

На правах рукописи



БАБКОВА ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТРАЖАЮЩИХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ АНТЕНН ИЗ
МЕТАЛЛОТРИКОТАЖНЫХ СЕТЕПОЛОТЕН
С УВЕЛИЧЕННЫМИ РАЗМЕРАМИ ЯЧЕЕК**

Специальность: 05.19.02 - Технология и первичная обработка
текстильных материалов и сырья

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина») на кафедре Проектирования и художественного оформления текстильных изделий.

Научный руководитель:

Заваруев Владимир Андреевич

доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Корабельников Андрей Ростиславович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры Теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет» г. Кострома

Николаев Владимир Дмитриевич, кандидат технических наук, главный специалист ФГУП «НПО «Техномаш» г. Москва

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» г. Санкт-Петербург

Защита состоится « » декабря 2020 г. в 10.00 ч. на заседании диссертационного совета Д 212.144.06, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» и на официальном сайте вуза <https://kosygin-rgu.ru/>

Автореферат разослан « ____ » _____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Кирсанова Е. А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

Интенсивное развитие современных космических систем связи идет по пути освоения высокоточных каналов передачи информации, что влечет за собой необходимость создания принципиально новой конкурентоспособной техники, в том числе крупногабаритных космических антенн с высокоточной формой отражающей поверхности (ОП). Для успешного решения таких задач применяются антенные системы с трансформируемыми рефлекторами большой апертуры. Эффективность работы антенны напрямую зависит от диаметра зеркала и стабильности физико-механических свойств ОП. Апертура современных развертываемых рефлекторов прогнозируется до 100 м.

В качестве прецизионной ОП для перспективных крупногабаритных складных антенн требуется использование гибкого, сверхлегкого, электропроводящего материала, обладающего высокой стабильностью физико-механических характеристик и минимальным усилием растяжения.

Такой материал может быть получен на базе основовязаного трикотажа, выработанного из одиночных металлических нитей малого диаметра.

Актуальность проблемы диссертационной работы заключается в разработке технологии металлотрикотажных сетеполотен для ОП трансформируемых антенн, предназначенных для работы в широком диапазоне длин (частот) электромагнитных волн, обладающих заданными физико-механическими характеристиками, высокой прочностью и минимально возможной массой готового изделия.

Выбор темы обусловлен требованиями научно-технического прогресса, одним из направлений которого является развитие космической связи, обуславливающее создание трансформируемых антенн с высокоэффективными ОП низкой материалоемкости и высокими показателями светопропускной способности.

Объектами исследования являются трикотажные основовязанные сетеполотна, используемые в качестве ОП крупногабаритных трансформируемых рефлекторов космических антенн, технологии их изготовления и технологии получения габаритных ОП пространственных форм из плоских полотен сетематериала ограниченной ширины.

Предметом исследования является технология изготовления трикотажных основовязанных сетеполотен с увеличенными размерами ячеек, вырабатываемых из одиночных металлических нитей диаметром 0,02 мм.

Целью работы является разработка технологии металлотрикотажных сетеполотен с увеличенными размерами ячеек для формирования крупногабаритных изделий сложной пространственной формы из плоскостного материала.

В соответствии с поставленной целью в работе решены следующие задачи:

- проведен анализ видов структур главных и производных основовязанных переплетений, на основе которых разработана структура крупноячеистого трикотажного сетеполотна;
- разработана технология получения трикотажного сетеполотна с увеличенными размерами ячеек, вырабатываемого из одиночных металлических нитей диаметром 0,02 мм;
- определены параметры сетеполотна, используемого в качестве ОП при двухосном нагружении, соответствующем рабочему;
- разработана технология формирования крупногабаритных изделий сложной пространственной формы из металлического плоскостного трикотажного сетеполотна с увеличенными размерами ячеек;
- разработана технология соединения сетеполотен, имеющих крупноячеистую структуру, обеспечивающая получение ОП для крупногабаритных рефлекторов антенн.

Исследования проводились на кафедре проектирования и художественного оформления текстильных изделий ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» и в организации ООО «ТРИИНВЕСТ».

Методы исследования. Поставленные в работе задачи решались теоретическими и экспериментальными методами. При проведении теоретических исследований в работе использованы методы анализа и синтеза структур главных и производных основовязанных переплетений, а также основы структурообразования основовязанных трикотажных полотен, методы определения свойств основовязаного трикотажа при двухосном растяжении полотна, методы статистической обработки данных.

Основные теоретические положения, полученные в работе, проверялись экспериментально на лабораторном и производственном оборудовании.

Для обеспечения и достоверности результатов обработка экспериментальных данных проводилась с использованием методов математической статистики и современной вычислительной техники.

