

## **КОНЦЕПЦИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ АВИАКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Аннотация. Изложены теоретические и некоторые основные практические результаты, включающие в себя разработанную концепцию оптимизации основных параметров ответственных конструкций авиакосмической техники из полимерных композиционных материалов, которая включает в себя пять взаимосвязанных составляющих: проектирование, технологию производства, эксплуатацию, экологию и безопасность производственной жизнедеятельности.*

*Ключевые слова: безопасность производственной деятельности, концепция оптимизации, композиционные материалы, трехслойная конструкция, несущая способность, формообразование изделий*

Проблема создания современных конкурентоспособных конструкций авиационно-космической техники (АКТ) из полимерных композиционных материалов (ПКМ), как известно, включает в себя не только вопросы оптимального проектирования и конструирования, но рациональной технологии производства, связанной с основной особенностью композитов, заключающейся в том, что этот конструкционный материал создается в процессе изготовления изделия [1]. В свою очередь технология производства изделий АКТ из ПКМ в значительной степени связана с другими важнейшими составляющими этой комплексной проблемы, к которым относятся экономическая, экологическая, включающая в себя и безопасность производственной жизнедеятельности (БЖД), эксплуатации изделия в определенных условиях. Поэтому проектный комплекс оптимизации конструктивных параметров объектов АКТ из ПКМ вырастает в многокритериальную проблему (рис. 1), в которой должны синтезироваться знания и результаты исследований многих узких специалистов.



Рисунок 1 – Многоаспектная проблема создания современных конкурентоспособных конструкций АКТ из ПКМ

Прогнозируемая масштабность решения данной многокритериальной проблемы является основной причиной того, что до настоящего времени не проведено завершенных крупномасштабных комплексных исследований, объединяющих в научном плане (теоретическом, экспериментальном и организационно-методологическом) единым концептуальным подходом все составляющие обсуждаемой здесь проблемы, хотя в этом направлении ведутся работы в Национальном аэрокосмическом университете им. Н.Е. Жуковского, в которых автор принимает непосредственное участие.

Проведенный целенаправленный анализ современного состояния данной проблемы позволил обрисовать контуры современной концепции оптимизации основных параметров конструкций АКТ из ПКМ (рис. 2), которая включает в себя пять составляющих. Отличительной чертой предлагаемой концепции оптимизации проектных параметров изделий из ПКМ является не столько обеспечение снижения дорогостоящей полетной массы конструкции, сколько получение от нее максимальной целевой отдачи, которая на базе интегрированной компьютеризации всего жизненного цикла проектируемого объекта одновременно включала бы в себя решение задач проектирования, технологии производства, эксплуатации, экологии и безопасности производственной жизнедеятельности.

