



## УТВЕРЖДАЮ

Член Президиума НТС АО «ИСС» –  
председатель секции №3 НТС, директор  
отраслевого центра крупногабаритных  
трансформируемых механических систем  
акционерного общества  
«Информационные спутниковые системы»  
имени академика М.Ф. Решетнёва»,  
заслуженный создатель космической  
техники, лауреат Государственной премии  
СССР и Премий Правительства  
Российской Федерации в области науки и  
техники, кандидат физико-математических  
Наук, профессор, академик Российской  
инженерной академии



В.И. Халиманович  
2016г.

## ОТЗЫВ

акционерного общества «Информационные спутниковые системы»  
имени академика М.Ф. Решетнёва» на автореферат диссертации  
Заваруева Никиты Владимировича на тему  
**«Разработка технологии производства металлтрикотажного трубчатого  
полотна технического назначения для соединения деталей»,**  
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности  
05.19.02 – «Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья»

Диссертационная работа Н.В. Заваруева посвящена разработке технологии трикотажного полотна из металлической нити, используемого в качестве армирующего материала мест соединений трубчатых углепластиковых деталей следующих диаметров – 13, 40, 60 и 100 мм.

### Актуальность исследований

Диссертационная работа Н.В. Заваруева «Разработка технологии производства металлтрикотажного трубчатого полотна технического назначения

для соединения деталей”, выполненная на актуальную тему, обусловленную техническим заданием, в соответствии с которым необходимо разработать и выработать трубчатые трикотажные полотна из металлической нити для армирования соединений трубчатых углепластиковых деталей малых диаметров, используемых в солнечных батареях и складных параболических антенн.

Решение названных проблем требует сочетания экспериментально - теоретических подходов при проектировании элементов конструкций и создания управляемых технологических процессов.

Применение теоретических и экспериментальных исследований процесса петлеобразования позволили разработать технологию вязания и возможность получения широкого диапазона металлтрикотажных изделий трубчатой формы шириной от 13 до 100 мм, имеющих заданные параметры сетчатой структуры, обеспечивающей достаточную клеевую поверхность на всех ширинах трубчатого полотна и обладающих необходимой прочностью, электро- и теплопроводностью, что определило **актуальность** диссертационной работы.

Внедрение в практику разработанной автором технологии изготовления трубчатых трикотажных полотен из металлической нити и применение полотен в качестве армирующих элементов позволило получить более эффективные технические характеристики в конструкциях клеевого соединения углепластиковых труб с алюминиевым фитингом и создать производство конкурентоспособных образцов отечественной техники.

**Научная** новизна исследований заключается в том, что автором разработаны:

- 1 Теоретические основы трубчатых полотен сетчатой структуры с существенно различной шириной от 13 до 100 мм в условиях вязания на кругловязальной машине постоянного диаметра и класса из ультратонких стальных микропроволок диаметром 50 мкм.
- 2 Теоретические основы расчёта параметров трикотажа из металлических нитей с учётом их упругих свойств.
- 3 Теоретически обоснованы параметры геометрического расположения нитеводителя, обеспечивающие надёжность процесса вязания.
- 4 Применение бинарной причинно-следственной теории информации позволило определить взаимосвязь влияния входных факторов процесса петлеобразования на основной выходной параметр полотна-петельный шаг, определяющий ширину полотна.

**Практическая значимость** диссертационной работы Н.В. Заваруева состоит в том, что получен инновационный ряд металлтрикотажных трубчатых полотен шириной от 13 до 100 мм, который позволил обеспечить требуемый ряд углепластиковых трубчатых соединений в конструктивных элементах солнечных батарей и трансформируемых параболических антенн. Использование металлтрикотажных трубчатых полотен в качестве армирующих элементов в конструкциях клеевого соединения углепластиковых труб с алюминиевым фитингом позволило обеспечить равную толщину клеевого соединения по всему сечению. За счёт этого прочность клеевого соединения повысилась на 30% с

обеспечением допустимого температурного интервала эксплуатации от минус 150<sup>0</sup>С до плюс 150<sup>0</sup> С.

Кроме того, достигнуто обеспечение электрической связи между всеми элементами конструкции каркаса солнечной батареи, выравнивание электрического потенциала поверхности, исключая электрические пробой, что повысило надёжность всей конструкции каркаса солнечной батареи при воздействии вибрационных, акустических, ударных нагрузок на этапе выведения спутника на заданную орбиту и раскрытия трансформируемых механических систем космических аппаратов, создаваемых акционерным обществом «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва».

**Достоверность результатов.** В диссертационной работе использован комплекс современных теоретических и экспериментальных методов и средств исследования.