Научную новизну исследования составляет разработка новых структур трикотажных крупноячеистых сетеполотен из металлических одиночных нитей для использования в качестве ОП крупногабаритного трансформируемого рефлектора космической антенны, в том числе:

- проектирование структур кромок для трикотажных сетеполотен с увеличенным размером ячеек;
- обоснование возможности применения плоскостного трикотажного крупноячеистого сетематериала для изготовления изделий пространственной формы без его членения на детали;
- разработка способа соединения высокорастяжимых трикотажных сетематериалов с увеличенными размерами ячеек с использованием

предварительного принудительного продольного деформирования кромок полотна.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке структур крупноячеистого основовязаного сетеполотна, технологии его изготовления и технологии формирования плоскостного материала для получения изделий пространственной формы без членения сетеполотна на детали.

Практическая значимость работы заключается в получении металлтрикотажных сетеполотен с увеличенными размерами ячеек из одиночных молибденовых золоченых нитей диаметром 0,02 мм для использования в качестве ОП крупногабаритного трансформируемого рефлектора космической антенны. Реализация результатов работы проведена на предприятии ООО «ТРИИНВЕСТ» (г. Москва), где были наработаны образцы сетчатых полотен.

Личный вклад автора состоит в постановке цели и задач исследования, составлении аналитического обзора, разработке теоретических положений, участии в получении исходных данных и научных экспериментальных исследованиях выработки трикотажных сетеполотен крупноячеистой структуры. А также, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных результатов и составлении общих выводов по работе. Автор лично участвовал в апробации результатов исследований, выступал с докладами и готовил основные публикации по выполненной работе.

Основные положения, выносимые на защиту:

– структуру и технологию вязания основовязаных сетеполотен с увеличенными размерами ячеек из одиночных металлических нитей малого диаметра;

– методику определения параметров и свойств сетеполотен с крупноячеистой структурой при двухосном растяжении полотна;

– расчетные методики определения параметров заготовок ОП из плоскостного трикотажного крупноячеистого сетематериала, предназначенных для рефлекторов сферической и параболической форм;

– расчет параметров заправки на вязальной машине, исходя из особенностей структуры полотна и числа игл на используемой машине, обеспечивающей получение заготовки ОП из минимально возможного числа полотен при максимально возможной заправке машины;

– технологию соединения крупноячеистых высокорастяжимых сетеполотен с предварительной принудительной продольной деформацией кромок, обеспечивающей исключение деформации краевых ячеек.

Апробация и реализация результатов работы. Основные положения и результаты исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались на:

- заседаниях кафедры проектирования и художественного оформления текстильных изделий ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (2016-2019 гг);

- международных научно-технических конференциях «EurasiaScience»

(2017, 2018 гг), г. Москва;

- международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы современных исследований» (2018 г), г. Омск;

- всероссийских научно-практических конференциях «Инновационные материалы и технологии в дизайне» (2018, 2019 гг), СПбГИКиТ, г. Санкт-Петербург;

- международной научно-практической конференции «Вопросы современных научных исследований» (2018 г), г. Омск;

- международной научно-практической конференции «Эргодизайн как инновационная технология проектирования изделий и предметно-пространственной среды: инклюзивный аспект» (2019), РГУ им. А.Н.Косыгина, г. Москва;

- международном Косыгинском форуме «Лучший молодежный инновационный стартап» (2019), г. Москва;

- XXII международном научно-практическом форуме «SMARTEX-2019» (2019 г.), г. Иваново;

- международной научно-практической конференции «Научные исследования в современном мире: теория, методология, практика» (2019), г. Уфа.

Публикации. Основные положения научно-квалификационной работы (диссертации) опубликованы в 15 печатных работах, 4 из которых – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 148 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5-ти глав с выводами, заключения, списка литературы, включающего 100 источников. Результаты исследования проиллюстрированы 13 таблицами и 56 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, обозначены цели и задачи исследований, отражены научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проведен анализ отечественных и зарубежных исследований в области проектирования конструкций космического базирования.

Обзор источников информации свидетельствует о том, что трикотажные материалы, вырабатываемые из металлических нитей, имеют широкое применение в космической технике в качестве ОП рефлектора складных антенн. Анализ литературных источников позволил подтвердить актуальность выбранной темы, отметить ее значимость и практическую ценность.

Установлено, что, несмотря на значительные успехи в области проектирования трансформируемых конструкций антенн, проектирование прецизионной ОП рефлектора для крупногабаритных антенн является актуальной научно-технической задачей. Для решения поставленной цели по разработке технологии трикотажных сетеполотен и изготовлению прецизионных ОП

поставлены задачи.

Во второй главе на основании проведенного анализа геометрических моделей ячеек, определена необходимая форма ячейки, которая позволит обеспечить максимальную светопропускную способность сетеполотна, используемого в качестве ОП. Рассмотрены различные комбинации видов главных и производных основвязанных переплетений для образования ячеек увеличенных размеров, которые при двухосном растяжении полотна будут принимать заданную форму квадрата.