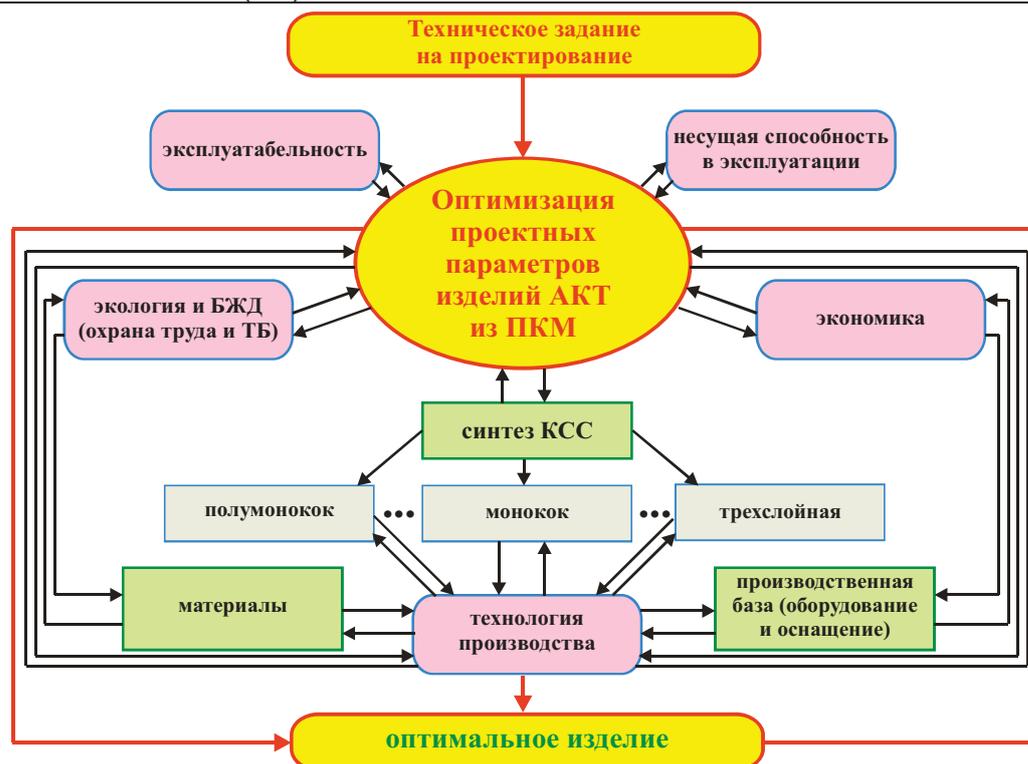


Рисунок 2 – Укрупненная блок-схема концепции оптимизации параметров конструкций АКТ из ПКМ

Каждая из составляющих многоаспектной проблемы содержит ряд взаимосвязанных групп факторов разного уровня, для каждого из которых имеет место один или несколько критериев, определяющих оптимальное значение факторов данной группы. Так, к примеру, с технологией (рис. 3) связано 2 группы факторов разного уровня. В каждой из них имеет место критерий, по которому эту группу нужно оптимизировать. 1-я группа факторов «Подготовительные технологические процессы» включает в себя 2 уровня. Факторы 1-го уровня определяют качество процессов как этапа реализации технологии изготовления изделия из ПКМ на подготовительной стадии. II же уровень – это факторы, определяющие качество конкретного процесса из группы процессов, составляющей факторы I уровня подготовительной стадии.



Рисунок 3 – Пример групп факторов разного уровня для технологической составляющей предложенной концепции оптимизации

Критерии оптимальности разных групп факторов и их уровней могут быть различными и частично или полностью совпадающими. В частности к таким критериям можно отнести, к примеру: трудоемкость процесса или операции; себестоимость процесса (операции); длительность; энергоемкость; экологичность (включая БЖД процесса или операции); технологичность операции или процесса.

Ниже представлены некоторые результаты, полученные к настоящему моменту времени в рамках реализации предложенной концепции оптимизации основных параметров сотовых конструкций АКТ для ряда групп факторов, характеризующих несущую способность изделий (рис. 4).

Так в рамках сотрудничества с ГП «КБ «Южное»» и ОАО «УкрНИИТМ» был реализован комплексный подход к оптимизации по массе проектных параметров головного обтекателя (ГО) ракеты-носителя (РН) «Циклон - 4» из ПКМ с сотовым наполнителем (СЗ) при статическом силовом нагружении [2 – 4] (рис. 5,а).



Рисунок 4 – Ряд групп факторов предложенной концепции, характеризующих несущую способность

В силу того, что в процессе эксплуатации ГО подвержен не только статическому, но и интенсивному тепловому и динамическому воздействиям, в настоящее время предложенный подход получает дальнейшее развитие. В результате чего он позволит для практически всего спектра внешних воздействий проводить глубокий уровень одновременной оптимизации толщины теплозащитного покрытия, схемы армирования несущих слоев, высоты СЗ и геометрических параметров его ячейки и шпангоутов с учетом ухудшений характеристик применяемых материалов от теплового воздействия.

Вторым направлением сотрудничества с ГП «КБ «Южное»» и ОАО «УкрНИИТМ» стал анализ схем армирования и распределения материала несущих слоев для каркасов солнечных батарей (рис. 5, б). Полученные результаты сравнительного анализа различных вариантов схем армирования и распределения материала несущих слоев в рамках принятых допущений и принятых исходных характеристик выявили возможность снижения массы за счет использования полученных рациональных конструктивно-технологических решений.

