

## ОТЗЫВ

на автореферат Атрощенко Ирины Григорьевны «Термостойкий многослойный радиопрозрачный композиционный материал для элементов летательных аппаратов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

### 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Радиопрозрачный обтекатель (РПО) летательных аппаратов (ЛА) защищает антенный блок от аэродинамических факторов, принимает на себя основные тепловые и силовые нагрузки при маневрах. В течение всего времени полета на РПО воздействуют экстремальные силовые нагрузки со стороны набегающего аэродинамического потока, которые приводят к значительному нагреву наружной поверхности РПО. Для перспективных элементов материала РПО используют кварцевую керамику. При этом температура, воздействующая на головной элемент может достигать 1000 °С и выше, а на элементы радиолокационной головки наведения может достигать температуры 600 °С и выше, что недопустимо для работоспособности антенного оборудования.

В результате высокоскоростного нагрева из-за различного температурного коэффициента линейного расширения материала шпангоута (металл) и керамической оболочки происходит разрушение узла соединения.

Одной из эффективных мер по понижению тепловой нагрузки на элементах радиолокационной головки самонаведения в конструкциях перспективных элементов ЛА является использование теплозащитных экранов (ТЗЭ). В качестве материала для ТЗЭ целесообразно рассматривать термостойкие композиционные материалы (КМ). Комбинация слоев, возможность реализации многослойной конструкции ТЗЭ из термостойкого КМ позволит обеспечить максимальные радиотехнические и теплофизические характеристики.

Разработка термостойких КМ с улучшенными эксплуатационными характеристиками для применения их в элементах ЛА, в том числе для изготовления ТЗЭ, является **актуальной задачей**.

**Научная новизна.** Проведенный комплексный анализ структурного и фазового состояния алюмохромфосфатного



связующего и текстурированных наполнителей при разных режимах термообработки позволил получить необходимые термические и физико-механические характеристики материала.

Впервые выявлено необратимое термическое расширение композиционного материала на основе алюмохромфосфатного связующего перпендикулярно армирующим слоям и установлена связь между температурой термообработки композиционного материала и началом необратимого термического расширения материала. Показано, что фазовая фрагментация в алюмохромфосфатном связующем приводит к увеличению физико-механических свойств композиционного материала в области более высоких температур.

Показана и подтверждена перспективность применения комбинации различных текстурированных наполнителей для оптимизации термических и физико-механических характеристик неорганического композиционного материала.

#### **Практическая значимость:**

1. Разработан многослойный радиопрозрачный термостойкий композиционный материал на основе алюмохромфосфатного связующего с регулируемым анизотропным термическим расширением и стабильными физико-техническими характеристиками в широком диапазоне температур.

2. Подтверждена эффективность применения многослойного термостойкого композиционного материала для теплозащитного экрана головного элемента перспективного летального аппарата для снижения тепловой нагрузки на антенном оборудовании и обеспечения работоспособности конструкции в условиях высокоскоростного нагрева.

3. Разработаны методики оценки относительного удлинения образцов композиционного материала в направлении перпендикулярно армирующим слоям, определения прочности при межслоевом сдвиге композиционных материалов в широком диапазоне температур, определения теплового расширения теплозащитного экрана.

Публикации автора имеют высокий уровень и отражают основное содержание диссертации.



**Замечания к автореферату отсутствуют.**

**Заключение:**

В работе изложены разработанные принципы управления физико-механическими свойствами неорганических связующих и композиционных материалов с помощью регулирования микроструктуры.

По актуальности и новизне знаний, их научной и практической значимости диссертационная работа «Термостойкий многослойный радиопрозрачный композиционный материал для элементов летательных аппаратов» отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Атрощенко Ирина Григорьевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния.

Главный химик-заместитель начальника отдела неметаллических материалов акционерного общества Опытного конструкторского бюро «Новатор» имени Л.В. Люльева, 620017, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 18/51; (343) 264-92-47, main@okb-novator.ru, http://okb-novator.ru, доктор технических наук (05.17.11 – технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов).

\_\_\_\_\_  
Койтов Станислав Анатольевич

*11.05.23*

Я, Койтов Станислав Анатольевич, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Атрощенко Ирины Григорьевны

\_\_\_\_\_  
Койтов Станислав Анатольевич

*11.05.23*

Подпись Койтова С.А. удостоверяю

Ученый секретарь Научно-технического Совета, Лауреат премии Правительства РФ по науке и технике, Заслуженный конструктор РФ, Почетный авиастроитель и Почетный машиностроитель, кандидат технических наук

\_\_\_\_\_  
В.Е. Барский

*11.05.2023*