Разработана структура основного трикотажного сетеполотна, сторонки ячеек которого образуются двумя петельными столбиками переплетения цепочка, соединенных в местах связок встречными протяжками переплетения сукно, позволяющими получать сетеполотна с квадратными ячейками любых заданных размеров, тем самым обеспечивая работу сетематериала в широком диапазоне длин электромагнитных волн.

Установлено, что вязание сторонки ячеек двумя петельными столбиками переплетения цепочка минимизирует роспуск полотна при обрыве одной цепочки в сторонке ячейки, тем самым увеличивая прочность сетематериала.

Теоретически обосновано, что при переработке металлических нитей, для исключения сбрасывания нити с игл при выполнении операции прокладывания и уменьшения разрывного усилия, петли цепочки должны быть по возможности закрытыми.

Выявлено, что процесс выработки трикотажного сетеполотна из металлических нитей малого диаметра более надежен на вязальной машине 18 класса. Установлено что, для упругих металлических нитей условия прохода нитей между иглами, при выполнении прокачки ушковины облегчаются из-за большего игольного шага и большего зазора между иглами и прокладываемой нитью, что делает процесс прокладывания более надежным, чем на машинах более высоких классов.

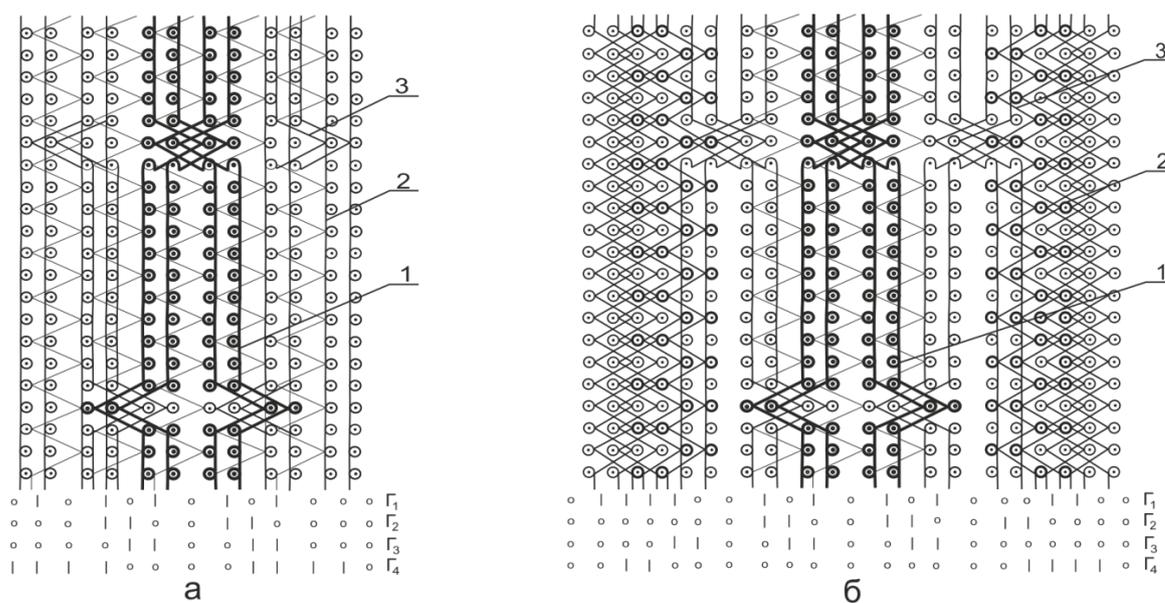
Для структуры основного сетеполотна были разработаны структуры кромок и их соединение с основным полотном двух типов. Было установлено что, разработанные структуры: основного полотна, кромок и структур, соединяющих кромки с основным сетеполотном, можно вырабатывать на машинах, имеющих не менее четырех гребенок.

В первом варианте по краям основного полотна расположены кромки, имитирующие структуру основного полотна (рисунок 1а). Структуру кромки образуют четыре петельных столбика закрытых петель цепочки, которые закрепляют краевые петли основного полотна, тем самым, исключая их сбрасывание.

Разработанная структура второго варианта (рисунок 1б) представляет собой основное полотно, на базе переплетения цепочек, соединенных между собой в участках связок переплетением сукно, с каждой стороны которого расположены

кромки, выработанные переплетением сукно-сукно со сложной проборкой. Такая структура кромок закрепит краевые петли основного полотна и имеет большие размеры по ширине, чем в предыдущем варианте, что облегчит процесс соединения полотен.

По разработанным структурам на основовязальной машине «Kokett-4» 18 класса, были выработаны образцы крупноячеистого сетематериала из одиночных молибденовых золоченых нитей диаметром 0,02 мм.



1 – структура основного полотна; 2 – кромка полотна; 3 – структура соединяющая основное полотно с кромкой
 Рисунок 1 – Графическая запись основовязаного полотна с кромками:
 а – полотно с кромками, образованными переплетением цепочка;
 б – полотно с кромками, образованными переплетением сукно.

