



Применение композитных материалов в вертолетостроении

Перспективы внедрения металлокомпозитных баллонов высокого давления в вертолетостроении

Автор доклада: Лебедев Константин Нитович,
Генеральный директор ООО «САФИТ»

XV Международная выставка вертолетной индустрии HeliRussia
19-21 мая, МВЦ «Крокус Экспо»

О компании



Группа компаний САФИТ была образована в 1993 году на базе Центрального НИИ специального машиностроения - ведущего предприятия в области разработки и производства изделий из композитных материалов.

Мы являемся ведущим отечественным производителем МКБ полного цикла от проведения НИР и ОКР до изготовления и испытания опытных и серийных образцов.



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



РОСКОСМОС



СУХОЙ



Корпорация
Тактическое
Ракетное
Вооружение



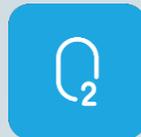
ТУПОЛЕВ



Области применения



Топливные баки и газовые сосуды для космонавтики и авиации



Баллоны для **ПРОМЫШЛЕННЫХ** и **МЕДИЦИНСКИХ** газов



АВТОМОБИЛЬНЫЕ топливные баки и транспортные контейнеры для **КПГ**



Транспортные баллоны для **ПРОПАНА**



АВТОМОБИЛЬНЫЕ топливные баки и транспортные контейнеры для **ВОДОРОДА**



Для дыхательных аппаратов **SCBA**

Конструкция и преимущества МКБ САФИТ



Спроектированы и предназначены для хранения и транспортирования любых видов газов в авиации, космонавтике и гражданском применении

САФИТ



Взрывобезопасность



Устойчив к химическим окислителям и токсичным веществам



Не подвержен коррозии



Пожаробезопасность

Лицензия на осуществление космической деятельности №1246К

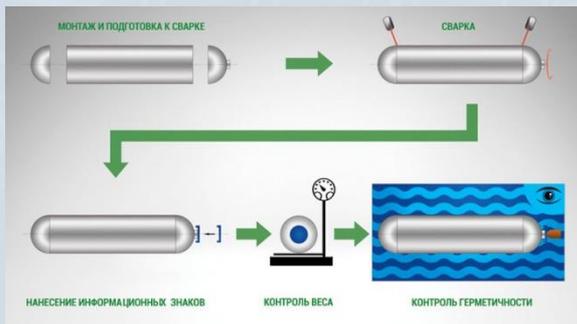


Лицензия на осуществления разработки, производства, испытания и ремонта авиационной техники №13938-АТ



Особенности технологии производства МКБ САФИТ

HELIRUSSIA
2022

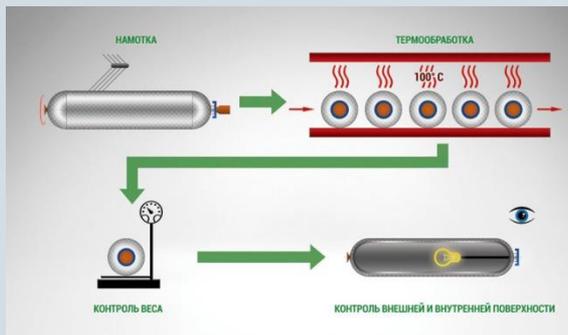


Изготовление лейнера

Сверхтонкий металлический лейнер изготовлен методом микроплазменной сварки на инновационном оборудовании, не имеющем аналогов

Изготовление композитной оболочки

Силовой углеволоконный слой изготовлен методом «мокрой» намотки. Профиль слоя, углы армирования близки к оптимальным



По весовой эффективности МКБ «САФИТ» сопоставимы с зарубежными аналогами и в разы превосходят отечественные



ATK Space Systems

Тип баллона	Тип лайнера	Объем V, литр	Давление разрушения P, бар	Вес G, кг	Вес лайнера, кг	Эффективность PV/G, км
Цилиндрический (углепластик)	Титан 6Al-4V	87	620	23	4.3	23.45
Цилиндрический (углепластик)	Титан 6Al-4V	67.3	572	11.7	3.7	32.9

Astrium Space Transportation

Объем, литр	Конструкция	Лейнер	Рабочее давление, бар	Эффективность, PV/G, км
18	Сфера	Титан	250	30 ÷ 32
35	Сфера	Титан	280	
51	Сфера	Титан	280	
68	Цилиндр	Титан	150	
68	Цилиндр	Титан	310	
70	Цилиндр	Титан	190	
80	Цилиндр	Титан	310	
89.5	Цилиндр	Титан	310	

