

На правах рукописи

ЗАВАРУЕВ НИКИТА ВЛАДИМИРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
МЕТАЛЛОТРИКОТАЖНОГО ТРУБЧАТОГО ПОЛОТНА
ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

Специальность 05.19.02 – “Технология и первичная обработка текстильных
материалов и сырья”

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва – 2016 г.

Работа выполнена на кафедре проектирования и художественного оформления текстильных изделий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии».

Научный руководитель: Кудрявин Лев Александрович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Строганов Борис Борисович
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой технологии тканей
и трикотажа ФГБОУ ВПО «Московский
государственный университет технологии
и управления имени К.Г. Разумовского»
(г. Москва)

Николаев Владимир Дмитриевич
кандидат технических наук, ведущий
научный сотрудник ЦНИИмаш
(г. Королёв)

Ведущая организация: ОАО «Инновационный научно-
производственный центр текстильной и
легкой промышленности» (г. Москва)

Защита состоится 21 апреля 2016 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.144.06 при Московском государственном университете дизайна и технологии.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии» <http://mgudt.ru/>

Автореферат разослан « ____ » _____ 2016 года

Учёный секретарь
диссертационного совета
доктор технических наук,
профессор

Е.А.Кирсанова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы работы. В настоящее время трикотаж широко применяется не только для бытовых целей, но и в технических отраслях промышленности.

Достаточно часто трикотаж в технических изделиях применяется в автомобильной промышленности, в самолётостроении, в космической отрасли в качестве армирующих материалов для изготовления корпусных или других деталей, например, для армирования кордов автомобильных шин. В этих изделиях трикотаж используется в основном в виде широких полотен или лент.

Сегодня перед конструкторами встала новая задача создания армирующего материала для соединения углепластиковых труб. Однако, требования к местам соединения значительно отличаются. Так, места соединений углепластиковых труб, применяемых в космических системах и антеннах, должны быть не только прочными, но и обладать электропроводностью и, кроме того, в условиях знакопеременных температур – ещё и теплопроводностью. Кроме этого, углепластиковые трубы, требующие соединения, имеют малые диаметры сечения, от 10 до 100 мм.

Электропроводность мест соединений может быть создана за счёт свойств армирующего материала, а теплопроводность и прочность соединения за счёт структуры этого материала.

Разработка технологии трубчатого армирующего материала для всего диапазона углепластиковых труб малого диаметра, применяемых в космических системах и антеннах, является актуальной задачей.

Цель исследования. Разработка технологии трубчатых полотен с сетчатой структурой, обладающих электропроводностью и теплопроводностью, предназначенных для армирования мест соединений углепластиковых труб малого диаметра от 10 до 100 мм.

В соответствии с указанной целью были поставлены и решены следующие задачи:

- разработан способ получения трубчатых полотен малых диаметров при использовании минимального количества различных диаметров кругловязального оборудования;
- разработан механизм подачи нити, обеспечивающий минимальную обрывность нити и стабилизирующий натяжение при нитеподаче;
- усовершенствован механизм оттяжки трубчатого полотна, обеспечивающий получение трикотажа заданных ширин;
- выполнен анализ и экспериментальная проверка влияния установки бобин и сматывания нитей на прочность образцов;
- методами нелинейной механики упругой нити получены уравнения расчёта параметров трикотажа из металлической нити;
- выполнена оценка дефектности трикотажных трубчатых полотен, влияющая на качество и возможную длину нарабатываемого полотна;
- выполнена экспериментальная оценка влияния глубины кулирования, усилия оттяжки и числа работающих игл на изменение ширины полотна;
- выполнен анализ образцов трикотажного полотна на разрыв;
- установлена зависимость ширины получаемого трикотажа от параметров технологического процесса, позволяющая определить наиболее значимые из выбранных факторов и установить причинно-следственные связи;
- установлены оптимальные параметры процесса вязания трубчатого полотна, что позволяет более эффективно настраивать машины при вязании трубчатых полотен с заданными параметрами.
- выработаны трубчатые полотна шириной 13, 40, 60, 100 мм.

Методы исследования. Задачи, поставленные в работе, решены экспериментальными и теоретическими методами. Нарботка образцов трубчатых полотен шириной 13, 40, 60 мм выполнялась на усовершенствованном круглочулочном автомате типа 14 класса диаметром $2 \frac{3}{4}$ дюйма, а трубчатого полотна шириной 100 мм на той же модели и классе машины, но диаметром

3 ½ дюйма. Все эксперименты проводились в инжиниринговом центре МГУДТ.