Для анализа процесса петлеобразования использован графо-аналитический метод, позволяющий определить установочные параметры петлеобразующих органов для осуществления надёжного процесса вязания трубчатого металлотрикотажа заданной ширины.

В работе Н.В. Заваруева разработан метод расчёта параметров трикотажа из металлической нити на основе геометрически нелинейной, но физически линейной теории деформирования упругой нити, учитывающий свойства нити и эллиптическую форму остова петли. Расчёты выполнены с помощью программы MathCad.

С помощью бинарной причинно-следственной теории информации установлено влияния входных факторов процесса: натяжения подаваемой нити, глубины кулирования, числа работающих игл и усилия оттяжки на ширину полотна.

Использование Н.В. Заваруевым числового метода позволило установить закономерности влияния входных факторов процесса на выходные параметры трикотажного полотна – петельный шаг, высоту петельного ряда, длину нити в петле и ширину остова петли.

Для оценки клеевых площадей соединяемых деталей разработан метод расчёта коэффициента, учитывающий площадь, занимаемую структурой полотна и общую площадь соединения деталей.

По тексту автореферата можно сделать следующие замечания:

- в расчёте параметров трикотажа с использованием нелинейной механики упругой нити, эллиптическая форма учтена только для остова петли, хотя и протяжка имеет нестандартную эллиптическую форму;
- при расчётах статистических методов обработки результатов опытов по определению разрывных показателей полотен не указаны значения средних квадратических отклонений показателей;
- при оценке клеевых участков поверхности соединяемых деталей не совсем понятно, почему при ширине 13 мм трубчатое полотно имеет значительно меньший коэффициент заливаемой площади клеем.

Приведенные замечания не снижают общей научной и практической значимости диссертационной работы и не влияют на положительную оценку

работы в целом. Надеемся, что учет замечаний позволит усовершенствовать разрабатываемый методический аппарат в будущем.

### **Заключение**

Анализ материалов представленного автореферата позволяет нам сделать следующее заключение:

- диссертационная работа Заваруева Никиты Владимировича выполнена на высоком научно-техническом уровне, является законченной научно-исследовательской, квалификационной работой, основные результаты которой достаточно полно представлены в 9 публикациях. Автореферат диссертационной работы на соискание учёной степени кандидата технических наук и опубликованные материалы отражают основное содержание работы;

- в диссертации изложены технология выработки трикотажных трубчатых полотен малого диаметра, методика расчёта параметров получаемого полотна и оптимальных параметров процесса, что позволило создать ассортимент трубчатых полотен из металлических нитей для армирования мест соединений углепластиковых труб, применяемых в конструкциях солнечных батарей и складных параболических антенн;

- диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Заваруев Никита Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.19.02 – «Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья».

**Ученый секретарь  
секции №3 «Конструкция, механические системы,  
узлы и агрегаты КА»,  
кандидат физико-математических наук**



**Д.Б. Усманов**

**Начальник сектора материаловедения,  
лауреат премии Правительства Российской  
Федерации в области науки и техники**



**С.Ф. Подшивалов**

Наименование организации	Акционерное общество «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» имени академика М. Ф. Решетнёва»
Почтовый адрес	ул. Ленина, д. 52, г. Железногорск, ЗАТО Железногорск, Красноярский край, Российская федерация, 662972
Телефон	+7 (39197) 28008, 64500
Факс	+7 (39197) 22635, 56146
E-mail	office@iss-reshetnev.ru

ФИО	Халиманович Владимир Иванович
Наименование организации	Акционерное общество «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» имени академика М. Ф. Решетнёва»
Почтовый адрес	ул. Ленина, д. 52, г. Железногорск, ЗАТО Железногорск, Красноярский край, Российская федерация, 662972
Телефон	+7 (39197) 764611
Факс	+7 (39197) 764611
E-mail	usmanov@iss-reshetnev.ru

ФИО	Усманов Давид Бисенович
Наименование организации	Акционерное общество «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» имени академика М. Ф. Решетнёва»
Почтовый адрес	ул. Ленина, д. 52, г. Железногорск, ЗАТО Железногорск, Красноярский край, Российская федерация, 662972
Телефон	+7 (39197) 65228
Факс	+7 (39197) 764611
E-mail	usmanov@iss-reshetnev.ru

ФИО	Подшивалов Сергей Федорович
Наименование организации	Акционерное общество «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» имени академика М. Ф. Решетнёва»
Почтовый адрес	ул. Ленина, д. 52, г. Железногорск, ЗАО Железногорск, Красноярский край, Российская федерация, 662972
Телефон	+7 (39197) 764643
Факс	+7 (39197) 764643
E-mail	sfpod@iss-reshetnev.ru