

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Аль-Абу Джаиаш Кусаи Махди Хамдиана
на тему «Анализ процессов захвата и подачи текстильных материалов вакуумными захватными органами машин текстильной и легкой промышленности»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21. – Машины, агрегаты и технологические процессы (технические науки)

Актуальность работы. В технологических процессах текстильной и легкой промышленности применяется множество машин, совершающих операции с текстильными полотнами, являющимися гибкими листовыми материалами, основным видом деформации листа во многих таких операциях является изгиб. При решении задач автоматизации процессов швейного производства возникают проблемы захвата деталей кроя из накопителей, подачи этих деталей к рабочему столу, совмещения на рабочем столе без складок или с образованием складок требуемой формы, удаления продукции с рабочего стола. Готовые швейные изделия изготавливаются как с применением традиционных технологий, так и путем склеивания и сваривания деталей из синтетических материалов. Расчет форм изгиба листов на разных стадиях технологического процесса позволяет учитывать поведение листового материала при проектировании захватных устройств и исполнительных механизмов машин.

В связи с широким распространением машин, осуществляющих механическую обработку изгибающихся текстильных материалов в полуавтоматическом и автоматическом режимах, работа по созданию инженерных методов расчета изгибных форм захваченных материалов и их взаимодействия с захватами является весьма важной и актуальной.

Научная новизна. Разработанные в диссертационной работе математические модели, алгоритмы и компьютерные программы для исследования изгиба тяжелых гибких текстильных лоскутов вакуумными захватами представляют собой теоретические основы проектирования современных машин, осуществляющих манипуляции с текстильными листовыми материалами.

Поставленные при выполнении диссертационной работы цели и задачи позволили получить следующие новые научные результаты.

1. Разработаны математические модели изгиба упругих тяжелых листов как тонких упругих оболочек, срединные поверхности которых представлены как многогранные поверхности. Каждой грани при этом приписана определенная потенциальная энергия. Сформулированы краевые условия захвата листа, условия его напряженного состояния, условия контакта с препятствиями и другие дополнительные условия изгиба.

2. Созданы математические методы и алгоритмы для цифровой обработки изображения края деформированного лоскута и развертки лоскута произвольной формы.

3. Исследованы конические формы изгиба лоскутов разной формы и материала, как изотропных, так и ортотропных.

4. Разработаны математические методы и алгоритмы для моделирования комбинированных форм изгиба текстильных деталей, удерживаемых сетчатыми захватами.

5. Исследованы торсовые и цилиндрические формы изгиба лоскутов.

6. Создано математическое и алгоритмическое обеспечение для контроля геометрических свойств моделируемой срединной поверхности гибкого листа: регулярности, нерастяжимости, отсутствия самопересечений.

7. Предложены способы исследования взаимодействия лоскутов с удерживающими их захватами.

Практическая значимость. Полученные в диссертации научные положения доведены до практической реализации в виде алгоритмического и программного обеспечения для компьютерного моделирования больших изгибов текстильных лоскутов разной формы в вакуумных захватах того или иного вида. Практическая значимость диссертационных исследований заключается в создании алгоритмов и программ для исследования деформированных равновесных форм упругих листов из гибкого материала с учетом условий его неразрывности, отсутствия самопересечений и прочих. Указанные алгоритмы и программы могут использоваться при исследовании процессов механической обработки текстильных материалов и в дизайнерских проектах.

Практическая значимость результатов работы подтверждается полученными автором свидетельствами о государственной регистрации программ, а также апробацией результатов работы на межвузовских конференциях.

Материалы диссертации используются в учебном процессе в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна при подготовке бакалавров и магистров по направлениям 15.03.02, 15.04.02, 29.03.01, 29.03.02 и 29.03.05.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, определяется использованными при выполнении диссертационной работы экспериментальными и теоретическими методами исследований, имеющими строгое математическое обоснование.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложения. Текст диссертации изложен на 178 страницах, включая 140 рисунков и 3 таблицы. Список литературы включает 116 наименований.

Во введении дано обоснование актуальности темы диссертационной работы, сформулированы основные цели и задачи исследования; определены методы исследований, оценена научная новизна и практическая значимость результатов работы.

Первая глава посвящена обзору литературных источников, описывающих существующие и проектируемые машины, осуществляющие автоматический захват, перемещение, сворачивание и разворачивание отдельных текстильных лоскутов и сложных изделий. Представлен обзор различных механических и математических моделей тканей. Особое внимание уделено модели на основе тонкой упругой оболоч-

ки. Приводятся примеры решения задач о равновесных формах изгиба гибких листовых материалов.

Срединную поверхность лоскута как оболочки предложено считать разворачивающейся поверхностью. Здесь же описаны некоторые свойства наиболее общего вида разворачивающейся поверхности – торсовой поверхности, учитываемые в дальнейшей работе. Форма поверхности задается двумя функциями, связанными с кривизной и кручением горловой линии торса. Многогранная модель такой поверхности задается множеством узловых значений функций формы.

Предложен оптимизационный метод решения задачи о равновесной форме лоскута, удерживаемого вакуумным захватом. Целевую функцию задачи предлагается строить как сумму потенциальной энергии упругой тяжелой оболочки и штрафных слагаемых, характеризующих степень удовлетворения дополнительных условий задачи.

Вторая глава в основном своем объеме посвящена описанию экспериментов по захвату текстильных лоскутов разных формы вакуумными захватами двух видов: одиночной воронкой или так называемым сетчатым захватом, имеющим несколько присасывающих отверстий. Отметим, что эксперименты производились с относительно небольшими лоскутами, и поэтому представилась возможность использования в качестве источников вакуума бытовых приборов.