Выработка партий трубчатого полотна всех диаметров для предприятий АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева (Железногорск) и ОАО «НЦ ПЭ» (Научный центр прикладной электродинамики) (Санкт-Петербург) выполнялась также в инжиниринговом центре МГУДТ. Выработанные образцы трубчатых полотен прошли испытания на упомянутых предприятиях.

Геометрические и механические характеристики трубчатых полотен с сетчатой структурой получены с помощью электронного диагностического комплекса «Диаморф», разрывной машины Instron, программы Цито и электронного курвиметра.

Результаты проведённых испытаний обработаны методами математической статистики с помощью программ MS Excel и MathCAD.

Научная новизна:

- разработаны теоретические основы трубчатых полотен сетчатой структуры с существенно различной шириной в условиях вязания на кругловязальной машине постоянного диаметра и класса.
- геометрически обоснованы условия подачи одновременно двух нитей при заданном направлении вращения цилиндра вязальной машины;
- теоретически обоснованы параметры установки нитеводителя, обеспечивающего надёжное прокладывание нити при раппортах прокладывания от 1 до 5;
- на основе нелинейной теории деформирования упругой нити разработан метод расчёта параметров металлического трикотажа и вязания;
- разработана теория расчёта площадей клеевых участков, обеспечивающих прочность соединений, с учётом площади, занимаемой структурой полотна;
- с помощью бинарной причинно-следственной теории информации определена взаимосвязь влияния входных факторов процесса петлеобразования на

основной выходной параметр полотна – петельный шаг, определяющий ширину полотна;

- определены оптимальные параметры процесса вязания: число работающих игл в цилиндре, усилие оттяжки полотна и глубина кулирования для полотен шириной 13, 40, 60 и 100 мм.

Практическая значимость заключается:

- в разработке и реализации технологии трубчатых полотен малого диаметра из металлических нитей шириной 13, 40, 60 и 100 мм, определении скоростных, силовых и геометрических факторов, обеспечивающих вязание полотен заданных ширин;

- в разработке сетчатой структуры трикотажного трубчатого полотна из металлической нити, обеспечивающей электропроводность и теплопроводность мест соединений углепластиковых труб;

- в наработке партий трубчатых полотен шириной 13, 40, 60 и 100 мм из металлической нити диаметром 0,05 мм в два сложения для предприятий АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева (Железногорск) и ОАО «НЦ ПЭ» (Научный центр прикладной электродинамики) (Санкт-Петербург).

Реализация результатов работы проведена на предприятиях АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева (Железногорск) и ОАО «НЦ ПЭ» (Научный центр прикладной электродинамики) (Санкт-Петербург), где наработанные сетчатые полотна были использованы для соединения углепластиковых труб соответственно диаметров 10, 40, 60 и 100 мм, применяемых в конструкциях солнечных батарей и складных параболических антенн.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены, обсуждены и получили положительную оценку на:

- Научно-практической конференции аспирантов университета на иностранных языках, ФГБОУ МГУДТ «Development of production process of metal-knitted tubular fabric on the circular knitting machine», Москва, МГУДТ, 2012 г.

- Международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности», Москва, МГУДТ, 2013 г.

- Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Научное творчество XXI века», Красноярск, 2014 г.

- Международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности», Москва, МГУДТ, 2014 г.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ; опубликовано 3 статьи в других изданиях; представлено 4 доклада на научных конференциях.

Структура и объём диссертации. Работа состоит из введения, 4 глав с выводами, общих выводов по диссертационной работе и библиографического списка использованной литературы. Работа изложена на 143 страницах машинописного текста, содержит 46 рисунков, 29 таблиц, библиографический список использованных литературных источников включает 76 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлено обоснование выбора темы диссертационной работы, поставлены цели и сформулированы задачи исследования, указаны методы исследования, раскрыты научная новизна и практическая значимость работы, приведены публикации по теме диссертации.

В первой главе приведён аналитический обзор способов соединений пластиковых труб. Для соединения углепластиковых труб выбран клеевой способ соединения армированием металлотрикотажным трубчатым полотном.

В соответствии с техническим заданием, трубчатые полотна должны иметь ширины 13, 40, 60 и 100 мм, обеспечивая электро- и теплопроводность

мест соединений. Для вязания полотен предложено использовать стальную нить марки ЭИ-708А диаметром 0,05 мм (15,5 текс) в два сложения. Приведены физико-механические свойства нити.

