектирования и расчетов характеристик АЛА, применяемые материалы и технологии качественно отличаются от использовавшихся ранее. Но, в то же время, современная литература по проектированию АЛА, включая дирижабли, недостаточна. В большинстве своем она является историко-технической или узконаправленной.

Очевидно, что в настоящее время является актуальной разработка современной методологии проектирования дирижаблей и их основных систем.



Не вызывает сомнения, что воздушно-газовая система (ВГС) является главной системой дирижабля, обеспечивающей не только создание аэростатической подъемной силы ЛА, но и функционирование его многочисленных подсистем, от эффективной и надежной работы которых во многом зависят функциональные возможности и безопасность летательного аппарата в целом.

Поэтому повышение эффективности функционирования ВГС является актуальной задачей проектирования и эксплуатации дирижаблей нового поколения.

Диссертационная работа Болдыревой А.А. и посвящена решению этой актуальной проблемы – разработке новых технических решений и методов проектирования воздушно-газовой системы многоцелевых, транспортных и высотных дирижаблей жесткого типа нового поколения.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов по работе, заключения, списка сокращений, списка использованной литературы и приложений. Объем работы составляет 120 страниц, включая 49 рисунков и 15 таблиц. Список литературы содержит 125 наименований.

Работа грамотно и аккуратно оформлена, материал хорошо иллюстрирован, характеризуется четкостью и последовательностью изложения.

Во введении дается обоснование актуальности темы диссертации, определены цели и задачи исследования.

В первой главе приведено аналитическое исследование проблем и способов реализации ВГС различных типов дирижаблей. Впервые дана классификация ВГС АЛА по различным признакам:

- открытые и закрытые системы;
- баллонетные и безбаллонетные системы;
- по типу используемого несущего газа.

Показано, что ВГС дирижаблей нового поколения должна обладать многогранными функциональными возможностями, в том числе и возможностью противообледенительной (противоснеговой) защиты корпуса дирижабля.

Вторая глава посвящена разработке методики проектирования и численным исследованиям параметров ВГС дирижабля нового поколения.

Предложена усовершенствованная методика проектирования геометрических параметров основных элементов ВГС дирижабля, отличающаяся от известных учетом неоднородности изменения параметров внешней среды, учетом выбора протекающего термодинамического процесса в элементах ВГС дирижабля и расширением граничных условий до высоты функционирования стратосферных дирижаблей.

Расчетные формулы по определению геометрических параметров ВГС приведены применительно к адиабатическому процессу теплообмена несущего газа и воздуха в корпусе ЛА с окружающей средой.

Данный подход позволяет в процессе проектирования дирижабля более точно оценить потребные параметры элементов ВГС и в итоге выйти на потребные массовые и энергетические параметры ВГС дирижабля.

На основе разработанной методики проектирования основных элементов ВГС были проведены исследования по зависимости основных элементов воздушно-газовой системы дирижабля от его объема, высоты полета, скороподъемности, заданного уровня избыточного давления в ВГС и типа газа (воздух, гелий, флегматизированный водород) при подъеме и спуске дирижабля.

Третья глава посвящена разработке и оценке эффективности воздушно-тепловой ПОС дирижабля жесткого типа нового поколения.

В диссертации была разработана методика оценки энергетических затрат, необходимых для борьбы со снегом во время стоянки ЛА под открытым небом. Основопологающим предположением данной методики является то, что для защиты от обледенения корпуса жесткого дирижабля необходимо обеспечить поток тепла к поверхности оболочки дирижабля, достаточный как для нагрева снега, его плавления и нагрева полученной воды до температуры стенки, так и для компенсации теплового потока, снимаемого с поверхности дирижабля окружающим воздухом, в том числе с учетом ветрового обдува.

