

На правах рукописи

РУДНЕВА Татьяна Вячеславовна

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ПРИНЦИПУ
СТРОЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБОЛОЧЕК**

Специальность 05.19.04 – Технология швейных изделий

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии» (МГУДТ) на кафедре «Художественное моделирование, конструирование и технология швейных изделий».

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент кафедры
«Художественное моделирование,
конструирование и технология швейных изделий»
ФГБОУ ВПО «МГУДТ»
Базаев Евгений Михайлович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Технология машиностроения»
ФГБОУ ВПО «Костромской государственной
технологической университет»
Киселев Михаил Владимирович

кандидат технических наук, доцент кафедры
«Конструирование швейных изделий»
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
политехнический университет»
Кочанова Надежда Михайловна

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный университет
экономики и сервиса»
(ФГБОУ ВО УГУЭС)

Защита состоится «25» ноября 2015г. в 13:30 часов на заседании диссертационного совета Д 212.144.01 при Московском государственном университете дизайна и технологии по адресу: 117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета дизайна и технологии и на официальном сайте вуза www.msta.ac.ru.

Автореферат разослан «__» сентября 2015 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета Д 212.144.01



Лунина Е. В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Необходимость создания прочных и легких швейных оболочек диктуется существенным расширением области использования швейных изделий бытового и технического назначения не только в традиционных областях промышленности, но и в автомобиле- и самолетостроении, эксплуатируемых в специальных условиях.

Текстильные материалы, применяемые в настоящее время для армирования и изготовления швейных изделий различного назначения имеют регулярную структуру, в следствие чего обладают равномерным распределением свойств. Изменение свойств изделия на определенных участках достигается за счет введения усилительных элементов, изменения плотности ткани и т.д., требующих дополнительных технологических операций.

Использование при проектировании швейных изделий особенностей строения природных оболочек повысит прочность изделия без увеличения массы, а также позволит добиться зонального распределения прочностных и формообразующих свойств на различных участках поверхности изделия.

Существующие методы проектирования оболочек с нерегулярной природной структурой находятся на стадии исследований и нуждаются в разработке.

Создание оболочек со структурой, соответствующей строению природной паутины и крыльев насекомых позволит сократить материало- и трудоемкость при производстве изделий с требуемыми прочностными и формообразующими свойствами.

Целью работы является разработка метода проектирования и способа изготовления швейных изделий с нерегулярной армированной структурой, позволяющих усовершенствовать качество и технологию изготовления.

Объектом исследования выбраны процессы проектирования и изготовления швейных оболочек с нерегулярной структурой и заданными эксплуатационными требованиями для использования в одежде и технических изделиях. **Предметом исследования** являются детали швейных изделий с нерегулярной структурой.

Для достижения поставленной цели в работе:

проанализированы особенности строения природных оболочек с нерегулярной ячеистой структурой;

проанализированы существующие методы проектирования и способы изготовления текстильных оболочек с нерегулярной структурой по принципу геометрического строения природных оболочек.

проведено исследование свойств текстильных материалов с нерегулярной структурой с учетом геометрических параметров структурных элементов;

разработан метод проектирования армированных текстильных оболочек с нерегулярной структурой по принципу строения природных оболочек;

разработан способ изготовления швейных изделий с зональным распределением

формообразующих свойств;

разработана технология изготовления и методики проектирования армированных швейных изделий бытового и технического назначения с высокими прочностными показателями.

Методы и средства исследования. В работе использованы методы теоретического анализа, общего системного подхода, статистической обработки результатов экспериментального моделирования, математическое моделирование геометрических сетей, прикладное программное обеспечение, современные методы и технические средства исследования свойств текстильных материалов.

Научная новизна работы состоит в:

- определении влияния геометрических параметров структурных элементов на физико-механические свойства деталей швейных изделий с нерегулярной структурой;
- разработке метода проектирования армированных швейных изделий по принципу строения природных оболочек;
- разработке способа изготовления швейных изделий с нерегулярной структурой, содержащей ячейки различной геометрической формы;
- разработке способа изготовления швейных изделий с регулируемой способностью к формообразованию.

Практическую значимость представляют:

- методика проектирования плоских и объемных деталей швейных изделий бытового и технического назначения с нерегулярной структурой;
- методика расчета схем армирования швейных изделий в соответствии с геометрическими особенностями строения природных оболочек;
- технология изготовления армированных швейных изделий бытового и технического назначения с низкой массой и высокими прочностными показателями.

На защиту выносятся:

классификация характеристик строения природных армированных оболочек, учитываемых при проектировании швейных изделий с зональным распределением прочностных и формообразующих свойств;

метод проектирования швейных изделий по принципу строения природных армированных оболочек;

способ изготовления швейных изделий с нерегулярной структурой;

методика проектирования и технология изготовления двухмерных и трехмерных армирующих оболочек швейных изделий с зональным распределением прочностных и формообразующих свойств.

Достоверность полученных результатов подтверждена экспериментальными исследованиями, выполненными с применением современных объективных методов и средств. Результаты работы подтверждены протоколами испытаний и актом апробации в условиях ОАО «НИАТ» (г. Москва).

Апробация и реализация. Основные положения диссертации и результаты работы обсуждались на научных конференциях, выставках и заседаниях кафедры «Художественное моделирование, конструирование и технология швейных изделий» МГУДТ, на II международной научно-практической конференции «Инновационные и наукоемкие технологии» (МГУДТ, 2010 г.); на научно-практических конференциях молодых ученых («63, 64 Молодые ученые XXI века 2011 – 2012 гг., г. Москва); на XIII международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике» (СПб, 2012); на III международной научно-технической конференции «Новые материалы и технологии глубокой переработки сырья» (г. Москва, 2012); на 3-й международной конференции «Development trends in Textile Industry, Textile Design, Technology and Management» (Сербия, г. Белград, 2012); на международной научно-практической конференции «Интеграция науки и образования» (г. Уфа, 2014), на международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2014)» (г. Москва, 2014); на международной выставке «Композит-Экспо», (г. Москва, 2014); международной выставке машин, оборудования, технологий и продукции металлургической промышленности «Металлургия-литмаш» (г. Москва, 2014); международной выставке Composites Europe-2014 (г. Дюссельдорф, Германия, 2014).

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в десяти печатных работах общим объемом 2,1 п.л. (из них авторских – 0,71 п.л.), в том числе три работы – в реферируемых изданиях ВАК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 168 страницах и состоит из введения, четырех глав, выводов по главам и работе в целом, библиографического списка и 4 приложений. Основные результаты работы изложены на 120 страницах, в том числе содержат 98 рисунков и 9 таблиц. Приложения представлены на 48 страницах. Библиографический список составляет 72 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, определена ее цель, сформулированы основные задачи и методы исследования, указаны научная новизна и практическая значимость работы, ее структура и объем.

В **первой главе** проведен анализ взаимного влияния характерных признаков и физико-механических свойств природных оболочек с нерегулярной структурой. В качестве объектов анализа особенностей строения природных оболочек выбраны паутина, крылья насекомых и листья растений.

