

141070

г. Королев

Московской области,

ул. Ленина, 4-а

Телеграфный "ГРАНИТ"

Телефон: (495) 513-86-55

Факс: (495) 513-88-70, 513-86-20, 513-80-20

E-mail: post@rsce.ru

http://www.energia.ru



Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 212.079.11 на базе ФГБОУ ВО  
«Казанский национальный  
исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева –  
КАИ»  
Левшонкову Н.В.

03.09.2018

№

086-6/160

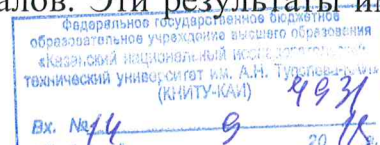
На № \_\_\_\_\_

Г

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хмельницкого Ярослава Анатольевича  
«Конструкторско-технологическая разработка изготовления типового  
ультралегкого каркаса панелей солнечных батарей», представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных  
аппаратов.

Диссертационная работа Хмельницкого Я.А. посвящена разработке  
конструкторско-технологических решений по созданию высокоэффективных  
ультралегких каркасов панелей солнечных батарей (СБ) для изделий  
космической техники. Работа является **актуальной**, необходимой и  
своевременной. В рассматриваемой работе за основу конструктивного решения  
каркасов панелей солнечных батарей выбрана трехслойная конструкция с  
обшивками из полимерного композиционного материала. Автором выполнен  
большой объем экспериментальных исследований по определению физико-  
механических характеристик различных углепластиковых композиционных  
материалов, проведен анализ клеев и компаундов, по результатам которых  
сформулированы рекомендации по выбору материалов. Эти результаты имеют



практическое значение для проектирования трехслойных конструкций минимальной массы.

**Научную новизну** представляет разработанная автором интегральная конструкция трехслойной панели с наполнителем в виде каркаса из углепластиковых жестких пластин, расположенных в продольном и поперечном направлениях. Пластины при своем пересечении образуют колодцы прямоугольной или треугольной формы. Этот каркас при большей жесткости, чем сотовый наполнитель, оказался важным фактором облегчения конструкции каркаса СБ. Дополнительное облегчение конструкции было получено за счет выреза в обшивках окон, соответствующих геометрии внутреннего каркаса. Совокупность предложенных конструктивных решений позволила создать жесткую интегральную конструкцию, сократив многократно массу каркаса панелей СБ. Этот научный результат является основой для дальнейшего совершенствования конструкций каркасов панелей СБ.

При проектировании интегральной конструкции были разработаны и другие варианты углепластиковых каркасов без облегчения обшивок. В процессе разработки конструкций выполнялся весовой анализ, проводились расчеты по определению напряжений, деформаций и перемещений при воздействии нагрузок. Наряду с этим определялись также частоты и формы собственных колебаний панелей. Автором разработана методика прочностного расчета НДС и частот колебаний при воздействии рабочих и транспортных нагрузок. Выполненные исследования являются свидетельством всестороннего глубокого анализа при создании интегральных конструкций.

**Практическая ценность** работы заключается в возможности использования её результатов для проектирования и выбора технологии изготовления жестких ультралегких интегральных конструкций каркасов панелей солнечных батарей из высококомодульных углепластиков.

**Апробация работы.** Основные научные результаты, полученные автором в процессе исследований, отражены в 9 научных трудах, в том числе в 3 статьях в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий

ВАК и представлены в докладах на научно-технических конференциях. Публикации по теме диссертации содержат практически все результаты диссертационной работы. Автореферат в достаточной степени отражает все направления проведенных исследований и дает возможность ознакомиться с основными результатами и выводами диссертации.

В качестве замечаний необходимо отметить следующее: из автореферата трудно понять насколько уменьшилась масса солнечной батареи в целом.

В целом, на основании автореферата, можно сделать вывод о том, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», а ее автор, Хмельницкий Ярослав Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Заместитель генерального конструктора,

руководитель НТЦ

Начальник отдела, к.т.н.

Ведущий научный сотрудник, к.т.н.

Р.М. Магжанов

Н.И. Копыл

Ю.А. Воробьев

Подписи Магжанова Р.М., Копыла Н.И. и Воробьева Ю.А. удостоверяю

Учёный секретарь, к.ф.-м.н.

О.Н. Хатунцева