На основании анализа вязального оборудования, которое позволяет перерабатывать нити указанных свойств, обосновано применение для вязания трубчатых полотен кругловязального оборудования малого диаметра.

Для вязания трубчатых полотен обоснован выбор переплетения кулирная гладь, обеспечивающего минимальную толщину и получение необходимых деформаций при использовании трубчатых полотен в условиях знакопеременных температур.

Сформулированы задачи, которые необходимо решить для выполнения поставленной цели – разработки технологии металлотрикотажного трубчатого полотна, являющегося основой для армирования мест соединений пластиковых труб.

Вторая глава посвящена разработке технологии металлотрикотажного трубчатого полотна.

Для разработки технологии трубчатого металлотрикотажного полотна малого диаметра из стальной нити ЭИ-708А диаметром 0,05мм в два сложения, обладающего высокими упругими свойствами, были выбраны две кругловязальные машины малого диаметра: 2 ¾ дюйма 14 класса и 3 ½ дюйма того же класса.

Для изменения класса машины, с целью получения различных ширин трубчатого полотна было предложено использовать периодический пропуск игл, обеспечивающий различные раппорты кладки от 1 до 5. При этом, соответственно, пропуск игл изменяется от 0 до 4 игл.

Проведённое графо-аналитическое исследование операции прокладывания нити показало, что при использовании различных раппортов кладки условия захвата нити меняются. На основании теоретических расчётов, выполненных с помощью формулы (1), определены оптимальные параметры

положения нитеводителя, обеспечивающие надёжное прокладывание нити при любом раппорте кладки от 1 до 5.

$$m = \frac{(PF-r) \left(\frac{\pi D_{\text{ц}}}{360} \arcsin \frac{2y_0 - PF}{D_{\text{н}} \operatorname{tg} \alpha_k} \right) K}{(Z_0 - PF + r) 25,4} - 1 \quad (1)$$

где m – критическое число пропускаемых игл;

PF – расстояние от верхней внутренней точки на крючке иглы до центра оси иглы (мм);

r – высота крючка (мм);

$D_{\text{ц}}$ – диаметр машины по спинкам игл (дюйм);

$D_{\text{н}}$ – диаметр размещения нитеводителя (мм);

Y_0 ; Z_0 – координаты размещения нитеводителя, соответственно, по осям Y и Z относительно точки “соединения” (мм);

α_k – угол кулирования;

K – исходный класс машины.

Изменение раппорта кладки меняет условия операции кулирования. Анализ показал, что при раппорте кладки, начиная с 2 до 5, возникает перетяжка нити из предыдущей петли в петлю, образующуюся при кулировании, которая составляет от 0,08 до 0,31 в зависимости от глубины кулирования и усилия оттяжки.

Для металлических нитей, поставляемых на цилиндрических катушках и имеющих параллельную намотку, было разработано устройство подачи пассивного типа (рисунок 1), где 1 – цилиндрическая катушка, 2 – бегунок, вращающийся вокруг катушки. Устройство обеспечивает колебание нити за каждый оборот бегунка в пределах от 5 до 10 сН, что оказалось допустимым для обеспечения стабильного процесса петлеобразования.

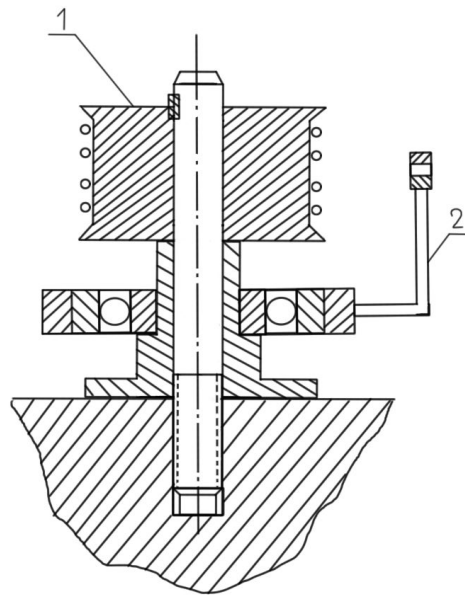


Рисунок 1 - Механизм сматывания металлической нити с катушки

Для исключения явления накидывания петельных протяжек предыдущего ряда петель на мысики платин, выполняющих сосредоточенную оттяжку и последующего незахвата или обрыва нити, был использован усовершенствованный валичный механизм оттяжки (рисунок 2), позволяющий увеличить усилие оттяжки, создать общую оттяжку на петли и регулировать её усилие. С целью увеличения усилия оттяжки и её равномерного распределения в течение оборота машины, на существующем механизме были использованы дополнительные накладки 1 и 2.