Согласно разработанной методике (с использованием программного комплекса FlowVision 2.5 в трехмерной постановке с учетом конструктивных особенностей системы нагрева и внутреннего объема дирижабля) были проведены численные исследования трех вариантов подачи теплого воздуха для нагрева внешней поверхности дирижабля.

По результатам оценки энергетических затрат, необходимых для эффективной работы ПОС дирижабля жесткого типа нового поколения, в диссертационной работе предложены схемные решения воздушно-тепловой

ПОС корпуса дирижабля жесткого типа: бортовая ПОС с теплообменниками на базе маршевой силовой установки и ПОС с пристыковываемым теплообменником.

Реализация данных схемных решений ПОС предусматривает обязательное наличие воздушного зазора между внешней обшивкой корпуса дирижабля и газовыми мешками.

Четвертая глава посвящена оценке возможности использования ВГС дирижабля в качестве воздушно-балластной системы высокого давления.

Идея использования в качестве балласта сжатого до нескольких атмосфер воздуха (в сочетании со сжатым несущим газом), закачанного в балластные емкости, является очень заманчивой. Ее реализация позволила бы решить проблемы балластировки транспортных дирижаблей, включая операции по снятию с борта ЛА коммерческих грузов на неподготовленных площадках.

В диссертации проведена приближенная оценка массовой эффективности воздушно-балластной системы высокого давления. На основании такой оценки делается вывод о том, что невозможно с точки зрения массовой эффективности дирижаблей сжать воздух или несущий газ непосредственно в оболочке дирижабля или в основных воздушных баллонетах или газовых емкостях. Также приводятся соображения по поводу того, что использование в качестве балластных емкостей отдельных емкостей, изготовленных из композиционного многофункционального тканепленочного материала на основе высокопрочных арамидных или угольных волокон, приводит к неприемлемому увеличению массы такой балластной системы дирижабля.

Автореферат диссертации объемом 26 страниц соответствует основному тексту работы.

Новизна исследований, основные научные результаты и их практическая значимость

Научная новизна рассматриваемой диссертационной работы заключается в следующем:

- разработана усовершенствованная методика проектирования геометрических параметров основных элементов ВГС дирижабля, отличающаяся от известных учетом неоднородности изменения параметров внешней среды, учетом выбора протекающего термодинамического процесса

в элементах ВГС дирижабля и расширением граничных условий до высоты функционирования стратосферных дирижаблей;

- разработана методика оценки энергетических затрат, необходимых для эффективной работы противообледенительной системы (ПОС) дирижабля жесткого типа нового поколения на основе применения воздушно-теплого способа борьбы со снегом;

- разработаны схемные решения воздушно-тепловой ПОС корпуса дирижабля жесткого типа нового поколения.

Практическая значимость:

- алгоритм, соответствующий предлагаемой методике проектирования геометрических параметров основных элементов ВГС, реализован в модернизированном программном комплексе формирования облика дирижабля нового поколения, который имеет Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2015613625 от 19.03.2015 г., и внедрен в проектно-конструкторскую деятельность Научно-производственной фирмы «Аэростатика»;

- предложены новые схемные решения воздушно-тепловой ПОС корпуса дирижабля и проведена оценка их энергетической эффективности, позволившая выявить предпочтительное схемное решение;

- даны практические рекомендации по заданию геометрических параметров основных элементов ВГС дирижаблей в широком диапазоне их размерностей.

Выявленные закономерности между проектными параметрами и характеристиками ВГС дирижаблей могут быть использованы авиационными специалистами при разработке перспективных образцов АЛА.

Достоверность выполненных автором исследований подтверждена сходимостью результатов проведенных в работе численных экспериментов с результатами исследований других авторов, представленных в печатных изданиях.

Диссертационная работа Болдыревой А.А. прошла апробацию на ряде всероссийских и международных научно-технических и научно-практических конференций. Полученные в диссертации научные результаты опубликованы в 11 работах. Помимо этого, различные аспекты материалов, вошедших в диссертацию, отражены в 5 научно-технических отчетах.