В каждом виде рассмотренных природных оболочек выделены базовые структурные элементы, составляющие армирующий каркас оболочки. Из рассмотренных типов паутины наибольший интерес для дальнейших исследований представляет плоская круговая паутина, так как она покрывает наибольшую площадь при

ограниченном количестве материала. Базовыми элементами паутины являются прочные нити каркаса и более гибкие и тонкие спиральные нити, предназначенные для поглощения энергии от столкновения насекомых с паутиной.

В крыле насекомых выделены два базовых структурных элемента - жилки и мембрана. Мембрана представляет собой аэродинамическую поверхность, а жилки обеспечивают механическую прочность крыла. Пересекаясь друг с другом, жилки образуют рисунок жилкования, являющийся уникальным не только для насекомых, принадлежащих к разным отрядам, но и в пределах одного и того же вида. Рисунок жилкования крыла стрекозы содержит различные по размеру и форме ячейки (от 3-х до 7-ми сторонних), образованные различными по диаметру и толщине жилками.

Базовые структурные элементы листьев растений - листовая пластинка и жилки. Рисунок жилкования листьев зависит от формы листовой пластинки. Наиболее сложный рисунок образует сетчатый тип жилкования.

Особенности образования рисунка жилкования растений сходно с рисунком жилкования крыльев насекомых, в котором также можно выделить жилки, образующие основной каркас крыла, однако, в отличие от паутины, сложно определить общее направление вспомогательных жилок. В соответствии с этим, структуру листьев растений и крыльев насекомых можно назвать безаксиальной, которая, в отличие от двуаксиальной, триаксиальной и других переплетений, не имеет систем непрерывных однонаправленных нитей. Рисунки сетчатого жилкования листьев растений и крыла стрекозы схожи между собой, однако жилки в листьях растений имеют тенденцию образовывать незамкнутые ячейки. При изготовлении армированных деталей настрачивание по подобной схеме сложно осуществить технологически.

Разработана классификация характеристик строения природных армированных оболочек. Обоснован выбор характеристик природных оболочек, необходимых для проектирования швейных изделий с нерегулярной структурой, изготовления образцов и проведения испытаний.

Проведенный анализ показал, что существующие методы проектирования швейных изделий с нерегулярной структурой малочисленны и нуждаются в дальнейшей разработке. Среди способов изготовления, как перспективные для дальнейших исследований, выделены следующие: вырезание структурных ячеек, плетение, вязание, автоматизированная вышивка.

Из проведенного анализа очевидно, что актуально решение проблемы по разработке метода проектирования и способа изготовления швейных изделий по принципу строения природных оболочек, которое позволит улучшить прочностные и эксплуатационные характеристики.

В связи с этим определена необходимость в проведении исследований по выявлению свойств материалов с нерегулярной природной структурой, обеспечивающих соответствие готового изделия предъявляемым требованиям к

распределению прочностных и формообразующих свойств.

Вторая глава посвящена исследованию физико-механических и формообразующих свойств образцов из разных материалов, разработанных автором на основе выделенных в первой главе принципах и особенностях геометрического строения природных оболочек.

Проведены испытания образцов на одноосное растяжение, статический прокол, контактное и бесконтактное исследование формообразующих свойств. Образцы различались по расположению структурных элементов, регулярности и корректности структуры, конфигурации сторон ячеек (рис. 1).

Испытания на одноосное растяжение и статический прокол проводились на универсальной испытательной машине для физико-механических испытаний Tinius Olsen H150KU (США-Англия) и соответствовали требованиям ГОСТ, DIN, ISO, EN. Обработка результатов испытаний производилась в специализированном ПО "Test Navigator".

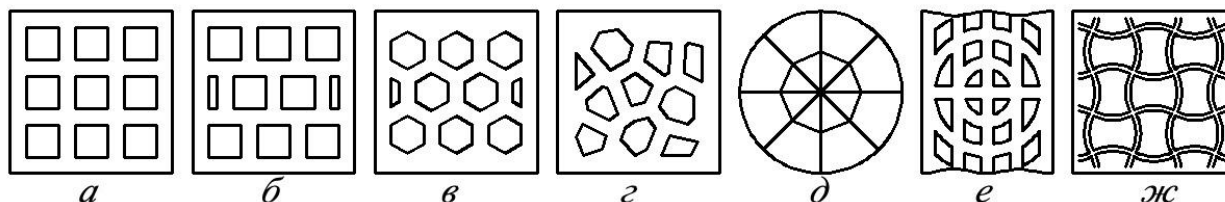


Рис. 1. Структуры образцов для испытаний: *а* - ортогональная регулярная корректная; *б* - ортогональная регулярная некорректная; *в* - сотовая (шестиугольная) регулярная корректная; *г* - безаксиальная нерегулярная корректная (крыло стрекозы); *д* - радиально-кольцевая нерегулярная корректная (паутина); *е* - комбинированная нерегулярная корректная; *ж* - регулярная корректная с изогнутыми сторонами ячеек

Проведенные испытания на одноосное растяжение показали, что образцы с безаксиальной структурой (рис. 1г) оказались более равнопрочными по сравнению с образцами с ортогональной (рис. 1а), некорректной (рис. 1б) и сотовой (рис. 1в) структурами.

Армирующая структура композита, подобная паутине (рис. 2а), превосходит по прочностным показателям ортогональную структуру при одинаковой массе используемого материала. Учитывая, что образцы со структурой, подобной природной паутине, ориентированные под углами 0° и 45° , идентичны, можно сделать вывод о ее равной прочности по всем направлениям. Так как образцы с безаксиальной структурой обладают равнопрочностью, а образцы с паутинообразной - повышенной прочностью, их сочетание позволит создавать новый тип оболочек с комбинированной структурой.

По результатам испытаний на статический прокол неотформованных образцов (рис. 2б) с ортогональной и паутинообразной структурами определено, что прочность образцов с паутинообразной структурой оказалась выше на 73% по сравнению с образцами с ортогональной структурой при условии одинакового расхода материала.

Прочность отформованных образцов (рис. 2в) с радиально-кольцевой структурой

увеличилась на 202% по сравнению с образцами с ортогональной структурой.

При воздействии продавливающей нагрузки на образцы, сопротивление оказывают лишь те нити, на которые непосредственно производится давление. В случае ортогональной структуры материала таких нитей меньше, чем в образцах с радиально-кольцевой структурой. Таким образом, путем перераспределения нитей в структуре материала можно значительно повысить прочностные характеристики оболочки и в то же время избежать увеличения массы изделия. С этой точки зрения наибольший интерес представляет структура с радиально-кольцевым расположением усилительных элементов.