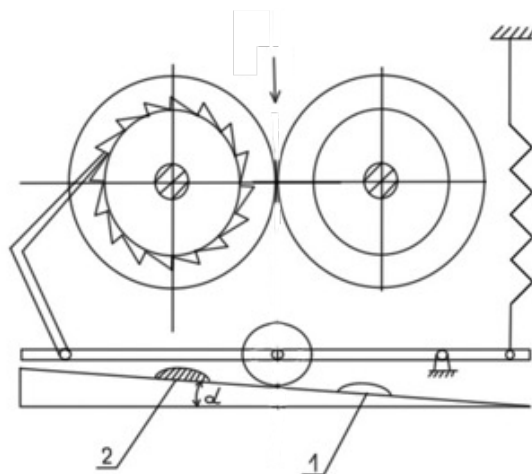


Рисунок 2 - Схема механизма оттяжки

С целью исключения проскальзывания трубчатого полотна между валами оттяжки, были испытаны различные покрытия – драп п/ш, трикотажное полотно х/б и резина марки 9024. Как показали эксперименты (таблица 1), покрытие валов резиной марки 9024 оказалось наиболее устойчивым к истиранию.

Таблица 1 - Износ покрытий оттяжных валов

Покрытие оттяжных валов	Работа без истирания, смен	Количество наработанного полотна, пог. м
Драп, п/ш	3-4	500-600
Трикотажное плюшевое полотно, х/б	6-8	1000-1200
Резина марки 9024	100 и более	15000

На основании проведённых экспериментальных исследований, было установлено, что при изменении ширины полотна необходимо менять усилие оттяжки (рисунок 3).



Рисунок 3 - График зависимости ширины полотна на машине в натянутом состоянии от силы оттяжки

Экспериментальная проверка показала возможность выработки металлотрикотажных полотен при всех раппортах кладки от 1 до 5.

Третья глава посвящена исследованию процесса вязания и определению параметров металлотрикотажного трубчатого полотна.

Особенностью структуры полотна (рисунок 4) является изменение формы петли с образованием значительно малого размера остова и большой эллиптической формы протяжки, что вызвало необходимость проведения расчёта параметров трикотажа с помощью геометрически нелинейной, но физически линейной теории деформирования упругой нити. На рисунке 4 приведена форма остова петли с приложением действующих усилий.

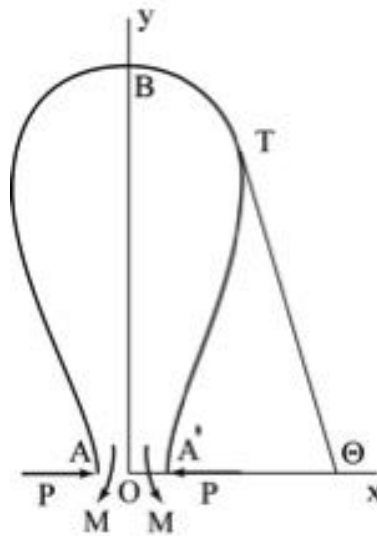


Рисунок 4 - Форма упругой гибкой нити, изгибаемой силами и моментами

Остов петли имеет форму эллипса ABA' . Длина полуэллипса L рассчитывается по формуле 2.

$$L = 2a \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - \left(\frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} \right)^2 \sin^2 t} dt. \quad (2)$$

где a – большая полуось;

b – половина петельного шага A ;

t – параметр.

Расчёты, проведённые с помощью использованной теории, показали хорошую сходимость результатов с полученными экспериментальными данными.

Как показали эксперименты и теоретические расчёты, по мере срабатывания металлической нити и уменьшения диаметра катушки число кручений на 1м и, соответственно, на один петельный ряд, увеличивается.