Общие замечания по работе

По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

1. В диссертационной работе не приведены данные по требуемым расходным характеристикам воздушных вентиляторов ВГС. Хотя разработанная методика проектирования основных элементов ВГС позволяет получить расходные характеристики вентиляторов ВГС, но автор диссертации для всех агрегатов ВГС оперирует только потребной суммарной площадью входных (выходных) сечений. Да, для предохранительных клапанов это определяющая характеристика, но для вентиляторов ВГС это условная величина, позволяющая проводить только сравнительный анализ.

При проектировании АЛА необходимо знать потребные расходы вентиляторов, так как по ним можно рассчитать потребные мощности вентиляторов и их массовые характеристики. А для многих АЛА доля потребления электроэнергии вентиляторов АЛА на этапе спуска аппарата в общем энергетическом балансе может стать преобладающей.

2. Желательно было бы порекомендовать провести в дальнейшем более глубокие исследования воздушно-балластной системы высокого давления или, как ее еще называют, системы активной балластировки (САБ).

Как справедливо отмечено в диссертации, идея использования в качестве основного и единственного балласта сжатого до нескольких атмосфер воздуха или несущего газа, закачанного в балластные емкости, является очень заманчивой, поскольку ее реализация позволила бы разрешить многие проблемы балластировки транспортных дирижаблей, включая операции по снятию с борта ЛА коммерческих грузов на неподготовленных площадках.

Однако вывод, сделанный в диссертации, что данная идея при современном уровне развития материаловедения является неэффективной, так как приводит к многократному увеличению массы балластной системы дирижабля, слишком категоричен и базируется на существующих сегодня серийно выпускаемых тканепленочных материалах (ТПМ) и простых по конструктивному исполнению емкостях. Такой вывод как бы говорит, что данная идея не перспективна и сегодня заниматься ею не нужно. Но это не так. Уже сейчас существуют экспериментальные образцы ТПМ с разрывной длиной более 100 км и прорабатываются конструктивно-силовые схемы емкостей, позволяющие снизить требования к прочностным свойствам материала емкости. Предварительные исследования показывают, что в недалеком будущем можно выйти на удельную массу САБ порядка 1 кг для

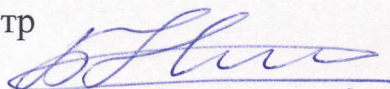
хранения 1 куб. м гелия. И, весьма вероятно, что уже «завтра» данная идея будет реализована с приемлемым уровнем массы балластной системы дирижабля. Конечно, для реализации идеи САБ еще предстоит выполнить большой объем работы в разных областях техники.

Указанные замечания не изменяют высокой оценки достигнутых в работе результатов и, в целом, больше носят рекомендательный характер. Они не снижают общей ценности диссертационной работы, могут быть учтены автором в дальнейшей научной работе и частично при подготовке доклада, представляемого к защите.

Заключение

По актуальности, научному и практическому значению с учетом опубликованных работ и полученных результатов диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», а ее автор – Болдырева Анна Александровна – заслуживает присуждения этой ученой степени.

Главный конструктор
 ЗАО «Воздухоплавательный центр
 «Авгурь», к.т.н.


 18.05.2016г.

Б.А. Ивченко

Контактные данные:

Ивченко Борис Александрович

Полное название организации: Закрытое акционерное общество
 «Воздухоплавательный центр «Авгурь»

Почтовый адрес: 125315, г. Москва, Ленинградский проспект, д.68, строение
 16

Рабочий телефон: +7(495) 989-7425

Адрес электронной почты: b.ivchenko@rosaerosystems.com

Подпись главного конструктора ЗАО «Воздухоплавательный центр
 «Авгурь», кандидата технических наук Ивченко Бориса Александровича
 удостоверяю.

Начальник отдела кадров

ЗАО «Воздухоплавательный центр «Авгурь»



О.Л. Еленская