

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Лебедева Константина Нитовича, доктора технических наук, профессора, заместителя начальника отделения «Центр прочности» ОАО «ЦНИИСМ»,
Московская область, г. Хотьково, ул. Заводская,
meil – lebedev@yandex.ru, т. 8 496-54-3-82 84

на диссертацию Евстратора Сергея Владимировича

«Разработка технологических процессов изготовления сверхлегких комбинированных металлокомпозитных баллонов давления»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специального 05.07.05 – тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Традиционное стремление к снижению веса авиакосмических конструкций и борьба за повышение энерговооруженности заставляет все шире использовать легкие и прочные металлокомпозитные баллоны высокого давления в системах управления и жизнеобеспечения авиации и ракетно-космических аппаратов.

Историю развития газовых баллонов можно разбить на следующие этапы: 1) металлические; 2) металлические с подмоткой стеклопластиком; 3) композитные с композитным или полимерным лейнером; 4) металлокомпозитные с тонкими металлическими (титановые или алюминиевые сплавы или нержавеющая сталь) лейнерами и силовой оболочкой (СО) из композиционных материалов (КМ).

Металлокомпозитные баллоны (МКБ) легче стальных в $4 \div 6$ раз, титановых в $1,5 \div 2$ раза, обладают взрывобезопасностью, безосколочным разрушением, высокой коррозионной стойкостью.

Надо признать, что Россия отстает как в уровне характеристик материалов, так и в технологическом оснащении производства емкостей и баллонной из КМ.

Потребность в легких и высокопрочных металлокомпозитных баллонах высокого давления постоянно возрастает. Это и аккумуляторы давления и топливные баки для хранения традиционных агрессивных топлив (жидких) и газов под средними и высокими давлениями; аккумуляторы давления для авиационного применения; аккумуляторы давления для газовых лазеров (например гелий-неоновый); транспортно-защитные контейнеры специального назначения; элементы термостабильных конструкций силовых адаптеров и отсеков; баллоны давления для хозяйственного применения.

Однако, каждое предприятие-производитель ракетно-космической техники стремится самостоятельно разработать и конструкцию и технологию изготовления баллона. Отсюда разнообразие вариантов конструктивно-технологических решений изготовления герметизирующей оболочки из металла и намотки силовой оболочки из композита.

Общая оценка
В. П. 
18 09 2015

Поэтому давно назрела необходимость в систематизации различных подходов к разработке технологии изготовления и рациональному выбору режимов технологических процессов. Если учесть, что в настоящее время наиболее распространенные баллоны высокого давления – титановые приходится заказывать на Украине, то остро стоит вопрос и о импортозамещении. В этой связи, тема Евстратова Сергея Владимировича является **актуальной**.

Достоверность научных положений и выводов автора диссертации заключается:

- 1) в достаточно корректном выборе необходимых допущений при построении уравнений, описывающих движение исполнительных органов оборудования для намотки МКБ;
- 2) в корректном использовании известных математических методов (теории оболочек, дифференциальной геометрии) для решения задач проектирования и оптимизации основных параметров и технологических режимов намотки;
- 3) в проведении масштабных экспериментальных исследований и хорошей корреляции теоретических и экспериментальных результатов;
- 4) в положительных результатах промышленной эксплуатации.

Научная новизна диссертации заключается:

- 1) в разработанном на основании анализа и обобщения существующих подходов к технологии изготовления МКБ комплексом методов оптимального проектирования, расчета основных параметров и режимов технологических операций;
- 2) в получении экспериментальных результатов по исследованию прочности металлокомпозитных баллонов высокого давления;
- 3) в проведенных исследованиях влияния технологических режимов на качество и характеристики конечной продукции;
- 4) в разработке рекомендаций по выбору технологических режимов изготовления сверхлегких МКБ.

Полученные автором научные результаты представляют интерес и существенную значимость для дальнейшего развития научного направления в области совершенствования методов расчета, проектирования, экспериментальной отработки и создания высокотехнологического оборудования для производства МКБ. Разработанный комплексный подход к проектированию, расчету параметров технологических режимов, созданию техпроцесса позволяет существенно снизить вес конструкции, повысить качество выпускаемой продукции, улучшить её тактико-технические характеристики.

Практическая ценность работы заключается в научном обосновании технологии изготовления сверхлегких МКБ, разработке практических рекомендаций по выбору и расчету технологических режимов намотки и полимеризации.

Разработанная комплексная технология изготовления сверхлегких МКБ может быть использована при организации нового производства.

Предложенные автором методы проектирования и расчета технологических режимов могут быть внедрены в организациях, занимающихся вопросами создания ракетных двигателей и космических аппаратов.

Необходимо отметить целостность работы, логичность и лаконичность изложения материала.

Оценивая работу в целом, следует отметить, что она написана понятным, хорошим научно-техническим языком и легко читается. Диссертационная работа хорошо оформлена, имеет достаточное количество иллюстраций и таблиц. Список литературы, состоящий из 88 наименований, достаточно полно отражает большой объем работы, который проделал соискатель, решая выбранную им сложную научную задачу. Цитирование источников из списка литературы оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов, не выявлено.

Результаты диссертационной работы достаточно полно изложены в 6 опубликованных научных трудах; их них: 2 научные статьи в изданиях по перечню ВАК, одна монография; 3 доклада на международных научно-технических симпозиумах забот, что соответствует критериям п. 11-13 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автореферат полно передает основное содержание диссертации, формирует правильное представление о работе и соответствует требованиям высшей аттестационной комиссии Российской Федерации. Диссертация и автореферат написаны на хорошем научно-техническом уровне. Стиль изложения автореферата способствует пониманию содержания работы.

Оценивая в целом работу Евстратова С.В. положительно, подтверждая актуальность, научную новизну и практическую значимость, следует отметить некоторые замечания:

1) в работе не достаточно подробно обоснован вывод о преимуществе изготовления лейнера из нержавеющей стали;

2) излишне подробно расписаны некоторые операции (например, клеймение сварочного шва), не представляющие интерес для раскрытия основной темы;

3) не достаточно подробно отражены вопросы сварки предлагаемого тонкостенного металлического лейнера;

4) при расчете оптимального профиля днища не оговорены условия совмещения решений в зоне перехода на цилиндрическую часть баллона;

5) разделы 4.2 и 4.5 не совсем корректно озаглавлены, т.к. методика расчета прочности изложена в 4.2, а озаглавленный «Расчет прочности . . .» раздел 4.5 на самом деле посвящен циклической усталости.

Заключение: указанные недостатки не имеют принципиального значения. Диссертационная работа Евстратова Сергея Владимировича по форме и содержанию, актуальности, полноте поставленных и решенных в ней задач, совокупности новых научных результатов, строго аргументированных и критически оцененных по сравнению с известными аналогичными результатами в данной области исследований, является законченной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. В работе решена задача по разработке технологических процессов изготовления сверхлегких металлокомпозитных баллонов высокого давления, позволяющих существенно снизить вес, решить проблему импортозамещения.

Решение этой задачи имеет важное значение для совершенствования системы разработки и внедрения сверхлегких металлокомпозитных баллонов высокого давления в двигательные установки средств выведения космических аппаратов и ракет-носителей.

Автор диссертации заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Заместитель начальника «Центра прочности»
Открытого акционерного общества
«Центральный научно-исследовательский
институт специального машиностроения»,
(ОАО «ЦНИИСМ»)
доктор технических наук, профессор

К.Н. Лебедев

Подпись Лебедева Константина Нитовича заверяю

Секретарь НТС
ОАО «ЦНИИСМ»



Г.В. Краснова