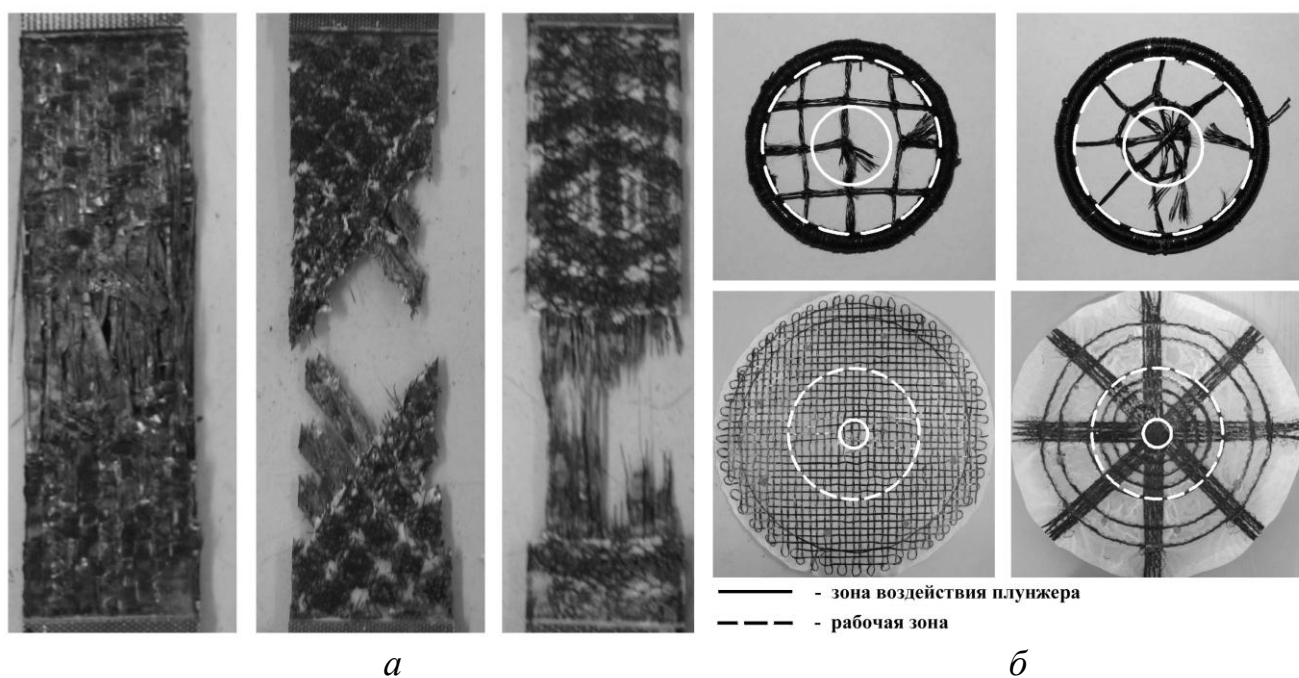


Рис. 2. Образцы для проведения испытаний: а - на растяжение; б - на статический прокол

Для визуального исследования формообразования оболочек с нерегулярной структурой изготовлены макеты оболочек с ортогональной структурой и структурами паутины и крыла стрекозы. Образцы изготавливались из искусственной кожи путем выреза структурных ячеек в соответствии с рисунком паутины и крыла стрекозы. Заготовки накладывались на сферическую поверхность и фиксировались на ней булавками.

Из двух оболочек со структурами паутины и крыла стрекозы лучшей формообразующей способностью, характеризующейся степенью облегания сферической поверхности, обладает оболочка со структурой крыла стрекозы.

Установлено, что при использовании природной оболочки со структурой паутины предпочтительно использовать оболочки не с прямыми, а с изогнутыми сторонами ячеек, так как они обладают лучшими формообразующими свойствами.

Результаты исследования процесса формообразования подтвердили необходимость учета при проектировании армированных оболочек геометрических параметров готового изделия, формообразующей способности текстильного материала, количества слоев и

схем армирования.

В **третьей главе** представлены результаты теоретических исследований по разработке метода проектирования оболочек швейных изделий с зональным распределением прочностных и формообразующих свойств.

Разработан метод проектирования швейных изделий по принципу строения природных армированных оболочек, представленный в виде структурной схемы (рис. 3), отражающей последовательность выполнения проектных процедур. В дополнение к традиционным разработаны новые процедуры: выбор природного аналога, расчет схем армирования оболочек, выбор способа изготовления оболочки.

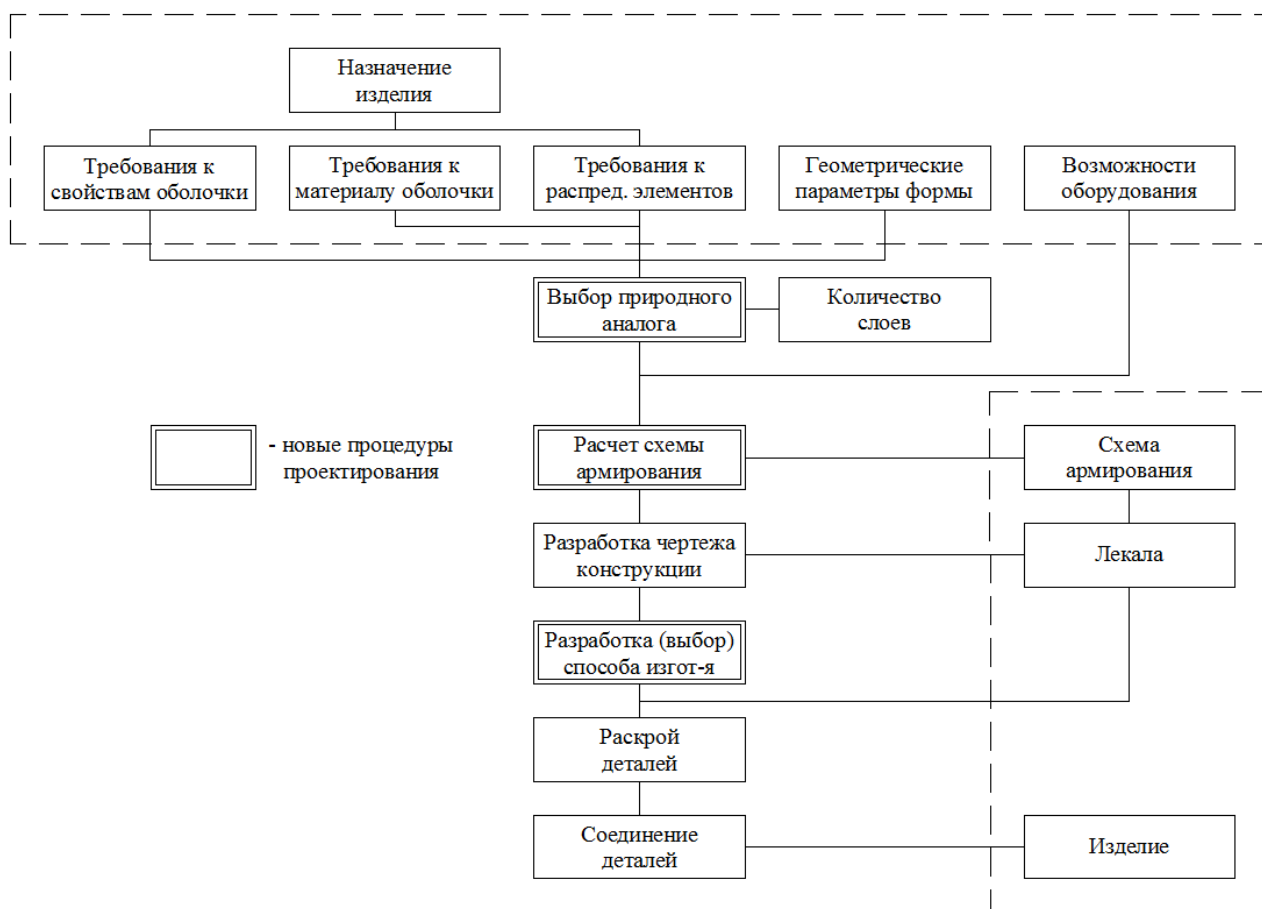


Рис. 3. Структурная схема процесса проектирования швейного изделия с нерегулярной структурой

