

УДК 629.7.023.224:621.454.3

DOI:<http://dx.doi.org/10.20535/0203-377130201573178>

**К. В. Козис**<sup>1</sup>, *ведущий инженер,*

**А. М. Потапов**<sup>2</sup>, *начальник комплекса новых материалов и перспективных технологий,*

**Т. А. Манько**<sup>3</sup>, *профессор*

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ РАКЕТНЫХ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**En**

The article presents the main results of works related to material creation and study, and development of manufacturing technology of inner heat-protection cover made of composite materials in Yuzhnoye SDO for solid propellant rocket engines.

Typically, this coating is a multi-layer structure, which consists of: sealing layer; main thermal protection coating; barrier layer; securing layer.

Thermal protective coating (TPS) of the ends and cuffs are made of rubber bands on the application form followed by molding in an autoclave. On the shape for bottoms TPC manufacturing shall be placed dividing (protecting) layers, protective binding layer materials and layer by layer shall be putted the cutted rubber blanks to obtain the required thickness. Lock parts of cuffs, compensators, releasing TPC and body flange shall be installed in required areas.

TPC curing is performed incompletely for providing the required properties of TPC material during the thermal treatment jointly with body.

Cylindrical part TPC is put on the mandrel layer wise: the barrier layer, the separation layer, main heat shield and a sealing layer. Glue is applied between the main TPC, the sealing layer and the load-bearing shell.

The article presents the technological characteristics of inner heat-protection cover manufacturing for solid propellant rocket engines and technical configuration of the production base.

**Ua**

У статті наведені основні результати робіт, пов'язані зі створенням, дослідженням матеріалів та розробкою технології виготовлення внутрішнього теплозахисного покриття ракетного двигуна твердого палива з композиційних матеріалів в ДП «КБ «Південне».

### Вступление

Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля» (г. Днепропетровск, Украина) на протяжении многих лет разрабатывает и осваивает ракетно-космические комплексы, в основе производства которых заложены передовые технологии.

<sup>1</sup> Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля»

<sup>2</sup> Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля»

<sup>3</sup> Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Значительные перспективы, как в ракетостроении, так и в других областях техники открывает использование принципиально новых материалов, обладающих целым рядом специальных и уникальных свойств.

### **Постановка задачи**

Учитывая мировой интерес к широкому применению и созданию перспективных ракетных двигателей твердого топлива (РДТТ), актуальным является разработка внутреннего теплозащитного покрытия (ВТЗП) для РДТТ.

### **Разработка внутреннего теплозащитного покрытия**

Ракетные двигатели твердого топлива имеют в своем составе корпус с передним и сопловым днищами с зарядами из смесевых твердых топлив, прочно скрепленных с корпусом двигателя с помощью защитно-крепящих слоев (ЗКС). Контактующая с продуктами сгорания твердого топлива внутренняя поверхность корпуса и соплового блока должна быть защищена теплозащитным покрытием.

По своему назначению защита внутренних поверхностей многофункциональна и выполняет следующие назначения:

- защита материала корпуса от коррозии при хранении изделия в различных климатических зонах;
- защита от температурных деформаций, обусловленных различными значениями коэффициента термического расширения материала корпуса и твердого топлива;
- тепловая защита корпуса от воздействия высокотемпературной газовой среды в процессе работы изделия;
- обеспечение герметичности силовой оболочки корпуса ракетного двигателя;
- обеспечение компенсации многочисленных деформаций заряда и корпуса относительно друг друга;
- защита наполнителя от проникновения влаги и от миграции пластификатора в материал корпуса.[1-2]

Внутренние теплозащитные покрытия днищ корпусов РДТТ представляют собой многослойные конструкции с фланцами, манжетами, компенсаторами, поэтому изготовление теплозащитного покрытия (ТЗП) днищ проводится отдельно (рис. 1).

ТЗП днищ и манжеты изготавливаются нанесением резиновых лент на форму с последующим формованием в автоклаве. При изготовлении ТЗП днищ на форму укладывают разделительные и предохранительные слои материала защитно-крепящего слоя, а затем послойно выкладывают слои резины различного раскроя до получения требуемых толщин. В необ-

## *Прилади та методи контролю*

ходимых зонах устанавливаются замковые части манжет, компенсаторы, раскрепляющие ТЗП, и клеиваются фланцы. Вулканизация ТЗП днищ производится неполная, чтобы последующая термообработка совместно с корпусом обеспечила получение заданных свойств материала ТЗП. Дефектоскопию и замер толщин проводят, не снимая ТЗП с оправки.