При исследовании образцов, было выявлено что, при растяжении образца сетематериала выработанного по структуре представленной на рисунке 1б, распрямленная кромка, растягивает сетематериал, что приводит к деформации приближенных к кромке ячеек, которые принимают форму ромба. Следовательно, для того чтобы все ячейки на поверхности сетеполотна при формировании ОП приняли заданную форму квадратов, необходимо при соединении полотен выполнять принудительную продольную деформацию кромки, так чтобы все ячейки стали квадратными и имели равную длину диагоналей.

На основании проведенных аналитических исследований, предложены структуры сетеполотен с двумя видами кромок и различными вариантами их соединения с основным полотном. Разработанные структуры потребовали определить наиболее рациональный способ соединения нескольких сетеполотен для изготовления ОП крупногабаритного рефлектора антенны.

В третьей главе установлено, что параметры трикотажного сетеполотна,

предназначенного для изготовления ОП рефлекторов антенн, должны определяться только при двухосном рабочем удельном растяжении сетематериала, то есть для полотна в рабочем состоянии. Для чего, исходным явилось определение необходимого усилия при двухосном растяжении сетеполотна.

При двухосном растяжении разработанного полотна экспериментально исследован процесс изменения относительного удлинения сторонки ячеек в зависимости от удельной нагрузки на стороны образца. Удельная нагрузка на сторону каждого образца менялась при нагружении в пределах от 2 сН до 450 сН, а затем при разгрузке от 450 сН до 2 сН.

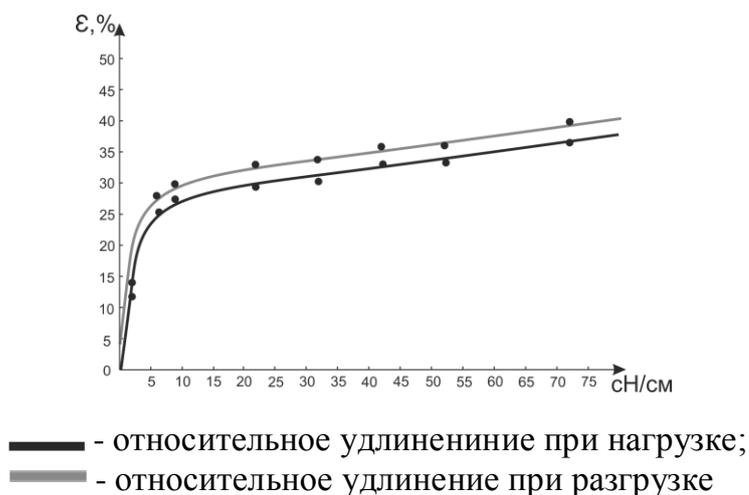


Рисунок 2 – Зависимость относительного удлинения сторонки ячеек от удельной нагрузки

На основании графика (рис.2) установлено что, при монтаже ОП на силовой каркас рефлектора, удельная нагрузка для разработанного трикотажного сетеполотна должна быть не более 6 сН/см, при которой сторонки ячеек выпрямляются, структуру полотна образуют четкие квадратные ячейки, а петли имеют округлую форму (рис.3). Однако необходимо отметить, что даже при удельной нагрузке 450 сН/см образец не разрывается, но при разгрузке образца имеет место остаточная деформация равная 3%.

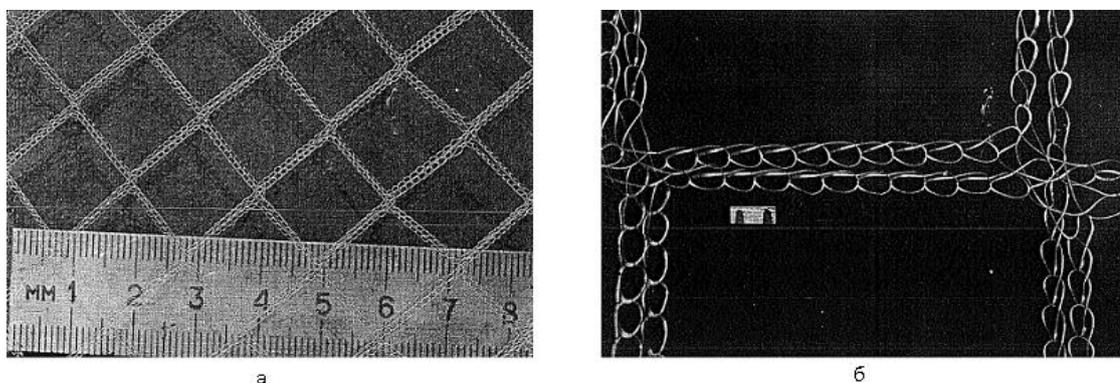


Рисунок 3 – Фотография образца сетематериала при удельной нагрузке 6 сН/см:
 а – структура трикотажного сетеполотна при нагрузке;
 б – структура петель при нагрузке.