Здесь же предложены модели срединной поверхности лоскута как виды разворачивающейся поверхности для того или иного способа захвата. Особое внимание уделено конической модели. Выделена так называемая сингулярная зона вокруг конической вершины, исключаемая в дальнейшем из рассмотрения.

В третьей главе на основе разработанных математических моделей приводятся алгоритмы построения равновесных форм изгиба лоскутов. Основным материалом лоскута выбран шинельный драп ввиду его малой сминаемости.

Приведены результаты компьютерного моделирования симметричного конического изгиба круглого лоскута драпа, захваченного вакуумной воронкой. Установлена закономерность наблюдаемой в эксперименте 4-складчатой формы изгиба. Аналогичная работа проведена с моделированием изгиба прямоугольного лоскута.

Весьма подробно описан процесс моделирования конического изгиба анизотропного лоскута произвольной формы, а также моделирования сложного конического изгиба путем анализа приближенного изображения края лоскута.

Приведены результаты моделирования комбинированного изгиба лоскута, захваченного сетчатой воронкой, когда срединная поверхность содержит участки разных разворачивающихся типов.

Приведены также результаты моделирования формы свешивающегося с сетчатого захвата края лоскута в виде цилиндрической или торсовой поверхности.

В четвертой главе описан подход к решению задачи о динамике падающего из вакуумного захвата лоскута. Рассмотрена симметричная модель лоскута как механическая система с двумя степенями свободы. Показано, что коэффициенты в нелинейных уравнениях движения лоскута могут быть представлены полиномами невысоких степеней. Приводится пример расчета присасывающей силы при захвате лоскута с

гладкой поверхности с учетом фильтрации воздуха сквозь лоскут. Дан пример расчета сил взаимного давления втянутого в воронку лоскута с краями воронки.

Предложены некоторые методы обеспечения захвата верхнего лоскута из пакета с лоскутами. Продемонстрированы способы расчета коэффициента драпируемости текстильного материала на основе компьютерных расчетов, а также изгибной жесткости материала.

В заключении подведены итоги решения поставленных задач. Выводы обоснованно характеризуют полученные в диссертационной работе результаты.

Замечания

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. Материал главы 1, посвященный исследованию свойств торсовой срединной поверхности оболочки, уместно было бы разместить во второй главе.

2. Как следует из текста диссертации, потенциальная энергия оболочки в окрестности конической вершины игнорируется. На наш взгляд следовало бы дать оценку вклада потенциальной энергии в окрестности конической вершины в энергию всей исследуемой оболочки.

3. В главе 4 при решении задачи о падающем лоскуте не учитывается сила аэродинамического давления воздуха на лоскут, которая обычно пропорциональна квадрату скорости напора, при переменном коэффициенте пропорциональности. Выражение для этой силы в уравнениях движения, возможно, будет сложнее, чем другие их компоненты.

4. Для исследования обтекания воздухом лоскута и воронки надо создавать специальную математическую модель. Можно было бы для этой цели (как и для исследования процесса фильтрации) использовать готовые пакеты программ для аэродинамических расчетов: ANSYS, CADCFO, StartFlow и другие.

5. В диссертации рассмотрена в основном проблема деформирования захватываемого лоскута. Желательно было бы развить тему и включить процесс переноса лоскута с учетом сил инерции и обтекания воздухом, с анализом движения звеньев манипулятора при выполнении конкретной операции.

6. В тексте диссертации имеются опечатки, например, на стр.106, 114.

Отмеченные недостатки не имеют принципиального значения и не снижают общую оценку работы.

Заключение

Диссертация выполнена на достаточно высоком научном уровне, хорошо оформлена, содержит необходимые рисунки и схемы. Автореферат диссертации полностью отражает основные положения диссертационной работы. Основные положения диссертации изложены в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, и доложены на межвузовских научно-технических конференциях.

Научные положения, представленные в диссертации, достаточно четко сформулированы и убедительно обоснованы. Диссертация соответствует областям иссле-

дования п. п. 1, 2 и 4 паспорта специальности 2.5.21. – Машины, агрегаты и технологические процессы ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертационная работа Аль–Абу Джаиаш Кусаи Махди Хамдиана на тему: «Анализ процессов захвата и подачи текстильных материалов вакуумными хватными органами машин текстильной и легкой промышленности» по актуальности, научной новизне, практической значимости полностью соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки России, предъявляемым диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, так как является законченной научно-квалификационной работой, в которой, на основании выполненных автором исследований, содержится решение научной задачи по разработке методов анализа и моделирования деформаций гибких текстильных материалов, перемещаемых вакуумными хватными устройствами, применительно к проектированию узлов машин текстильной и легкой промышленности, имеющей существенное значение для развития текстильного машиностроения.

Автор диссертационного исследования, Аль–Абу Джаиаш Кусаи Махди Хамдиан, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21. – Машины, агрегаты и технологические процессы (технические науки).

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор
кафедры физики ФГБВОУ ВО
«Военно-космическая академия
имени А.Ф. Можайского», доцент

197198 г. Санкт-Петербург,
Ждановская ул., дом 13.
тел. 8(812) 347-95-08
e-mail: pprymkevich@gmail.com

П. П. Рымкевич

17.11.2023 г.

Личную подпись Рымкевич П.П. заверяю

Помощник начальника академии по
СВ и БВС-начальник отдела

Р. Рахимов