Выбор природного аналога заключается в:

анализе формы и определении назначения изделия — выбор природного аналога зависит от формы и назначения готового изделия;

формировании требований к изделию по зонам — в соответствии с назначением изделия предъявляются требования к свойствам: изделие должно обладать прочностью на одних участках и гибкостью на других, т.е. обеспечивать зональное распределение формообразующих свойств;

определении соответствия требований преимуществам природного аналого — например, использование особенностей строения паутины предпочтительно при разработке схем армирования для сферических и круговых деталей, так как такое распределение увеличивает сопротивление радиальным нагрузкам;

испытании образцов аналогов или использовании баз данных — использование особенностей строения крыла стрекозы позволяет проектировать изделие с различными свойствами на разных участках;

оценки возможности изготовления.

Расчет схем армирования

Принцип формообразования двумерных паутинообразных структур, способных принимать заданную трехмерную форму, основан на изгибе сторон ячеек. При проектировании оболочек с такой структурой учитываются геометрические параметры готового изделия, что позволяет создать двумерную оболочку, в точности принимающую заданную пространственную форму.

На рисунке 4 на плоской и пространственной форме одноименные элементы структуры равны. Отрезки дуги l 0-1, 1-2 и 2-3 равны между собой. Длина дуги l , проходящая от центральной точки 0 до точки на большей окружности 3 равна $1/4$ образующей полусферы.

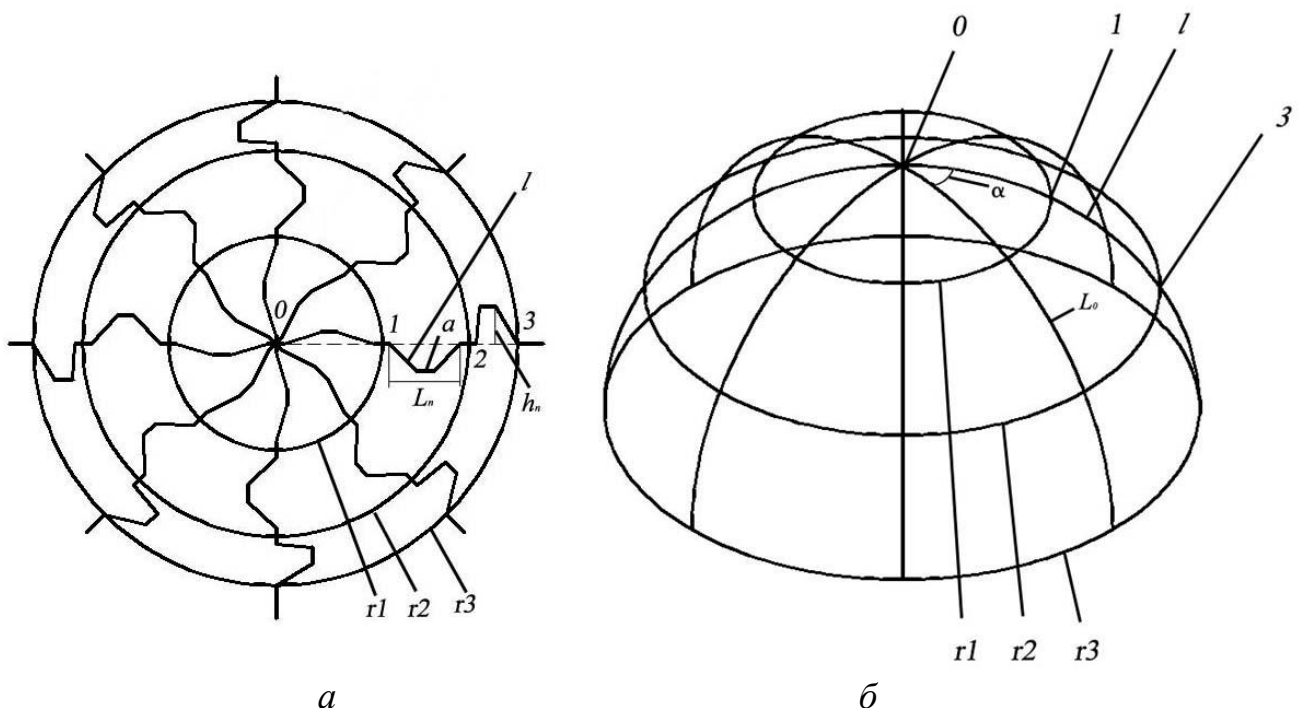


Рис. 4. Структура полусферической оболочки: а - двумерная форма; б - трехмерная форма

Использование простых геометрических формул позволило вывести формулы для расчета конструкции оболочки (таблица 1).

Руководствуясь данным подходом можно разработать расчет схемы армирования

для любой пространственной поверхности с требуемым распределением структурных элементов.

Таблица 1 - Расчет конструкции полусферической оболочки

Конструктивный отрезок	Обозначение	Расчётная формула
Длина образующей (радиального элемента)	l (0-3)	$l = \frac{\pi R}{2}$
Расстояние между окружностями пространственной оболочки	L_0 (0-1, 1-2, 2-3)	$L_0 = l/n$
Длина закрепки	a	Задается в зависимости от технологических требований
Расстояние между окружностями плоской оболочки без учета длины закрепки	L_n	$r_n - r_{n-1} - a$
Высота средней закрепки относительно проекции радиального элемента 0-3	h_n	$h_n = \sqrt{\left(\frac{L_0 - 2a}{2}\right)^2 - \left(\frac{L_n - a}{2}\right)^2}$
Угол между радиальными элементами	α	$\alpha = 180/m$
Радиусы окружностей	r_n	$r_n = 2r_0 \sin\left(\frac{\alpha n}{2}\right)$

Наибольшие перспективы для автоматизации построения схем армирования в соответствии с особенностями строения крыла стрекозы представляет принцип построения диаграммы Вороного. Имея некоторое количество точек, случайно расположенных на плоскости, можно получить рисунок, схожий с рисунком жилкования крыла стрекозы, причем плотность заполнения плоскости ячейками обратно пропорциональна расстоянию между точками.

Диаграмму Вороного конечного множества точек (рис. 5) можно получить при помощи различных алгоритмов построения, однако все они достаточно трудоемки. Для проектирования схем армирования по принципу строения крыла стрекозы необходимо специализированное программное обеспечение или модификации для уже существующих САПР.