При известном значении рабочего натяжения сетематериала, равного 6 сН/см, были определены параметры структуры и основные параметры сетеполотна, в условии двухосного растяжения.

Для определения экспериментальных значений длины нити в петле переплетения цепочки использовался метод вырезания из полотна столбиков цепочки, состоящих из десяти петель, роспуск этих цепочек и замер длины нити на десять петель, затем выполнялся расчет длины нити в одной петле. Для определения длины нити в петлях сукна, использовался метод уработки нити в процессе вязания.

Значение поверхностной плотности ρ крупноячеистого трикотажного сетематериала рассчитывались при условии удельного двухосного натяжения сторонки полотна, равного 6 сН/см с учетом особенностей его структуры полотна.

$$\rho = \frac{8(n_y l_y + n_c l_c) \pi d_n^2 10^3 \gamma}{l_o^2}, \quad (1)$$

где n_y и n_c - количество петель переплетения цепочки и переплетения сукна в каждом столбце одной сторонки ячейки;

l_y и l_c - соответственно, длина нити в петле переплетений цепочка и сукно, из которых выработаны сторонки ячеек, мм;

γ – удельный вес молибдена, г/см³;

l_o – длина диагонали ячейки сетеполотна в растянутом состоянии при удельной нагрузке 6 сН/см;

d_n – диаметр металлической нити, мм.

В соответствии с расчетами, поверхностная плотность разработанного полотна составила 2,55 г/м².

Светопропускная способность сетематериала в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к ОП, должна составлять не менее 96%. Прозрачность сетематериала зависит от: структуры полотна, диаметра используемой нити, длины нитей в петлях сетеполотна и длины перекрытий в раппорте переплетения. Следовательно, светопропускная способность K_{np} для разработанного сетеполотна, в состоянии двухосного нагружения 6 сН/см, будет определяться как:

$$K_{np} = \frac{S_y - (4d_n(n_y l_y - 3n_y d_n + n_c l_c - 3n_c d_n))}{S_y}, \quad (2)$$

где S_y - площадь ячеи, выраженная произведением длин сторонки квадратных ячеек, растянутых при нагрузке 6 сН/см.

В результате расчетов, для разработанного сетематериала с квадратными ячейками, было получено значение светопропускной способности выше 98%.

В ходе работы исследовано изменение светопропускной способности, а также поверхностной плотности трикотажа для структур сетеполотен с квадратной ячейкой, имеющих меньшее число петель цепочки в сторонках ячейки.

Полученные значения приведены на графиках рисунка 4.

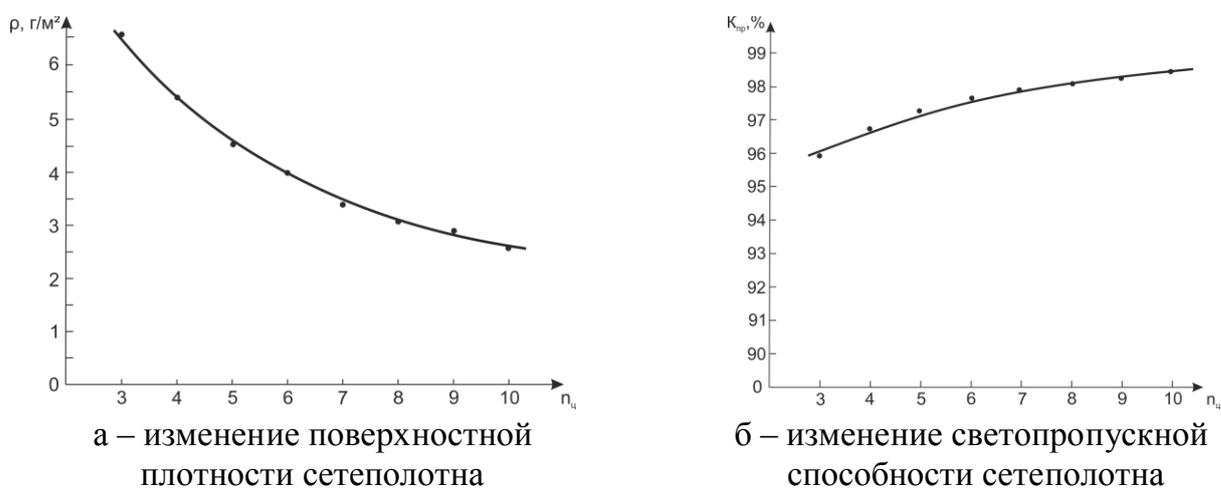


Рисунок 4 - Изменение свойств сетеполотна в зависимости от числа петель переплетения цепочки в сторонках ячей

Исходя из представленных графиков видно, что с уменьшением числа петель в сторонках ячеек с 10 до 3, поверхностная плотность сетеполотна увеличивается более чем в два раза. Тем самым показатели светопропускной способности остаются в пределах 96÷98%.