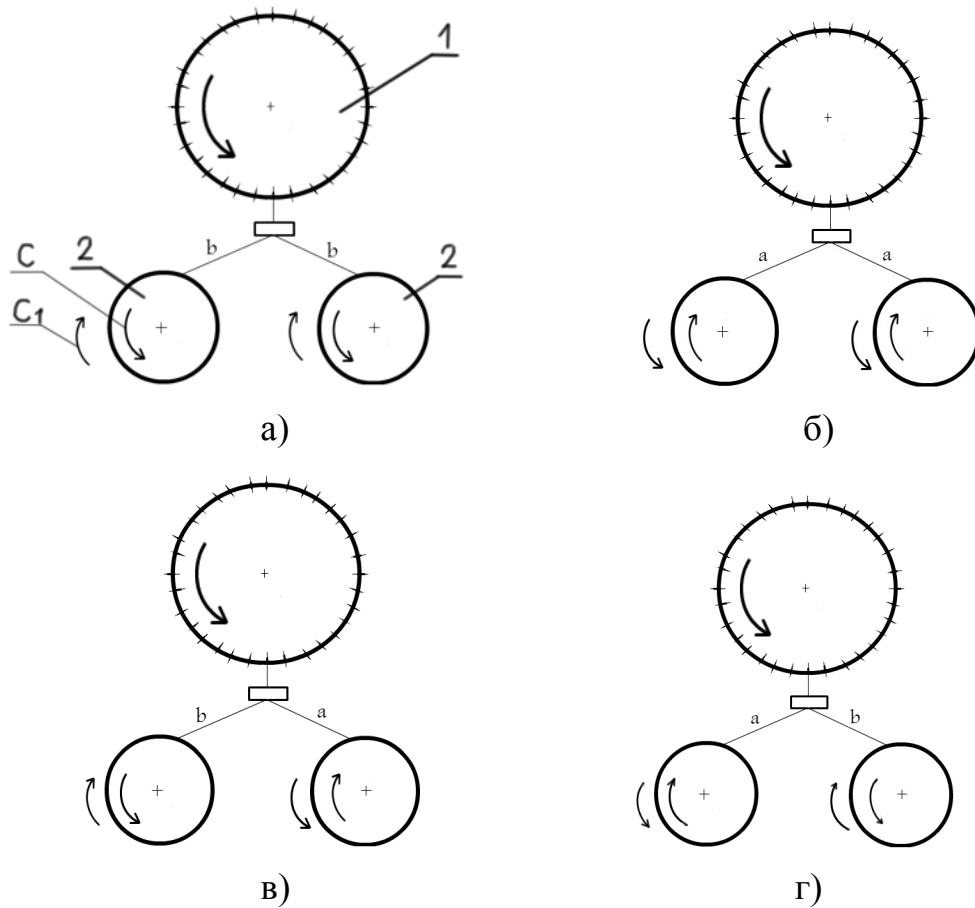


Рисунок 5 - Схемы подачи нити

1 – игольный цилиндр; 2 – катушка с проволокой; c – направление схода нити с катушки; c_1 – направление движения бегунка.

При выполнении эксперимента была поставлена задача – определить влияние количества кручений нити на структуру и свойства вырабатываемого полотна. При четырёх возможных вариантах взаиморасположения катушек были выработаны восемь экспериментальных образцов металлотрико-

тажного трубчатого полотна – по два образца на каждый возможный вариант: один образец вырабатывался, когда обе катушки были полными (образцы 1-4), второй образец – на обеих катушках минимальное количество нити (образцы 5-8).

Исследование влияния крутки и условий подачи металлической нити показало, что при изменении направлений сматывания нити с катушек относительно направления вращения цилиндра (рисунок 5), изменяются структура и разрывные характеристики полотна (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты испытаний образцов

	Взаиморасположение катушек	Прочность на разрыв F, Н	Относительное удлинение ε , %
Образец №1	а	148,5	31,47
Образец №2	б	115,9	44,34
Образец №3	в	196,9	53,11
Образец №4	г	190,3	45,8
Образец №5	а	227,5	41,17
Образец №6	б	163,3	37,02
Образец №7	в	200,5	40,44
Образец №8	г	208,6	38,24

Оценка равномерности структуры выполнялась по фотографиям, полученным с помощью электронного диагностического комплекса «Диаморф». Было получено пять коллажей фотографий структур трикотажа при разном увеличении. Один из вариантов коллажей при шестикратном увеличении показан на рисунке 6. Наилучшие показатели по прочности на разрыв и относительному удлинению, полученные на испытательной разрывной машине «Instron 1122» при одноосном растяжении, имеют образцы, наработанные по варианту в.