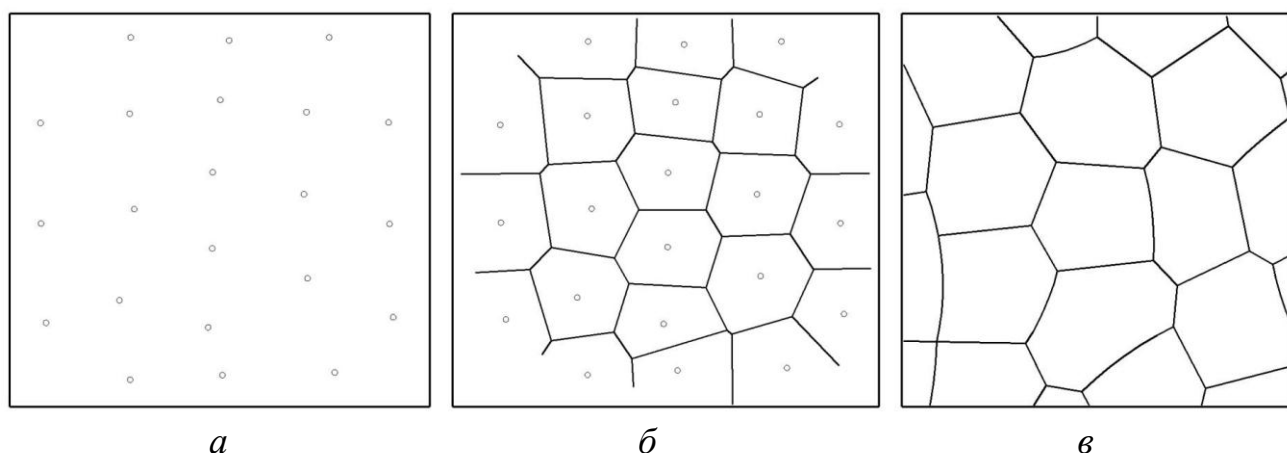


Рис. 5. Диаграмма Вороного: *а* — некоторое количество произвольных точек на плоскости; *б* — диаграмма Вороного, построенная по произвольному набору точек; *в* — часть рисунка жилкования крыла стрекозы

При разработке конструкций изделий по принципу строения крыла стрекозы использовались средства AutoCAD, AutoCAD Raster Design, MATLAB и Excel.

Разработка способа изготовления заключается в выборе и разработке процесса изготовления швейного изделия, наиболее соответствующего предъявляемым требованиям.

Швейные изделия с нерегулярной структурой можно изготовить различными способами. Способ вырезания структурных ячеек (рис. 6а) позволяет получить оболочку со стабильной формоустойчивостью на поверхностях сложной пространственной формы, однако снижается прочность изделия в точках соединения сторон ячеек.

Перевивочное переплетение (рис. 6б) позволяет избежать ненужных узлов и утолщений, ухудшающих прочностные свойства изделия. Недостатком данного способа является излишнее напряжение в процессе переплетения при использовании углеволокнистого ровинга, в следствие чего конструкция получается нестабильной и нуждается в фиксации как на стадии плетения, так и на стадии формования.

При изготовлении оболочки способом плетения контуры армирующих ячеек образовывались последовательно двумя нитями, которые переплетались с полотном и между собой. Направление нити преимущественно отличалось от направления предыдущей при переходе к образованию следующей ячейки (рис. 7).

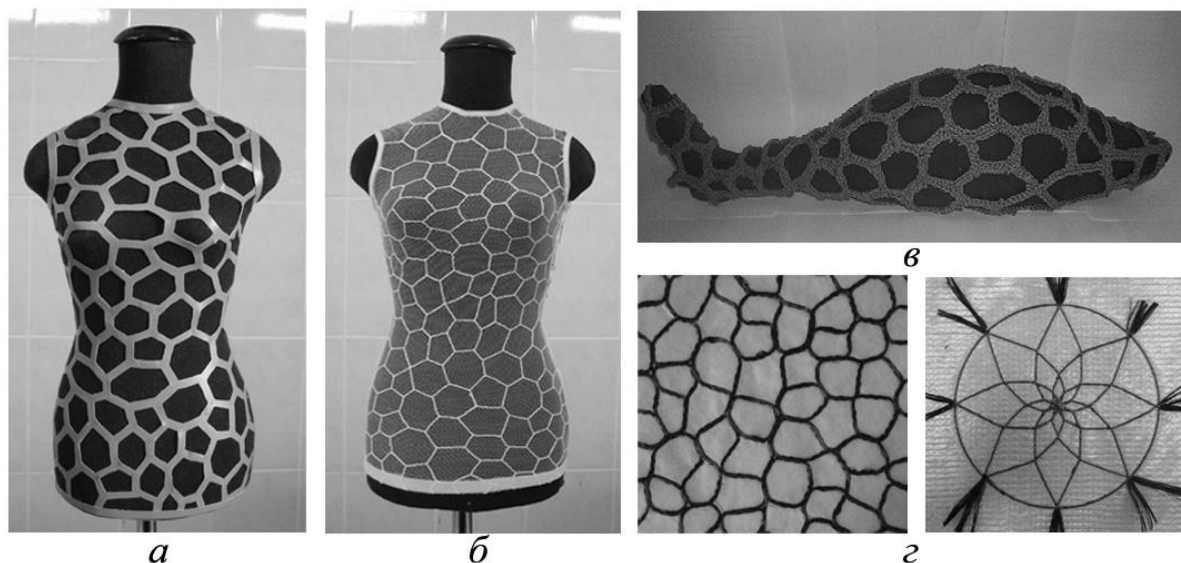


Рис. 6. Способы изготовления оболочек швейных изделий с нерегулярной структурой: а — вырезание структурных ячеек; б — плетение; в — вязание; г — автоматизированная вышивка

Применение способа вязания (рис. 6в) предоставляет огромные возможности для создания любых пространственных форм, полотен с переменной плотностью и толщиной из материалов, обладающих различными свойствами. Недостаток данного способа изготовления заключается в образовании излишней толщины в точках соединения структурных элементов оболочки, так как петельные цепочки вязались отдельно и потом соединялись ниточным соединением.

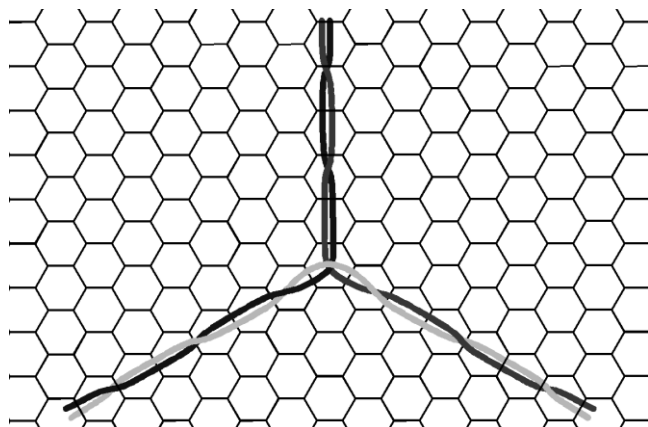


Рис. 7. Схема переплетения нитей в трикотажной оболочке

Наиболее перспективным способом изготовления является настрачивание армирующих элементов (нитей, ровинга, лент, жгутов и т.д.) на вышивальной машине (рис. 6г). Автоматизированная вышивка позволяет получать оболочки со сложными схемами армирования путем настрачивания нитей в несколько слоев и рядов. Укладка нитей аналогична способу, использованному при изготовлении макета оболочки плетением (рис. 7), но без переплетения нитей друг с другом. Образование ячеек в оболочке требует настрачивания армирующих нитей в несколько слоев, поэтому необходима тщательно разработанная схема укладки, чтобы избежать излишнего утолщения и снижения прочности оболочки.