В четвертой главе на основе проведенного анализа способов формообразования крупногабаритных изделий сложноконструктивной формы из трикотажного сетематериала с крупноячеистой структурой, установлено, что для формирования ОП наиболее оптимален способ, согласно которому пространственная форма сетематериала достигается путем крепления плоскостного материала под натяжением на силовой каркас рефлектора. В данном случае необходимая форма ОП достигается без членения сетеполотна на отдельные детали. Геометрию ОП формирует силовой каркас рефлектора, за счет крепления обозначенных условных точек заготовки ОП к опорным точкам на каркасе.

Применение предлагаемого способа ускорит процесс настроек и регулировок устройства формирования пространственной поверхности, позволит получить ОП рефлектора наиболее приближенной к теоретической, и, следовательно, сократит цикл и стоимость его изготовления.

Для достижения данной цели были разработаны методики расчета, позволяющие определить размеры заготовки и местоположения точек крепления для формирования ОП сферической и параболической форм с учетом рабочего натяжения сетематериала. Также предложена методика оценки условных квадратов, формирующих геометрию ОП, которая позволяет определить зоны отклонения ОП от заданной формы рефлектора.

По данным расчетов получена проекция ОП на плоскости и показаны участки отклонения сетеполотна от заданной формы для каркаса рефлектора сферической формы с диаметром основания 40 м и высотой 5 м, чертеж данной

конструкции представлен на рисунке 5а. Проекция ОП и распределение отклонений сетеполотна от поверхности для рефлектора параболической формы, имеющего аналогичные размеры диаметра и высоты, представлена на рисунке 5б.

Сравнивая рисунки 5а и 5б видим, что на ОП рефлектора сферической формы, отклонение размеров сторон квадратов образуется только по краям и составляет менее 1,5%, что практически не повлияет на форму ОП. ОП рефлектора параболической формы, как видно из рисунка 5б, дает более высокие показатели отклонения сетематериала от заданной формы каркаса рефлектора и местами достигает до 3,5%.

Для того чтобы снизить данные показатели, необходимо уменьшить расстояние между точками крепления на участках, показывающих наибольшее отклонение, то есть изменить их местоположение. Необходимо отметить, что если каркас рефлектора будет иметь другую форму параболоида, то значения показателей отклонений будут другими.

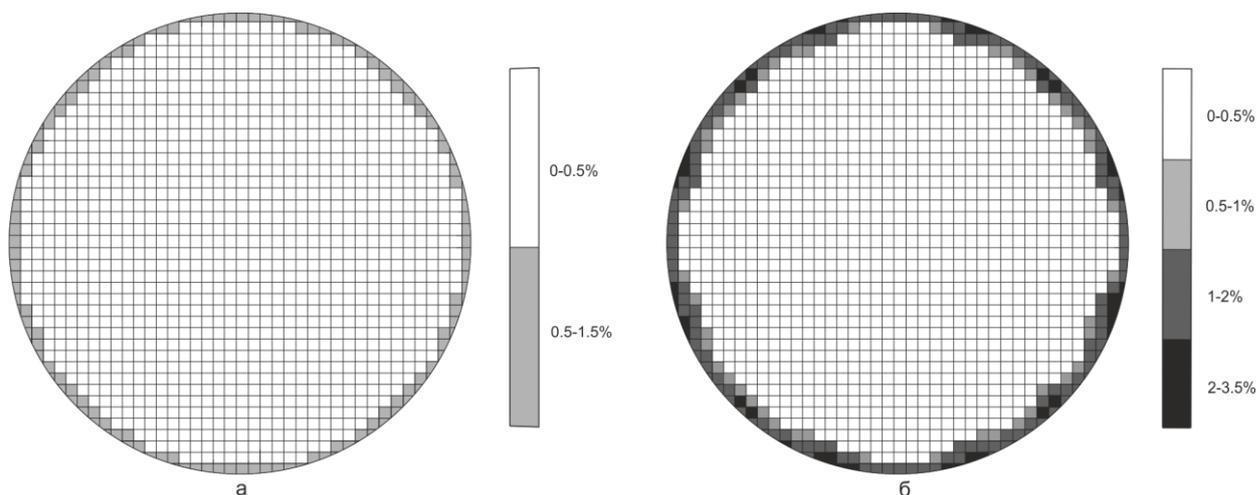


Рисунок 5 – Проекция ОП на плоскость:
а – ОП рефлектора сферической формы;
б – ОП рефлектора параболической формы.

Данные значения, характеризующие отклонение сетематериала от заданной формы, являются допустимыми, тем самым подтверждая возможность изготовления ОП заданных пространственных форм из разработанного плоскостного трикотажного сетематериала без его членения на детали и правильность решения при выборе способа формирования ОП.