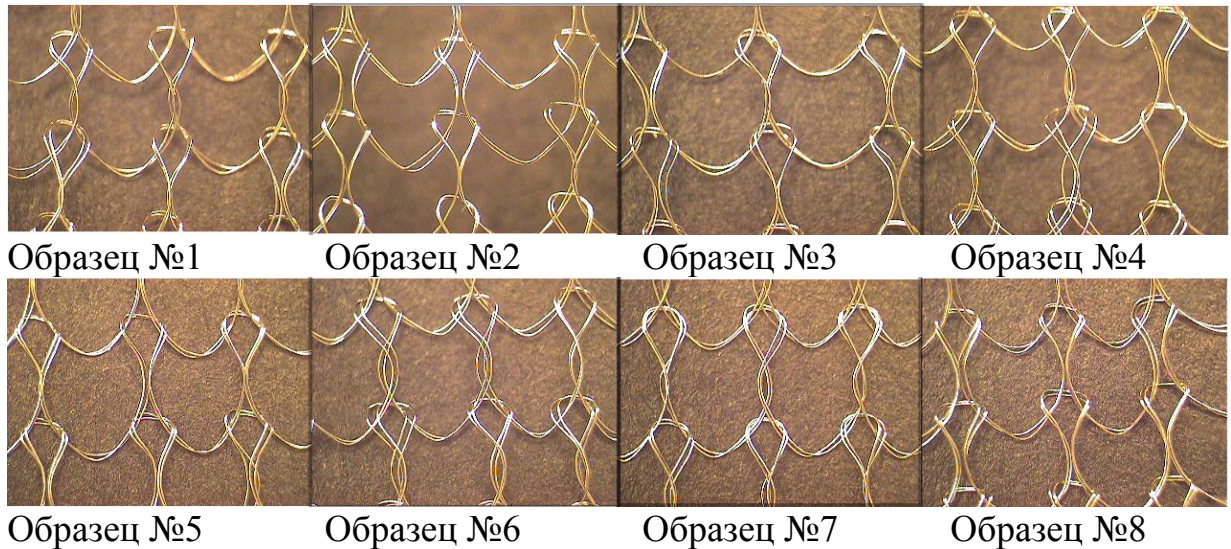


Рисунок 6 - Коллаж фотографий. Увеличение в 6 раз

Четвёртая глава посвящена исследованию изменения петельного шага A трикотажа из металлической нити диаметром 0,05мм, в зависимости от количества работающих игл I , глубины кулирования h_k и усилия оттяжки q , выполненное с помощью бинарной причинно-следственной теории информации, которое показало, что на петельный шаг, а, следовательно, на ширину полотна наибольшее влияние оказывает усилие оттяжки q ($g_{3-4}=0,7$).

Установлено, что влияние глубины кулирования h_k на петельный шаг A в 3,5 раз меньше, чем влияние величины усилия оттяжки q ($g_{2-4}=0,208$).

Влияние числа работающих игл I на изменение петельного шага A в 5 раз меньше, чем влияние величины усилия оттяжки q и в 1,5 раза меньше, чем влияние глубины кулирования h_k ($g_{1-4}=0,133$).

Также глава посвящена установлению закономерностей влияния входных факторов процесса: натяжения T , глубины кулирования h_k , усилия оттяжки q , количества работающих игл I на выходные параметры трикотажа – петельный шаг A , высоту петли B , длину нити в петле l , ширину остова петли $Ш$; была построена четырёхмерная числовая матрица для расчёта выполнения процессов вязания. Были построены прямая (3) и обратная матрицы (4):

$$(T \ h_k \ q \ И) \cdot \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

$$A = TP_{11} + h_k P_{21} + qP_{31} + ИP_{41},$$

$$B = TP_{12} + h_k P_{22} + qP_{32} + ИP_{42},$$

$$l = TP_{13} + h_k P_{23} + qP_{33} + ИP_{43},$$

$$И = TP_{14} + h_k P_{24} + qP_{34} + ИP_{44}.$$

$$P^{-1} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} \end{pmatrix}, \quad (4)$$

$$T = Ar_{11} + Br_{21} + lr_{31} + Иr_{41},$$

$$h_k = Ar_{12} + Br_{22} + lr_{32} + Иr_{42},$$

$$q = Ar_{13} + Br_{23} + lr_{33} + Иr_{43},$$

$$И = Ar_{14} + Br_{24} + lr_{34} + Иr_{44},$$

Решение матриц с помощью метода Гаусса дало следующее решение:

$$A = TP_{11} + h_k P_{21} + qP_{31} + ИP_{41} = -33,51T + 1,39h_k + 0,038q + 0,013И,$$

