

«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор по науке и инновациям  
федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Российский государственный  
университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»,

Силаков А.В.  
«15» \_\_\_\_\_ 2023 г.

## ОТЗЫВ

**ведущей организации**

на диссертационную работу

Аль-Абу Джаиаш Кусаи Махди Хамдиан

на тему: «Анализ процессов захвата и подачи текстильных материалов

вакуумными захватными органами машин текстильной и

легкой промышленности»,

представленной на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности

2.5.21. – Машины, агрегаты и технологические процессы (технические науки)

**Актуальность темы диссертационной работы.** В настоящее время сложилась устойчивая тенденция автоматизации производственных процессов с целью повышения качества продукции и освобождения человека от тяжелого монотонного труда. Автоматизация внедряется в текстильную и легкую промышленность, затрагивая процессы перемещения гибких листовых материалов к рабочим органам машин, например, деталей кроя текстильных материалов в зону их пошива. При этом важное значение приобретают задачи математического моделирования изгибных форм перемещаемых в захватных устройствах машин гибких деформированных листов к рабочим органам машин. Информация о форме изгиба листа необходима для его надежного захвата, организации его перемещений в обход имеющихся препятствий с последующим размещением на рабочем столе.

Актуальность темы исследования также подтверждается ростом количества публикаций, посвященных разработке устройств для манипуляций с гибкими листовыми материалами в захватах различного типа, в том числе вакуумных.

В диссертационной работе А.-А. Д. К. М. Хамдиана решаются актуальные задачи разработки математических моделей, алгоритмического и программного

обеспечения моделирования форм, приобретаемых изгибающимися упругими тяжелыми листами в вакуумных захватных устройствах. Моделирование формы изгибающегося листа позволяет учитывать конструктивные особенности захватных устройств и рабочих органов на этапах проектирования и эксплуатации технологического оборудования. В процессе автоматического управления в режиме реального времени важное значение приобретает скорость вычислений, позволяющих учитывать теоретическую форму перемещаемого в захватных устройствах листа. Эта цель достигается с помощью предлагаемого автором метода поиска оптимальной формы гибкого листа с учетом дополнительных условий, определяющих как сам захват, так и способ захвата листа, наличие существующих в процессе движения к рабочим органам машин препятствий, характер деформаций материала листа, отсутствие самопересечений поверхностей изгибающегося листа, что может иметь место при компьютерном моделировании.

**Содержание диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка использованных источников из 116 наименований. Работа выполнена на 178 страницах, включая 140 рисунков и 3 таблицы.

Во введении отмечается актуальность темы диссертации, сформулированы цель, задачи и методы исследований, показана их научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненных исследований.

Первая глава посвящена обзору литературных источников и постановке задачи исследований. В главе представлен обзор конструкций и технологий по перемещению упругих листовых материалов в рабочих зонах машин текстильной и легкой промышленности. Выполнен обзор теоретических и экспериментальных исследований, посвященных моделированию формы изгибаемых листовых материалов. Изучены разные модели гибких листовых материалов. В качестве основной модели таких материалов принята модель тонкой упругой оболочки, основным видом деформации которой является изгиб. Поиск равновесной формы тяжелой упругой оболочки решено производить путем расчета таких ее геометрических параметров, которые доставляют минимум целевой функции задачи, включающей в себя потенциальную энергию оболочки вкуче со штрафными компонентами, отвечающими за нарушение условий неразрывности и нерастяжимости срединной поверхности оболочки, отсутствие самопересечений и других.

Во второй главе описаны результаты экспериментов по захвату, перемещению и сбросу больших текстильных листов и малых лоскутов вакуумными захватами различных типов. Описаны ситуации, когда срединная поверхность захваченного лоскута является развертывающейся поверхностью разных видов. Предложены многогранные модели срединных поверхностей лоскутов, образующихся при том или способе их захвата. Намечены пути оптимизационного поиска равновесных моделей.

В третьей главе выполнено компьютерное моделирование основных форм срединной поверхности текстильного листового материала. Построены и исследованы модели конической формы симметричного изгиба круглого лоскута и прямоугольного лоскута. Выполнено моделирование формы асимметричного конического изгиба анизотропного лоскута, захваченного вакуумной воронкой и сложной «многоскладчатой» формы конического изгиба лоскута, захваченного вакуумной воронкой на большую глубину. Создана механическая модель вакуумного

захватного устройства, в котором действие всасывающих сил имитировано грузом. Выполнено моделирование комбинированных форм изгиба лоскута, захваченного плоским вакуумным захватом со многими отверстиями. Исследованы модели изгиба в форме накидки, согласующиеся с экспериментами. Приведены примеры моделирования торсовой и цилиндрической форм изгиба срединной поверхности лоскутов.

В четвертой главе приведены рекомендации по конструированию и эксплуатации устройств вакуумного захвата текстильных лоскутов, описан метод исследования динамики падающего из захвата и раскрывающегося лоскута, способ расчета сил давления воронки на лоскут. Исследовано влияние фильтрации воздуха сквозь ткань на силу захвата лоскута с гладкой поверхности. Предложены способы захвата верхнего лоскута из пачки. Предложен способ расчета коэффициента драпируемости текстильных материалов на основе компьютерной модели изгиба круглого лоскута и способ определения изгибной жесткости текстильного материала путем компьютерной обработки изображения изогнутого лоскута из этого материала.