Российские производители

Тип баллона	Тип лайнера	Объем V, литр	Давление разрушения P, бар	Вес G, кг	Эффективность PV/G, км
Шар титановый «Южмаш»	Титан 6Al-4V	23.6	780	11.5	16
Шар Композитный (Стеклопластик) «Котлас»	Нержавеющая сталь	25	728	21.5	8.5
Цилиндр Композитный (Стеклопластик) «Котлас»	Нержавеющая сталь	20	315	15.8	4
Цилиндр Композитный (органопластик) «Хруничев»	Алюминий	36	820	12	24.6
Цилиндр Композитный (углепластик) «НИИМАШ»	Титан	38	220	10.5	5.62

САФИТ

Тип баллона	Тип лайнера	Объем V, литр	Диаметр лайнера, мм	Давление рабочее, бар	Вес G, кг	Эффективность PV/G, км
Шар Композитный	Нержавеющая сталь	8	250	300	2.2	28.4
Шар Композитный	Нержавеющая сталь	12	287	300	3.1	30.2
Шар Композитный	Нержавеющая сталь	19	320	300	4.5	33.0
ШАР Композитный	Нержавеющая сталь	50	460	150	8.7	33.0
Цилиндр Композитный	Нержавеющая сталь	40	292	250	9.8	30.6
Цилиндр Композитный	Нержавеющая сталь	40	292	300	11.2	34.8

Баллоны МКБ ВД «САФИТ» прошли сертификационные испытания по международному стандарту EN 12245



Требования¹

По статическому нагружению

- Разрушающее давление P_v должно быть больше двух предельных P_H
- Баллон не должен давать утечки при $P < P_H$
- Баллон и лейнер должны разрушаться не более чем на три части.
- В зачет идут только куски лейнера, выбитые из оболочки баллона.

По огнестойкости

- Баллоны не должны разрушаться катастрофически во время огненного испытания. Испытательная среда может протекать через стенки баллона

По пулевому прострелу

- Тестируемый баллон не должен разрушиться на осколки независимо от проникновения в него пули.

Условия испытаний

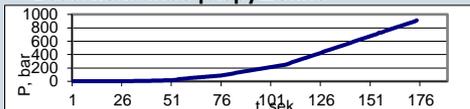
- Тип баллона - БМК 9 -165- 250
- Среда испытаний - вода
- Температура среды - 23 °С
- Температура поверхности - 22°С
- Скорость наддува 25 – 30 bar/s

- Тип баллона - БМК 9 -165- 250
- Среда испытаний - воздух
- Давление испытаний 250 бар
- Температура среды - 20°С
- Тип устройства для сброса давления - Valve A 232 (manufacturer Rotarex)

- Тип баллона - БМК 9 -165- 250
- Среда испытаний - воздух
- Температура среды - меньше 50°С
- Давление испытания - 250 бар
- Скорость пули - 850 м/сек
- Размер пули - 7,62 мм
- Баллон опрессован воздухом до 300 баров и испытан методом «аквариума»
- Баллон является герметичным

Результаты испытаний

Безосколочное разрушение



- Баллон начал течь через 14 минут и 40 секунд после начала испытания на огнестойкость через стенки цилиндра и штуцер.
- В ходе испытания **баллон не разрушился**

- После удара пули в баллоне не оказалось осколочного разрушения.
- Баллон получил входное и выходное отверстие диаметром 50 мм

Иллюстрация



1. Требование по взрывобезопасности (пункт 5.2.5 EN 12245 : 2002)

РБ «ФРЕГАТ» разработан в НПО им. С.А. Лавочкина для выведения космических аппаратов в составе ракет типа Р-7А³

Применение МКБ позволило увеличить давление заправки гелием до 340 бар. Это дало возможность заменить шесть титановых баллонов на пять металлокомпозитных



- Суммарная масса МКБ:
 $6.2\text{кг} \cdot 5 = 31\text{кг}$.
- Суммарная масса МБ:
 $12.5\text{кг} \cdot 6 = 75\text{кг}$.
- **Выигрыш в массе: 44кг.**
- Выведение 1кг груза на геостационарную орбиту:
~1.2млн. руб.
- **Экономический эффект:**
 $1.2\text{млн.руб.} \cdot 44 = 52.8\text{млн. руб.}$