$$B = TP_{12} + h_k P_{22} + qP_{32} + ИP_{42} = -1,4T + 1,02h_k - 0,00288q + 0,00236И,$$

$$l = TP_{13} + h_k P_{23} + qP_{33} + ИP_{43} = -16,77T + 4,01 - 0,019q + 0,012И,$$

$$И = TP_{14} + h_k P_{24} + qP_{34} + ИP_{44} = -0,18T + 0,25h_k + 0,017q - 0,000393И,$$

$$T = Ar_{11} + Br_{21} + lr_{31} + Иr_{41} = 0,026A + 0,64B - 0,16l - 0,13И,$$

$$h_k = Ar_{12} + Br_{22} + lr_{32} + Иr_{42} = -0,29A - 1,74B + 0,72l + 1,14И,$$

$$q = Ar_{13} + Br_{23} + lr_{33} + Иr_{43} = -4,52A + 127,94B - 28,92l - 33,12И,$$

$$И = Ar_{14} + Br_{24} + lr_{34} + Иr_{44} = 152,16A + 1640,12B - 435,3l - 533,73И.$$

По полученным уравнениям были определены входные параметры для получения трубчатых полотен шириной 13, 40, 60 и 100мм, с учётом которых были наработаны полотна.

Выполнена оценка площади заливки клея при соединении углепластиковых труб по площади ячейки.

Процент заполнения ячейки рассчитывается по формуле (5)

$$P_p = \left(1 - \frac{2ld_n}{A_p B_p}\right), \quad (5)$$

где d_n – диаметр металлической нити;

A_p – петельный шаг растянутого трикотажа;

B_p – высота петельного ряда растянутого трикотажа;

l – длина нити в петле.

Полученные значения процента заливаемой площади ячейки приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели трикотажных полотен

Значения параметров трикотажных полотен				
Ширина трубчатого полотна $Ш_{тр}$, мм	13	40	60	100
Процент заливаемой площади ячейки P_p , %	67	84	88	88
Относительное растяжение трикотажа при надевании на стержень, %	21	57	57	57

Анализируя таблицу 3, видим, что растяжения трубчатых полотен диаметрами 40 мм, 60 мм, 100 мм при надевании на стержни одинаковые по ши-

рине и составляют 57%, несмотря на то, что площади прямоугольных ячеек растянутых полотен различны для всех трубчатых полотен, но процентное заполнение клеем ячеек составляют 84-88%, то есть разработанные трубчатые полотна ширинами 40 мм, 60 мм, 100 мм будут работать практически одинаково по прочности склеивания, электропроводности и по теплопроводности.

Отличие процента заливаемой площади и относительного растяжения трикотажа для трубчатого полотна шириной 13 мм связано с наложением петель в структуре полотна.

Сравнение расчётных данных клеевого участка площади петли с данными, полученными с помощью программы «Диаморф» и электронного курвиметра показали, что они отличаются на 2-5%, что допустимо (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнение расчётных данных клеевого участка петли с данными, полученными с помощью комплекса «Диаморф»

	Ширина трубчатого полотна $Ш_{тр}$, мм			
	13	40	60	100
$П_p$, % (расчётные дан- ные)	67	84	88	88
$П_p'$, % (Диаморф)	65	80	84	84

По разработанной технологии были выработаны опытные партии полотен шириной 13 мм, 40 мм, 60 мм, 100 мм для предприятий АО “Информационные спутниковые системы” им. академика М.Ф. Решетнева (Железногорск) и ОАО “НЦ ПЭ” (Научный центр прикладной электродинамики) (Санкт-Петербург).

