

Государственное предприятие  
«Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля»

**А. К. Линник, Р. Д. Красникова,  
В. И. Липовский, Е. Ю. Баранов**

# **КОМПОЗИТЫ В КОНСТРУКЦИИ КОРПУСОВ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ**

*СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
ПРОБЛЕМ И ПЕРСПЕКТИВ  
РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ*

**МОНОГРАФИЯ**

**Под общей редакцией академика А. В. Дегтярева**

Днепро  
Издательство «Лира»  
2018

Рецензент

д-р техн. наук, проф. **В. Е. Гайдачук**

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт»

**Линник А. К.**

**Л 59** Композиты в конструкции корпусов ракет-носителей. *Системный анализ проблем и перспектив разработки и применения*: Монография /; Линник А. К., Красникова Р. Д., Липовский В. И., Баранов Е. Ю. под общ. ред. акад. Дегтярева А. В.; Днепро, изд-во «Ли́ра», 2018. -260 с.: ил. 128.

ISBN ...

Книга посвящена исследованию проблем и перспектив разработки и применения композиционных материалов (КМ) вместо традиционных металлов и сплавов в конструкции корпусов украинских ракет-носителей. Основное внимание уделено композитным конструкциям, обладающим минимальной массой. Оценивается экономическая эффективность принимаемых решений. Рассматриваются риски, влияющие на несущую способность отсеков. Анализируются альтернативы «композит vs металл» с целью поиска наилучших вариантов реализации КМ в составе корпусов твердотопливных двигателей, «сухих» отсеков разного назначения и баков ракет жидкого топлива.

Книга предназначена для студентов старших курсов, аспирантов и молодых специалистов, а также для инженерно-технических работников, научных сотрудников и преподавателей ВУЗов и предприятий ракетостроительной отрасли.

Книгу присвячено дослідженню проблем та перспектив розробки і застосування композиційних матеріалів (КМ) замість традиційних металів та сплавів у конструкції корпусів українських ракет-носіїв. Основну увагу приділено композитним конструкціям мінімальної маси. Оцінюється економічна ефективність рішень, що приймаються. Розглядаються ризики, які впливають на несучу здатність відсіків. Аналізуються альтернативи «композит vs метал» з метою пошуку найкращих варіантів реалізації КМ у складі корпусів твердопаливних двигунів, «сухих» відсіків різного призначення та баків ракет рідкого палива.

Книга призначена для студентів старших курсів, аспірантів і молодих спеціалістів, а також для інженерно-технічних працівників, наукових співробітників та викладачів ВНЗ і підприємств ракетобудівної галузі.

ISBN ...

© А. К. Линник, Р. Д. Красникова,  
В. И. Липовский, Е. Ю. Баранов, 2018  
© Издательство «Ли́ра», обложка, 2018

**ОГЛАВЛЕНИЕ**  
**частей**

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>Оглавление части I .....</b>	<b>6</b>
<b>Часть I ОСНОВЫ .....</b>	<b>7</b>
<b>Оглавление части II .....</b>	<b>64</b>
<b>Часть II ПРОЕКТНЫЙ АНАЛИЗ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ</b> <b>.....</b>	<b>65</b>
<b>Оглавление части III .....</b>	<b>138</b>
<b>Часть III ПРОБЛЕМЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ СТЫКОВ ОТСЕКОВ И</b> <b>НАПРАВЛЕНИЯ ПОИСКА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ</b> <b>.....</b>	<b>139</b>
<b>Оглавление части IV .....</b>	<b>214</b>
<b>Часть IV АНАЛИЗ АЛЬТЕРНАТИВ, ОЦЕНИВАНИЕ РИСКОВ И</b> <b>ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ .....</b>	<b>215</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Данная книга создавалась как монография и имеет научно-прикладной и учебно-методический характер. Ее тематика посвящена *системному* исследованию проблем и перспектив разработки и применения композиционных материалов (КМ) вместо традиционных металлов и сплавов в конструкции отсеков корпусов ракет-носителей, разрабатываемых в Украине.

Авторы ставили своей целью отразить следующее:

- специфические особенности свойств КМ в отсеках ракетных конструкций и отличия характеристик композитов от свойств традиционных металлов и сплавов;
- необходимость применения системного подхода к проектированию и конструированию отсеков и стыков отсеков ракетных корпусов, выполненных из КМ;
- сущность работы композитов на прочность и устойчивость в оболочечных конструкциях отсеков ракет;
- рекомендации по выбору структур КМ и конструктивных параметров композитных оболочек, обеспечивающих снижение их массы;
- проблемы конструирования и направления поиска рационального устройства стыков отсеков из КМ;
- анализ альтернатив «*композит vs металл*» в типовых ракетных конструкциях, используя критерии минимума массы и минимума стоимости;
- основные риски, влияющие на работоспособность и массу конструкций из КМ;
- принципы принятия решений о возможности и целесообразности практической реализации КМ в конструкции корпусов твердотопливных ракетных двигателей, «сухих» отсеков разного назначения и баков жидкого топлива.

Замысел книги в целом и разработка основополагающих ее разделов всех четырех частей принадлежат Линнику А. К.. Часть II была написана им совместно с Красицкой Р. Д., Липовский В. И. и Баранов Е. Ю. принимали участие в подготовке материалов разделов 2.4, 3.2.2 части III и раздела 3 части IV соответственно.

Авторы благодарны руководителям Государственного предприятия «Конструкторское бюро «Южное» Дегтяреву А. В, Кушнареву А. П. и Дегтяренко П. Г. за пожелания придать материалам книги направленность, в максимальной мере отвечающую задачам проектно-конструкторской практики.

Авторы выражают особую благодарность рецензенту Гайдачуку В. Е., одному из основоположников отечественной школы расчета, проектирования и применения композитов в конструкциях летательных аппаратов. Его ценные рекомендации по улучшению книги нашли отражение при подготовке окончательной редакции.

Авторы признательны также Аксененко А. В., Потапову А. М. и Зиновьеву А. М., чьи проектно-конструкторские, технологические и финансовые инициативы, направленные на внедрение композитов в изделия ГП «КБ «Южное», явились побудительным мотивом начала работы над этой книгой.

Книга не могла бы появиться без неоценимой помощи Гордиенко И. В.

Материалы книги ориентированы на подготовленного читателя, знакомого с дисциплинами «Проектирование и конструирование ракет», «Строительная механика ракет», в т.ч. «Механика армированных материалов», «Материаловедение», «Технология производства», «Экономика ракетостроения» и др., а также имеющего опыт выполнения конструкторских документов и прочностных расчетов с использованием ЭВМ.

К числу потенциальных пользователей книгой следует отнести студентов старших курсов, аспирантов и молодых специалистов, а также инженерно-технических работников, научных сотрудников и преподавателей ВУЗов и проектно-конструкторских предприятий ракетостроительной отрасли, стремящихся приумножить свои знания и расширить системное понимание проблем проектирования, конструирования и внедрения композиционных материалов в конструкцию ракет.

Охарактеризовать назначение книги можно словами великого Гёте (хотя авторы относятся к ним с долей иронии) «...точно знают только тогда, когда мало знают. Вместе со знанием растет сомнение...», а также высказыванием выдающегося механика Я. Г. Пановко, глубокий смысл которого авторы полностью разделяют «...только понимание делает знание активным и творческим, а формальное знание – само по себе, без подлинного понимания – стоит недорого»\*.

---

\* Цитаты знаменитых людей заимствованы из учебного издания «Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа, 4-е изд., перераб. - М.: Из-во СКАД СОФТ, 2011, 736с.