Четвертая глава посвящена разработке способа изготовления швейных изделий с зональным распределением свойств.

Изготовлены макеты поясного изделия (юбки) без усилительных элементов (рис. 8) и с усилительными элементами, расположенными под углом 90° друг к другу (рис. 9) и в радиальном и круговом направлении (рис. 10).

Для изготовления макетов использовалась ткань габардин, на которую настрачивались атласные ленты, уложенные в два слоя, зигзагообразной строчкой.

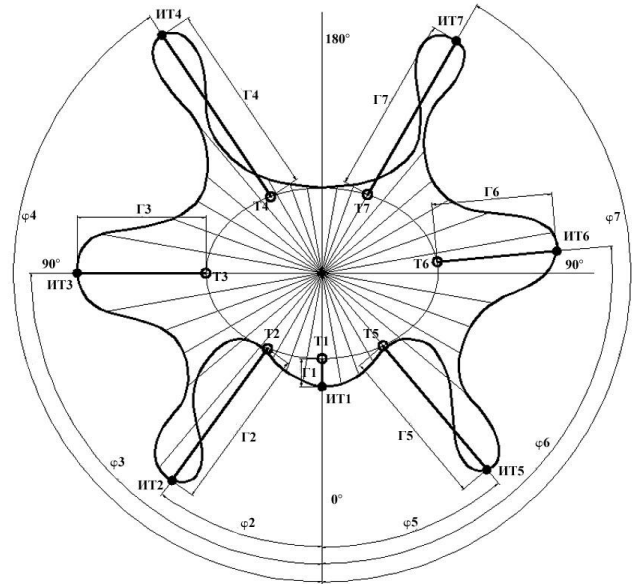


Рис. 8. Поясное изделие без усилительных элементов

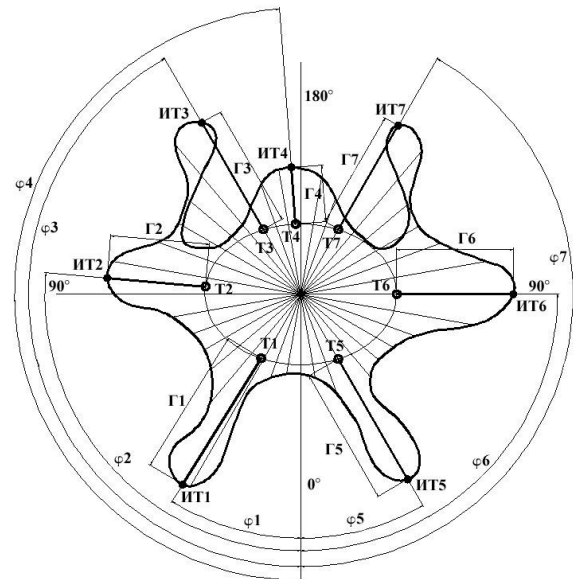


Рис. 9. Поясное изделие с ортогональным расположением усилительных элементов

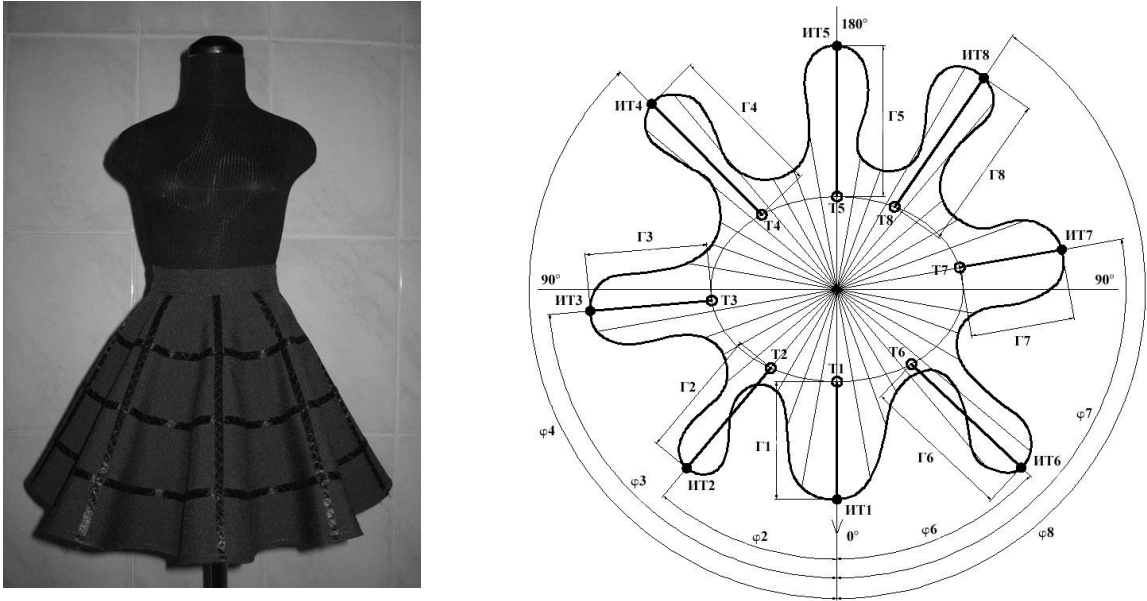


Рис. 10. Поясное изделие с радиально-кольцевым расположением усилительных элементов

При распределении поясного изделия с усилительными элементами по поверхности фигуры человека образование складок происходит с определенной частотой, которую можно охарактеризовать количеством, расположением и высотой складок (выпуклостью рельефа). По данным анализа влияния расположения усилительных элементов на внешнюю форму изделия и равномерность образования складок построены графики распределения пространственных зазоров. На графиках отмечены информативные точки (ИТ), обозначающие наиболее рельефные изгибы и характеризующиеся величинами пространственных зазоров (Γ) между фигурой манекена и формой изделия в радиальном направлении.

В макете поясного изделия без усилительных элементов складки имели регулярное расположение, однако выпуклость их рельефа была неравномерной. Поверхность макета с ортогональным расположением усилительных элементов образовывала неравномерные складки, расположенные нерегулярно относительно поверхности манекена. Кроме того, складки в задней части макета имели заломы (точки ИТ3 и ИТ7 на рисунке 9), затрудняющие оценку выпуклости рельефа.

В макете с радиально-кольцевым расположением усилительных элементов равномерные складки имели регулярный характер распределения и образовывались вдоль радиальных лент (Рис. 10, Рис.11б). Такое расположение элементов позволяет проектировать изделие с заданными свойствами формообразования. Кроме того, разработка неравномерной схемы настрачивания усилительных элементов позволит проектировать швейные изделия с заданным расположением складок.