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Разработана технология трубчатого трикотажного полотна малых диаметров из металлических нитей диаметром 0,05мм в два сложения, обеспечивающая получение полотен заданных ширин 13мм, 40мм, 60мм при использовании машины диаметром 2 $\frac{3}{4}$ дюйма 14 класса и ширины 100 мм на машине диаметром 3 $\frac{1}{2}$ дюйма того же класса.
2. Развита геометрическая теория операции прокладывания нити в процессе петлеобразования, определены параметры расположения нитеводителя, обеспечивающие надёжный захват нити при различном раппорте кладки.
3. Теоретически обоснована и экспериментально установлена перетяжка нити и изменение формы петли в процессе петлеобразования.
4. Разработан механизм подачи металлической нити пассивного типа для использования катушек цилиндрической формы и усовершенствован механизм оттяжки, обеспечивающий равномерное регулирование усилия, необходимого при выработке полотен разных ширин.
5. На основании геометрически нелинейной, физически линейной теории деформирования упругой нити разработан метод расчёта параметров металлического трикотажа.
6. Определены направления сматывания металлической нити с катушек относительно направления вращения цилиндра, полученные на основании фотографий структур образцов трикотажа, выполненных с помощью электронного диагностического комплекса «Диаморф».
7. С помощью бинарной причинно-следственной теории информации установлено, что наибольшее влияние на ширину полотна оказывает усилие оттяжки, которое в 3,5 раза больше, чем влияние глубины кулирования и в 5 раз больше, чем число пропускаемых игл при вязании.
8. Установлена закономерность влияния входных факторов процесса: натяжения подаваемой нити T , глубины кулирования h_k , усилия оттяжки q и числа работающих игл в цилиндре I на выходные параметры

трикотажа – петельный шаг A , высоту петельного ряда B , длину нити в петле l , и ширину остова петли $Ш$. Решена обратная задача зависимости выходных параметров трикотажа на входные параметры процесса.

9. На основании разработанной технологии выработаны партии трубчатых полотен шириной 13мм, 40мм, 60мм и 100мм и переданы на предприятия АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева (Железногорск) и ОАО «НЦ ПЭ» (Научный центр прикладной электродинамики) (Санкт-Петербург), где были применены в конструкциях солнечных батарей и складных параболических антенн.
10. Подана заявка №2015112859/12(020133) от 08.04.2015 г. на полезную модель РФ (кругловязаная металлическая трубка).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Научно-практическая конференция аспирантов университета на иностранных языках, ФГБОУ МГУДТ “Development of production process of metal-knitted tubular fabric on the circular knitting machine”, Москва, 2013 г.
2. Международная научно-техническая конференция “Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности”, Москва, 12-13 ноября 2013 г.
3. Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных “Научное творчество XXI века”, Красноярск, 14 ноября 2014 г.
4. Международная научно-техническая конференция “Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности”, Москва, 18-19 ноября 2014 г.

5. Щербаков В.П., Панин А.И., Заваруев Н.В., Полякова Т.И., Гончарова О.А. Теория и критерии устойчивости нити при вязании./ Известия вузов – 2013- №3 с. 31-38.
6. Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф., Заваруев Н.В. Расчёт деформации кулирного трикотажа при двумерной симметричной нагрузке с помощью нелинейной теории упругости / Технология текстильной промышленности, №5, 2013 г., с. 74-76.
7. Щербаков В.П., Заваруев Н.В., Гончарова О.А. Независимость длины нити в петле и в структурных элементах ткани от жесткости нити при изгибе / Технология текстильной промышленности, №1 , 2014 г., с.156-162.
8. Щербаков В.П., Панин А.И., Заваруев Н.В., Полякова Т.И., Гончарова О.А. Теория и критерии устойчивости нити при вязании / Технология текстильной промышленности, №3, 2014 г., с. 63-68.
9. Щербаков В.П., Заваруев Н.В., Полякова Т.И. Особенности вязания и расчётов металлического трикотажа/ Технология текстильной промышленности, №6 , 2014 г., с.71-75.
10. Заваруев Н.В., Колесникова Е.Н. Усовершенствование механизма оттяжки для выработки металлотрикотажного шнур-чулка/ Сборник научных трудов аспирантов, выпуск №19, 2013, с. 32-36.
11. Заваруев Н.В., Пивкина С.И., Кудрявин Л.А. Текстильные технологии для космоса / В мире научных открытий, №12.2 (60), 2014, с. 787-798.
12. Кудрявин Л.А., Боровков В.В. Пивкина С.И., Заваруев Н.В., Викторov Е.А. Технология и свойства трикотажных полотен с цельновязаными оборками / Российский рецензируемый научный журнал «Дизайн и технологии», №4, 2015 г.

ЗАВАРУЕВ НИКИТА ВЛАДИМИРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОТРИКО-
ТАЖНОГО ТРУБЧАТОГО ПОЛОТНА ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕ-
НИЯ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Усл.-печ. 1 п.л. Тираж 80 экз. Заказ № _____

Информационно-издательский центр МГУДТ
117997, г. Москва, ул. Садовническая, 33, стр. 1

Тел/факс (495)506-72-71

e-mail: rfrost@yandex.ru

Отпечатано в ИИЦ МГУДТ