В пятой главе определен расход сетематериала с учетом его рабочего натяжения для изготовления отражающих поверхностей заданных форм рефлекторов, а также число петельных рядов, образующих длину сетеполотна и число петельных столбиков по ширине каждого полотна для выработки на вязальной машине. Определена масса заготовок ОП, которая составила 3,5 кг.

На основе выполненного анализа существующих способов соединения

деталей текстильных изделий, установлено, что для формирования ОП из высокорастяжимого крупноячеистого трикотажного сетематериала наиболее оптимален ниточный способ соединения сетеполотен, образующих ОП.

Для изготовления ОП, разработана технология ниточного соединения сетеполотен ручным способом при кромках, выработанных переплетением цепочка.

Также разработана технология ниточного соединения крупноячеистых сетеполотен с кромками, имеющими мелкоряпортную структуру машинным способом, которая обеспечит необходимую принудительную усадку кромки (до 45%) для образования краевых ячеек квадратной формы.

В результате показано, что разработанная технология машинного способа соединения сетеполотен с кромками, отличающимися по структуре от основного полотна, включает следующие операции:

- предварительное соединение сетеполотен по кромкам двухлинейной четырехниточной строчкой челночного стежка;
- выполнение принудительной продольной деформации кромки за счет вытягивания нитей до необходимой длины;
- заключительное соединение сетеполотен прокладыванием четырехниточной трехлинейной строчки;
- удаление фиксирующих нитей.

По разработанной технологии соединения сетеполотен для изготовления ОП была проведена экспериментальная проверка, которая показала, что шов имеет такую же растяжимость, как и основное полотно и максимально сохраняет петельную структуру трикотажа в месте соединения.

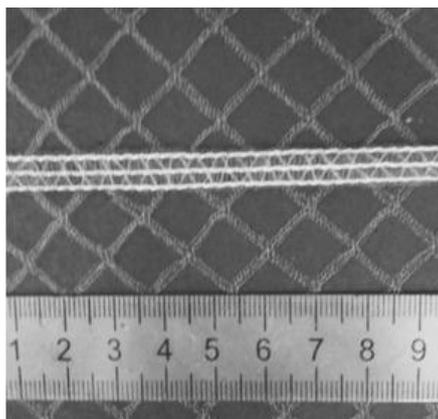


Рисунок 6 – Фотография фрагмента сетеполотна в состоянии двухосного растяжения после соединения

Исходя из фотографии, представленной на рисунке 6, видно, что при растяжении сетематериала, ячейки, расположенные вдоль кромки, имеют правильную форму квадрата. Что свидетельствует о том, что соединительный шов, достаточно фиксирует заданную длину кромок сетеполотен и способствует полному раскрытию прилегающих к кромкам ячеек.

Проверка разработанной технологии была проведена в лабораторных условиях предприятия ООО «ТРИИНВЕСТ» и подтвердила возможность получения соединительного шва машинным способом при необходимой усадке кромки на 45%, соответствующего заявленным требованиям.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Разработана структура трикотажного сетеполотна с увеличенными размерами ячеек из одиночных нитей малого диаметра для изготовления отражающей поверхности крупногабаритных трансформируемых рефлекторов антенн.

2. Для крупноячеистых сетеполотен разработаны мелкоаппортные структуры кромок, обеспечивающие закрытие краевых петель основного полотна и возможности реализации машинного ниточного способа соединения для изготовления крупногабаритной заготовки ОП.

3. Предложена методика расчета параметров заправки на вязальной машине, исходя из особенностей структуры полотна и числа игл на машине, обеспечивающая получение заготовки ОП из минимально возможного числа полотен при максимально возможной заправке машины.

4. Установлено, что необходимое усилие удельного натяжения, при котором заготовка монтируется на каркас рефлектора, для разработанной структуры сетеполотна должно быть не более 6 сН/см

5. Разработана методика определения параметров и свойств сетеполотен с крупноячеистой структурой при двухосном растяжении полотна. Определены важнейшие показатели, характеризующие ОП: масса ОП рефлектора из разработанного сетематериала составит менее 4,5 кг; поверхностная плотность полотна равна 2,5 г/м²; светопропускная способность имеет значение 98%.

6. На основе сравнительного анализа изменения длин сторон условных квадратов, образующих ОП, монтируемую на силовой каркас рефлектора, было показано, что изменение условных квадратов в центре ОП составляет 0-0,5%, а по краям достигает 1,5% при сферической форме рефлектора и 3,5% при параболической, что показало возможность использования плоскостного сетематериала в качестве ОП пространственных форм.

7. Разработаны технологии ручного и машинного способов соединения крупноячеистых сетеполотен, выработанных из одиночных молибденовых золоченых нитей диаметром 20 мкм для изготовления ОП заданных размеров. Экспериментальная проверка машинного способа соединения полотен подтвердила возможность получения заданной усадки кромки до 45%, необходимой для ликвидации деформации ячеек по краям полотна.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, входящих в «Перечень» ВАК при Минобрнауки России:

1. Бабкова, Е. С. Теоретическое исследование трикотажного сетчатого материала с целью расчета и прогнозирования светопропускной способности / Е. С. Бабкова, В. А. Заваруев, Е. Н. Колесникова, О. П. Фомина // Дизайн и технологии. – 2018. – № 68 (110). – С.70-73.