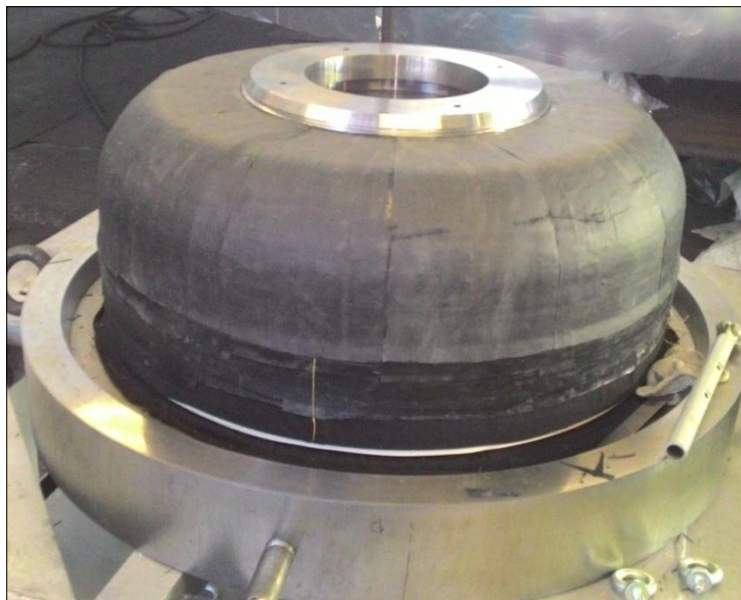


Рис. 1. Внутреннее теплозащитное покрытие переднего днища

После установки ТЗП днищ на оправку для изготовления корпуса РДТТ из высокоэффективных композиционных материалов послойно собирается ТЗП цилиндрической части: разделительный слой, барьерный слой, основная теплозащита и герметизирующий слой. Между основным ТЗП, герметизирующим слоем и силовой оболочкой наносится клей (рис. 2).



Рис. 2. Изготовление ВТЗП цилиндрической части корпуса РДТТ

Силовую оболочку корпуса РДТТ изготавливают «мокрой» спирально-кольцевой намоткой углеродного волокна, пропитанного связующим на намоточном станке с программным управлением (рис. 3).



Рис. 3. Намотка силовой оболочки корпуса

Отверждение намотанной заготовки корпуса РДТТ проводится в печи аэродинамического подогрева при температуре 140°C, одновременно происходит окончательная вулканизация внутреннего ТЗП. Корпус РДТТ подвергается неразрушающему контролю для выявления таких внутренних дефектов как расслоения между отдельными слоями, контролю герметичности, а также проводится визуальный осмотр целостности силовой оболочки и ТЗП [3-4].

## **Выводы**

Таким образом, применение перспективных материалов и технологий имеет первостепенное значение при создании совершенных образцов ракетно-космической техники (РКТ). Успехи в области материаловедения во многом определяют суть проектно-конструкторских проработок, заложенных в конструкции. В их числе много оригинальных конструктивно-технологических решений с использованием перспективных металлических и неметаллических материалов, а также усовершенствованных технологий.

В результате таких работ был создан значительный задел разработок в области ракетно-космического материаловедения и технологий, который практически, не уступает мировому уровню. Можно отметить целый ряд перспективных материалов и технологий, с использованием которых проектируются и изготавливаются новые ракетные двигатели твердого топли-

ва. К их числу относятся наработки, используемые при создании внутреннего теплозащитного покрытия корпуса РДТТ в ГП «КБ «Южное» им. М. К. Янгеля».

### **Список использованной литературы**

1. Санін Ф. П. Твердопаливні ракетні двигуни. Матеріали і технології: підручн. / Ф. П. Санін, Л. Д. Кучма, Є. О. Джур, А. Ф. Санін – Д.: ДГУ, 1999.–320 с.
2. Технологія виробництва ракетно-космічних літальних апаратів: навч. посібник /Ю. С. Алексєєв, О. Є. Джур, О. В. Кулик та ін.; за ред. д-ра техн. наук Є. О. Джура.- Д.: АРТ-ПРЕС, 2007.-480 с.
3. Полімерні композиційні матеріали в ракетно-космічній техніці: Підручник / Є. О. Джур, Л. Д. Кучма, Т. А. Манько, В. Г. Сітало, Ф. П. Санін, А. Ф. Санін. – К.: Вища освіта, 2003. – 399с.
4. Основы проектирования и изготовления конструкций летательных аппаратов из композиционных материалов [Текст] / В. В. Васильев, А. А. Добряков, А. А. Дудченко и др. – М.: МАИ, 1985. – 218 с.