МКБ Для РБ

- $P_{\text{раб}} = 340$ бар
- $V = 25$ л
- $m = 6,2$ кг



* С 2015 года выполнено 32 успешных пуска

- Топливные баки низкого давления для сжиженных кислорода и водорода;
- топливные баки низкого давления для гидразина (гептила);
- емкости высокого давления для инертных газов, гелия, азота, ксенона;
- водородные топливные баки высокого давления;
- ксеноновые топливные баки для ЭРД;
- другие области применения по ТЗ заказчик

Иностранные компании-производители:

Airbus Defence and Space <https://www.airbus.com>

MT Aerospace <https://www.mt-aerospace.de>

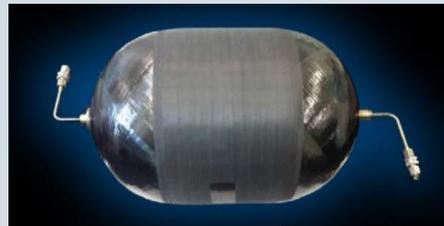
IHI Aerospace <https://www.ihi.co.jp>

Arde <https://www.ardeinc.com>

Cobham <https://www.cobhammissionsystems.com>

Northrop Grumman <https://www.northropgrumman.com/>

Stelia Aerospace Composites <https://www.stelia-aerospace.com>



- Дыхательные кислородные системы для экипажа летательного аппарата;
- бортовые кислородные системы;
- аварийные и реанимационные дыхательные системы;
- пневматические системы аварийного выпуска шасси;
- пневматические системы аварийной посадки на воду;
- системы тушения пожара на борту;
- системы подачи инертных газов в топливные баки;
- баки для питьевой и отработанной воды.



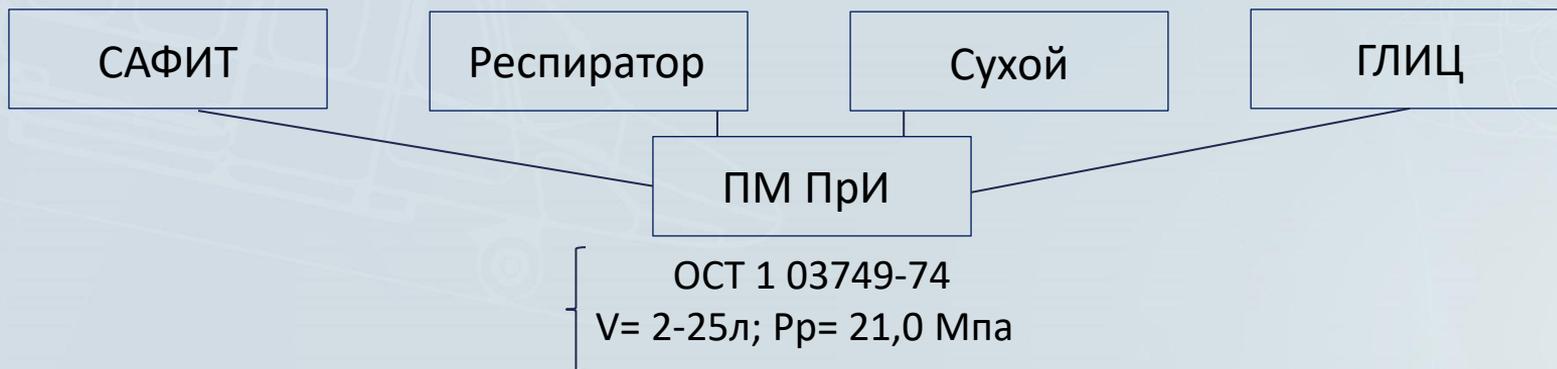
Сферы применения

Топливные баки высокого давления (водород, метан)



АО "Беспилотные вертолетные системы"

<https://youtu.be/UYJNlzE8Vzg>



V, л	Масса, кг	
	ОСТ	САФИТ
3	3,1	1,3
8	6,9	3,2
25	21,5	6,0

«Туполев» ТУ-160
«ИРКУТ» МС21
«Боинг»

V=25 л
V=25 л
V= 0,46 л; 0,50 л



Контакты:

ГК САФИТ
8 495 989 48 42
safit@safit.su
www.safit.info