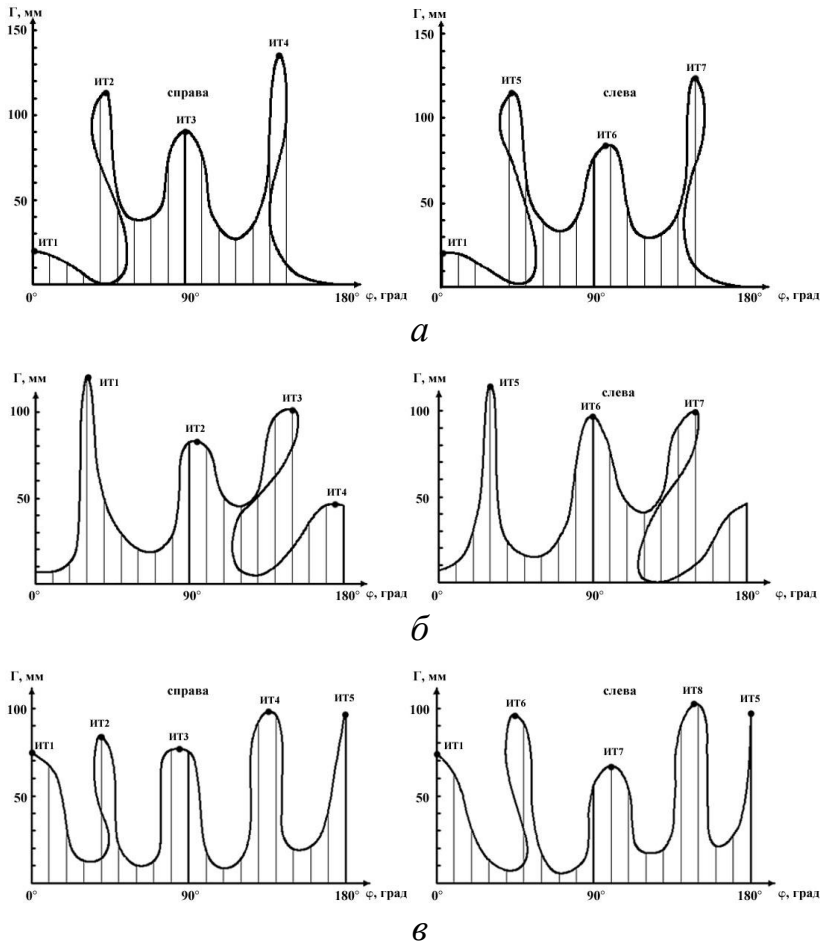


Рис. 11. Графики распределения пространственных зазоров между поверхностью манекена и изделием в горизонтальном сечении: а - без армирования; б - ортогональное расположение армирующих элементов; в - радиально-кольцевое расположение армирующих элементов.

Разработана схема армирования оболочки в соответствии со строением крыла стрекозы на примере юбки-солнце. Построена базовая конструкция юбки на которую произвольно нанесены точки в программе AutoCAD (рис. 12). На чертеж конструкции наносились точки, необходимые для построения диаграммы Вороного. Далее координаты точек, полученные с помощью дополнения для AutoCAD отображались в текстовом файле и переносились в MATLAB. Далее по точкам в программе MATLAB строилась диаграмма Вороного, которая накладывалась на чертеж конструкции юбки.

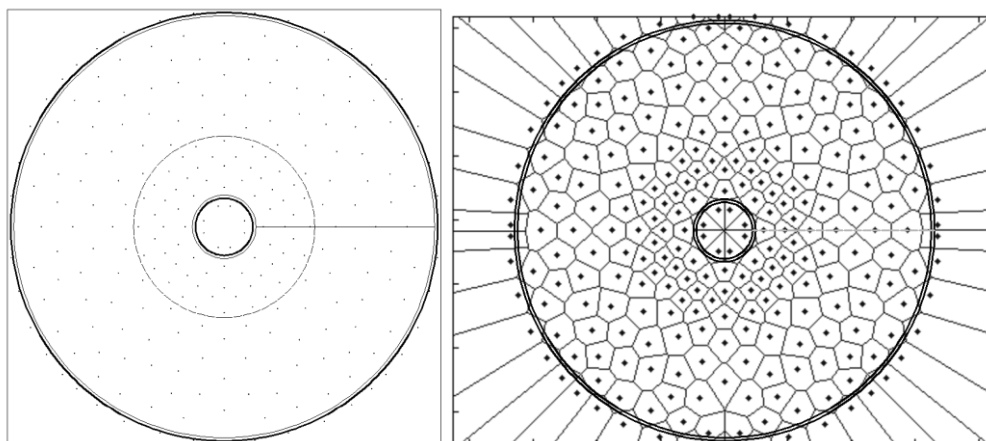


Рис. 12. Чертеж конструкции поясного изделия с нанесенной на него диаграммой Вороного

Поскольку порядок настрачивания армирующих нитей такой же, как и для способа плетения, необходима тщательно разработанная схема укладки, чтобы избежать излишнего утолщения и снижения прочности оболочки.

Изготовлены макеты поясных изделий с армированием и без армирования (рис. 13). Макеты изготавливались из трикотажного сетчатого материала. Армирующие ленты настрачивались в соответствии с разработанной схемой укладки.



Рис. 13. Поясное изделие без армирования и с армированием

Армирование позволяет значительно увеличить жесткость ткани, что может быть использовано при изготовлении многослойной одежды, поскольку появляется возможность сокращения количества слоев материала. Кроме того, путем изменения плотности расположения ячеек на определенных участках, появляется возможность проектирования изделия с требуемыми формообразующими свойствами.

Разработанные методы проектирования применялись при разработке схемы армирования каркаса крыла по теме "Беспилотный летательный аппарат", проводимой в ОАО «НИАТ» (рис. 14).

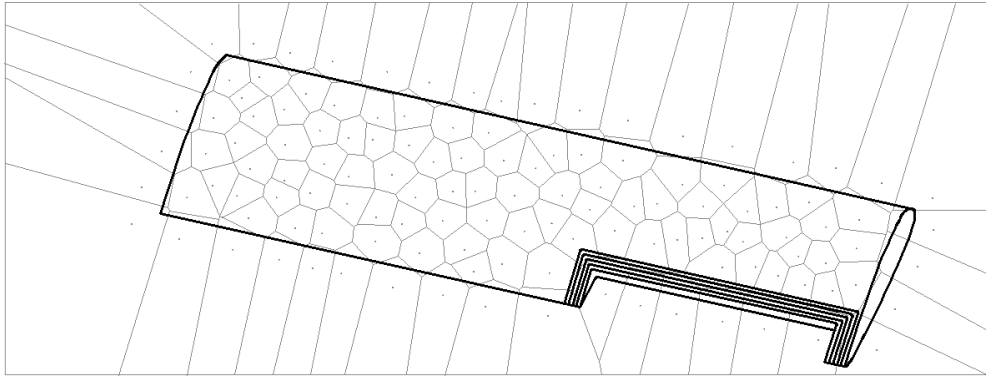


Рис. 14. Диаграмма Вороного, совмещенная с чертежом крыла летательного аппарата

Метод получения схемы армирования по принципу строения крыла стрекозы значительно сокращает время на разработку схем армирования и разверток изделий различного назначения. В то время, как простое наложение цифрового изображения крыла стрекозы требует дополнительной корректировки из-за необходимости распределения ячеек с заданной плотностью.