2. Бабкова, Е. С. Проектирование структур участков связок ячеи трикотажных сетчатых материалов / Е. С. Бабкова, В. А. Заваруев, О. П. Фомина, С. И. Пивкина // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – № 2 (380). – С. 102-106.

3. Бабкова, Е. С. Проектирование структур вертикальных сторонки ячеек трикотажных сетчатых материалов / Е. С. Бабкова, В. А. Заваруев, О. П. Фомина // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – № 3 (381). – С. 92-96.

4. Бабкова, Е. С. Проектирование поверхностей параболических форм из трикотажного сетчатого материала / Е. С. Бабкова, В. А. Заваруев, Е. Н. Колесникова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – № 3 (381). – С. 114-117.

Статьи в прочих изданиях:

1. Бабкова, Е. С. Трикотаж в космосе / Е. С. Бабкова // Сборник статей XI Международной научно-практической конференции «EVRASIASCIENCE». – 2017. – С. 88-90.

2. Бабкова, Е. С. Разработка технологии проектирования трикотажных сетчатых материалов технического назначения / Е. С. Бабкова, В. А. Заваруев, О. П. Фомина // Сборник статей IV Всероссийской научной конференции с участием молодых ученых «Инновационные материалы и технологии в дизайне». – Санкт-Петербург: СПбГИКиТ. - 2018. – С. 71-72.

3. Бабкова, Е. С. Проектирование трикотажных сетчатых материалов технического назначения / Е. С. Бабкова, О. П. Фомина // Сборник статей XV Международной научно-практической конференции «EVRASIASCIENCE». – 2018. – С. 115-116.

4. Бабкова, Е. С. Проектирование трикотажных сетчатых материалов технического назначения / Е. С. Бабкова // Сборник XXVI Международной научно-практической конференции «Вопросы современных научных исследований». – 2018. - № 6 (21). - С. 432-433.

5. Бабкова, Е. С. Проектирование структур трикотажных сетчатых материалов технического назначения / Е. С. Бабкова, Е. Н. Колесникова, О. П. Фомина // Сборник научно-практической международной конференции «Актуальные вопросы современных исследований «Научно-практические исследования». – 2018. - № 4 (13). – С. 16-21.

6. Бабкова, Е. С. Формообразование пространственных поверхностей из трикотажного сетчатого материала / Е. С. Бабкова, В. А. Заваруев, Е. Н. Колесникова //

Сборник Международной научно-практической конференции «Эргодизайн как инновационная технология проектирования изделий и предметно-пространственной среды: инклюзивный аспект «Сборник научных трудов Ч.- 1». – Москва: РГУ им. А.Н.Косыгина. - 2019. – С. 56-60.

7. Бабкова, Е. С. Прогнозирование светопропускной способности трикотажного сетематериала с увеличенными размерами ячей / Е. С. Бабкова, В. А. Заваруев, Е. Н. Колесникова // Сборник Международной научно-практической конференции «Эргодизайн как инновационная технология проектирования изделий и предметно-пространственной среды: инклюзивный аспект «Сборник научных трудов Ч.- 2». – Москва: РГУ им. А.Н.Косыгина. - 2019. – С. 102-106.

8. Бабкова, Е. С. Соединение трикотажных сетеполотен крупноячеистой структуры / Е. С. Бабкова, В. А. Заваруев, Е. Н. Колесникова // Научное издание V Всероссийской научной конференции с участием молодых ученых «Инновационные материалы и технологии в дизайне». – Санкт-Петербург: СПбГИКиТ. - 2019. – С. 125-126.

9. Бабкова, Е. С. Прогнозирование основных показателей трикотажного сетематериала крупноячеистой структуры с использованием метода ризоматической логики / Е. С. Бабкова, Н. В. Заваруев, Е. Н. Колесникова // Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции «Научные исследования в современном мире: теория, методология, практика Ч.- 1». –Уфа: НИЦ Вестник науки. - 2019. – С. 156-160.

10. Бабкова, Е. С. Исследование и оценка свойств металлического трикотажного сетеполотна / Е. С. Бабкова, Е. Н. Колесникова // Сборник материалов XXII Международного научно-практического форума «SMARTEX-2019» «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы. Ч.-2». – 2019. – С. 105-109.

11. Бабкова, Е. С. Металлотрикотажные сетчатые полотна крупноячеистой структуры / Е. С. Бабкова, Е. Н. Колесникова, Н. В. Заваруев // Сборник стендовых докладов. Международный косыгинский форум – 2019 «Современные задачи инженерных наук». - Москва: РГУ им. А.Н.Косыгина. - 2019. – С. 15-16.