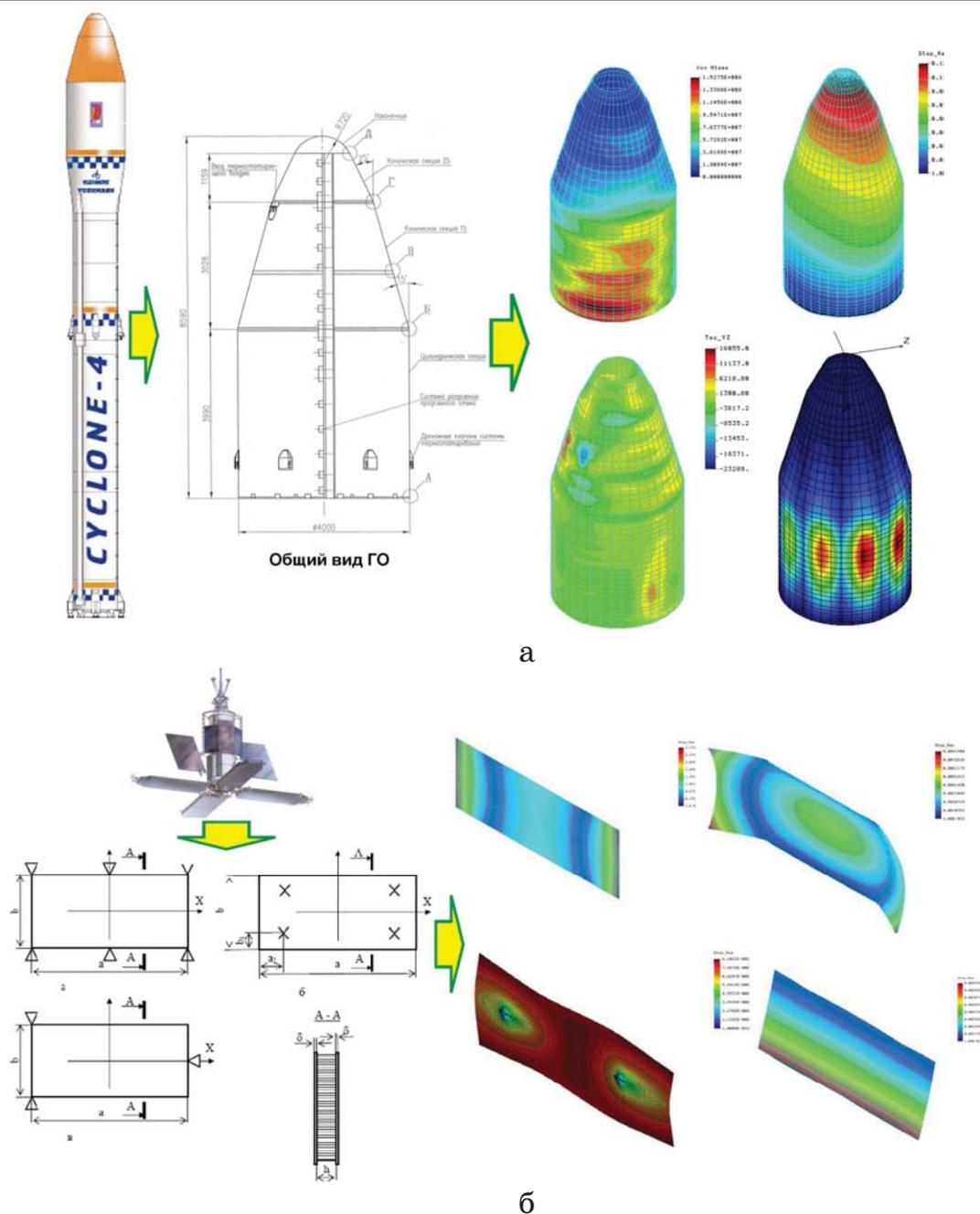


Рисунок 5 – Примеры реализации предложенной концепции для ряда групп факторов, характеризующих несущую способность изделий из ПКМ с СЗ, полученные рамках сотрудничества с ГП «КБ «Южное»» и ОАО «УкрНИИТМ»:

- а – оптимизации по массе проектных параметров ГО РН «Циклон-4»;
- б – анализ схем армирования и распределения материала несущих слоев и СЗ для каркасов солнечных батарей

Таким образом, решение обсуждаемой многокритериальной проблемы создания ответственных конструкций АКТ из ПКМ, конкурентоспособных на рынке продаж по сравнению с аналогами, перманентно продвигается вперед, охватывая все новые ее аспекты.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Композиционные материалы: справочник / под ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
2. Кондратьев А.В. Новая концепция оптимизации по массе многоотсековых сотовых конструкций и её реализация при проектировании головного обтекателя ракеты-носителя «Циклон – 4» // Эффективность сотовых конструкций в изделиях авиационно-космической техники : сб. материалов II междунар. науч.-практ. конф. / Укр. НИИ технологий машиностроения. – Днепропетровск, 2007. – С. 107 – 122.
3. Кондратьев А.В. Оптимальное по массе проектирование композитных корпусов летательных аппаратов с сотовым наполнителем / А.В. Кондратьев // Эффективность сотовых конструкций в изделиях авиационно-космической техники : сб. материалов III междунар. науч.-практ. конф. / Укр. НИИ технологий машиностроения. – Днепропетровск, 2009. – С. 113 – 121.
4. Оптимизация проектных параметров головного обтекателя ракеты-носителя «Циклон-4» / В.Е Гайдачук, В.И. Сливинский, А.В. Кондратьев, А.П. Кушнарев // Эффективность сотовых конструкций в изделиях авиационно-космической техники : сб. материалов III междунар. науч.-практ. конф. / Укр. НИИ технологий машиностроения. – Днепропетровск, 2009. – С. 88 – 95.