Метод проектирования оболочек по принципу строения крыла стрекозы может успешно использоваться при разработке швейных изделий специального и бытового назначения с зональным распределением свойств формообразования.

Результаты апробации показали эффективность применения разработанного метода проектирования и способа изготовления для получения швейных изделий с требуемыми свойствами.

Проведенные исследования показали, что при одинаковом количестве материала расположение армирующих элементов в соответствии со строением паутины позволяет значительно увеличить прочностные показатели. В зависимости от материала и способа изготовления прочность образцов с радиально-круговой структурой повышалась на 70-200%.

Разработанный метод проектирования и предложенный способ изготовления оболочек с нерегулярной структурой позволяет сократить материало- и трудоемкость за счет проектирования оболочек с заданными геометрическими параметрами готового изделия и использования автоматизированного настраивания армирующих элементов.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Проведенный анализ научных работ выявил актуальность разработки методов проектирования и способов изготовления швейных изделий по принципу строения природных оболочек с нерегулярной структурой. Предложенные в данной работе способы применения особенностей строения природной паутины и крыльев насекомых для производства швейных изделий с требуемыми прочностными и формообразующими свойствами позволит сократить материало- и трудоемкость технологического процесса.

2. Определены особенности и разработана классификация характеристик строения природных армированных оболочек. В результате анализа выявлено, что все рассмотренные примеры природных оболочек характеризуются сочетанием прочности и

гибкости, позволяющим противостоять воздействию окружающей среды. Проектирование по принципу строения природных оболочек позволит улучшить прочностные и эксплуатационные характеристики швейных изделий.

3. По выделенным для проектирования признакам природных оболочек разработаны и изготовлены экспериментальные образцы, испытание которых позволило определить влияние характеристик строения на физико-механические свойства текстильного материала с нерегулярной структурой. Выявлено, что для обеспечения равномерного распределения и повышения прочности изделия целесообразно использовать особенности строения паутины, а для зонального распределения формообразующих свойств - особенности строения крыла стрекозы.

4. Разработан метод проектирования швейных изделий по принципу строения природных армированных оболочек, представленный в виде структурной схемы, отражающей последовательность выполнения проектных процедур. В дополнение к традиционным разработаны новые процедуры: расчет схем армирования оболочек, выбор природного аналога, выбор способа изготовления оболочки.

5. Разработан способ изготовления швейных изделий с нерегулярной структурой, заключающийся в выполнении автоматизированной вышивки по контурам ячеек различной геометрической формы, позволяющий создавать швейные оболочки двух видов: армирующие и армированные.

6. Разработана методика проектирования и технология изготовления двухмерных и трехмерных армирующих оболочек швейных изделий бытового и технического назначения с зональным распределением прочностных и формообразующих свойств.

7. Проведена апробация метода проектирования и способа изготовления на примере крыла летательного аппарата и поясных изделий (юбок) с усилительными элементами, расположенными в соответствии с рисунком паутины и жилкования крыла стрекозы. Результаты апробации показали эффективность применения разработанных метода проектирования и способа изготовления для получения швейных изделий с требуемыми свойствами.

8. Основными направлениями развития метода проектирования швейных изделий по принципу строения природных оболочек являются: автоматизация расчета схем армирования по принципу строения природных оболочек; придание дополнительных формообразующих свойств; разработка метода проектирования оболочек с комбинированной структурой.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Руднева Т.В. Исследование прочностных свойств структуры природных аналогов текстильных оболочек / Т.В. Руднева, Д.Ю. Рябовол, Е.М. Базаев // Тезисы докладов II международной научно-практической конференции «Инновационные и наукоемкие технологии». — М.: МГУДТ, 2010 г, с. 47-49. — 0,06 п.л. (лично автором 0,02 п.л.).

2. Руднева Т.В. Моделирование структуры природных оболочек / Т.В. Руднева,

С.Н. Белоброва, Е.М. Базаев // Тезисы докладов 63 научной конференции «Молодые ученые - XXI в.». — М.: МГУДТ, 2011 г, с. 139. — 0,06 п.л. (лично автором 0,02 п.л.).

3. Руднева Т.В. Моделирование текстильных оболочек по принципу строения природных структур / Т.В. Руднева, Е.М. Базаев // Научный журнал «Дизайн и технологии». — М.: МГУДТ, 2012 г, 28(70), с. 36-40. — 0,28 п.л. (лично автором 0,14 п.л.) **(из перечня ВАК)**.

4. Руднева Т.В. Разработка текстильных оболочек по принципу строения природных структур / Т.В. Руднева, Е.М. Базаев // Сборник статей XIII международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике», Т.2, Ч.2. — СПб.: Издательство Политехнического университета, 2012 г, с. 126-128. — 0,18 п.л. (лично автором 0,09 п.л.).

5. Руднева Т.В. Проектирование швейных изделий по принципу строения природных оболочек / Т.В. Руднева, Е.М. Базаев // Швейная промышленность. — 2012 г, №4, с. 26-27. — 0,13 п.л. (лично автором 0,06 п.л.) **(из перечня ВАК)**.

6. Rudneva T.V. Garment decoration with elements of reinforcing structures of insect wings // T.V. Rudneva, E.M. Bazaev, D.I. Eremkin, O.S. Kushnareva // Сборник докладов III международной конференции «Development trends in Textile Industry, Textile Design, Technology and Management». — The College of Textile Design, Technology and Management. — Belgrade, Serbia, 2012, с. 36-38. — 0,19 п.л. (лично автором 0,05 п.л.).

7. Руднева Т.В. Армирование композитов по принципу строения природных оболочек / Т.В. Руднева, Е.М. Базаев // Сборник докладов международной научно-практической конференции "Интеграция науки и образования". — Уфа: РИО "Омега Сайнс", 2014 г, с. 162-164. — 0,19 п.л. (лично автором 0,09 п.л.).

8. Руднева Т.В. Проектирование армированных оболочек по принципу строения крыла стрекозы / Т.В. Руднева, Е.М. Базаев // Швейная промышленность. — 2014 г, №4, с. 31-32. — 0,13 п.л. (лично автором 0,06 п.л.) **(из перечня ВАК)**.

9. Руднева Т.В. Вопросы проектирования швейных изделий с зональным распределением свойств / Т.В. Руднева, Е.М. Базаев, Г.П. Зарецкая // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2014): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 1. — М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2014 г, с. 173-176. — 0,25 п.л. (лично автором 0,08).

10. Руднева Т.В. Патент РФ 2540755 С1, МПК D 03 D 13/00. Плетеная преформа для изготовления композиционных изделий сложной формы / И.С. Карпейкин, Е.М. Базаев, А.В. Васечкин, Д.И. Ерёмкин, О.С. Кушнарева, Т.В. Руднева, заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Национальный институт авиационных технологий» (ОАО НИАТ). — №2013148607/12; заявл. 19.12.2013; опублик. 10.02.2015. — 10 с.: ил. — 0,63 п. л. (лично автором 0,1 п. л.).

РУДНЕВА Татьяна Вячеславовна

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ПРИНЦИПУ
СТРОЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБОЛОЧЕК**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Усл.-печ. 1,0 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