В заключении приводятся основные результаты и выводы, изложенные в десяти пунктах.

Текст диссертации завершается списком литературы и приложением, включающим свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в том, что:

— выполнены исследования геометрических свойств торсовой и конической развертывающихся поверхностей на примере моделирования изгиба листовых материалов текстильной и легкой промышленности;

— разработаны математические модели для исследования особенностей конического изгиба листовых текстильных материалов, а также сложного конического изгиба со множеством складок;

— разработаны методы и алгоритмы компьютерного моделирования конической поверхности втянутого в воронку лоскута по эскизу его края;

— разработаны методы компьютерной обработки изображений плоской развертки лоскута и его деформированной модели;

— предложены методы исследования взаимодействия лоскутов с удерживающими их вакуумными захватами на основе изучения компьютерных моделей лоскутов.

**Теоретическая и практическая значимость** работы заключается в разработке методов математического моделирования деформированных форм гибких текстильных материалов, перемещаемых вакуумными захватными устройствами, выработке инженерных рекомендаций по организации процессов захвата и сброса листовых текстильных материалов из захватов. При этом разработано алгоритмическое и программное обеспечение для численного поиска экстремума функции многих переменных с переменным составом варьируемых величин. Предложены математические методы и алгоритмы для исследования возможности самопересечения фрагментов деформированных листов (метод сканирования, метод стереографической проекции и другие). Разработаны методы и алгоритмы оценки драпируемости текстильного материала, изгибной жесткости упругого листа по результатам компьютерного моделирования изгиба и сравнения их с экспериментами.

Разработанные методы, математические модели, алгоритмы и программы используются в учебном процессе Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна при подготовке бакалавров и магистров направления 15.03.02 – Технологические машины и оборудование.

**Обоснованность и достоверность научных положений и результатов исследования** базируется на обоснованном использовании методов математического анализа, линейной алгебры, компьютерного моделирования, а также на сравнении компьютерных моделей деформированных лоскутов с лоскутами, наблюдаемыми в экспериментах.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. В первой главе диссертации следовало бы более подробно рассмотреть конструктивные особенности вакуумных захватов, а также манипуляторов, оперирующих с ними: где и как располагаются вакуумные насосы, каковы их мощности и габариты, какие применяются трубопроводы и где они располагаются и т. д.

2. При математическом моделировании изгиба листового текстильного материала в вакуумных захватах следовало бы рассмотреть процесс внедрения захватываемого гибкого лоскута в вакуумную воронку с учетом влияния на листовый материал формирующихся при этом потоков воздуха.

3. Из текста диссертации не совсем ясно насколько обосновано игнорирование автором упругой энергии области, названной в работе «сингулярной зоной»? Следовало бы проанализировать форму срединной поверхности в указанной зоне и оценить влияние энергии этой зоны в общий баланс упругой энергии гибкого листового материала.

4. В работе практически отсутствуют сравнительные результаты моделирования формы гибкого листового материала, полученные на основе предлагаемого оптимизационного метода расчета равновесных форм упругих тяжелых оболочек, с результатами моделирования, полученными на основе метода конечных элементов. Возможно, при этом решилась бы проблема геометрии сингулярной зоны.

4. В четвертой главе при решении задачи о раскрывающемся при падении лоскуте листового текстильного материала не совсем понятно, как учитывается меняющийся коэффициент аэродинамического сопротивления?

5. В тексте диссертации присутствует незначительное количество опечаток, например, на стр. 106, 114, 115, 153.

Приведенные замечания и высказанные соображения не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и могут быть учтены при проведении дальнейших исследований.

#### **Заключение**

Диссертация Аль–Абу Джаиаш Кусаи Махди Хамдиан хорошо оформлена и выполнена на высоком научно-теоретическом и практическом уровне. Результаты экспериментальных и теоретических исследований иллюстрированы изображениями реальных изогнутых листов и их компьютерных моделей, графиками и таблицами. Автореферат изложен на 16 страницах и полностью отражает содержание диссертационной работы. Основные положения диссертационной работы представлены в 5 публикациях, из них 3 статьи в ведущих рецензируемых изданиях,

включенных в «Перечень ...» ВАК Минобрнауки России, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Содержание работы соответствует 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 захватными 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 захватными устройствами, применительно к проектированию узлов машин текстильной и легкой промышленности, имеющей существенное значение для развития текстильного машиностроения.

Считаем, что автор диссертации, 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).

Отзыв принят по результатам обсуждения диссертационного исследования на заседании кафедры «Теоретической и прикладной механики» ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» протокол №5 от 15 ноября 2023 г.

Заведующий кафедрой  
теоретической и прикладной механики  
доктор технических наук,  
доцент

Хейло Сергей Валерьевич

Адрес: 119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д. 1  
Телефон: 8(495) 811-01-01  
E-mail: info@rguk.ru

15 ноября 2023