

В диссертационный совет 24.1.075.01 на
базе Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Замурагина Юрия Михайловича «Разработка и анализ механизмов для натяжения и оценки положений рулонных материалов в упаковочном оборудовании», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Актуальность темы диссертации. Разработка высокотехнологичного отечественного оборудования, оснащенного современными средствами автоматизации, является одним из фундаментальных направлений машиностроительной отрасли. Важными техническими задачами является синтез новых исполнительных механизмов, а также проектирование и наладка систем управления с целью повышения качества, эффективности, надежности и скорости работы технологических машин. Решение данных задач применительно к упаковочному оборудованию рассматривается в диссертационной работе Замурагина Юрия Михайловича, в частности разработка нового механизма натяжения лент, а также математическое моделирование и анализ адаптивной системы перемещения упаковочных рулонных материалов.

Цель диссертационной работы состоит в разработке и анализе новых механизмов, систем перемещения лент и методов их подачи для повышения эффективности автоматических линий. Достижение диссертантом цели исследования рассматривается через решение следующих **задач**:

1. Синтез механизма разматывания и протягивания лент из рулона.

2. Математическое моделирование геометрии, кинематики и кинетостатики разработанного механизма.

3. Разработка методов и алгоритмов расчета перемещений лент при работе механизма разматывания в составе автоматической линии.

4. Верификация и апробация полученных теоретических результатов на опытном стенде.

Научная новизна работы заключается в синтезе нового механизма разматывания с кинематической обратной связью в виде поворотного рычага, связывающего силу натяжения ленты с приложенным к барабану рулона тормозным моментом, а также разработке, компьютерной и экспериментальной апробации математических моделей предложенного механизма.

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработанные автором методы и подходы могут быть использованы при дальнейшем проектировании и моделировании автоматических линий с предложенным механизмом натяжения лент.

Практическая ценность результатов диссертационного исследования заключается в разработке рекомендаций для использования математических моделей при проектировании, наладке и эксплуатации автоматической линии с примененной системой натяжения лент упаковочного материала, а также в экспериментальной апробации и валидации результатов, внедрении новых механизмов на автоматических линиях предприятий ООО «Порционные продукты» и ООО Производственная Компания «Мед России».

Обоснованность и достоверность результатов исследований обеспечена использованием общепризнанных законов и положений теоретической механики и теории механизмов и машин, корректным применением математического аппарата и теории автоматического управления. Следует отметить применение современных средств измерения и обработки экспериментальных данных, а также сходимость результатов математического моделирования и натурального эксперимента.

Апробация работы и публикации. Полученные диссертантом результаты широко апробированы на международных конференциях и семинарах и отражены в 14 научных работах, из которых 3 статьи в журналах ВАК, 4 статьи в БД Web of Science или Scopus, патент на изобретение.

Структура и содержание работы. Диссертационная работа изложена на 154 страницах основного текста и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, приложений.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации и дается общая характеристика работы, включающая идею работы, цель и задачи, объект и предмет исследования, научную новизну, положения, выносимые на защиту, теоретическую и практическую значимость работы, методы исследований и достоверность полученных результатов, а также приводятся сведения об апробации, реализации результатов и публикациях по теме диссертации, личном вкладе автора.

В первой главе проведен обзор известных механизмов разматывания и перемещения лент на технологическом оборудовании, представлен анализ способов и методов перемещения лент на автоматических упаковочных линиях. Достаточно подробно рассмотрены конструкции оборудования, проанализированы ключевые особенности и недостатки существующих машин, на основании чего сформулированы и поставлены цель и задачи исследования.

Вторая глава включает синтез и анализ механизма разматывания и протягивания лент. Разработана схема двухподвижного механизма, включающего кинематическую обратную связь в виде поворотного рычага, проведен его геометрический анализ. Рассмотрены вопросы силового и динамического анализа, в результате чего показано, что сила натяжения ленточного материала стабильнее, чем в существующих аналогах, при этом влияние дискретного режима работы на процесс разматывания ленты незначительное. Новизна синтезированного механизма защищена патентом РФ на изобретение.

В третьей главе разработана система одновременного перемещения двух лент и описан метод оценки их положений. Электропривод с обратной связью на

базе датчика угла поворота и фотоэлектрического датчика позволяет проводить контроль, измерение и управление перемещением двух лент. Построена математическая модель перемещения двух лент и рассмотрены виды внешних возмущений, которые влияют на работу линии: погрешности измерительной системы, замена этикетки, склейка и стык печати.

Четвертая глава посвящена моделированию алгоритмов расчета перемещения лент в автоматической линии. Разработаны три алгоритма расчета: на основе измерения расстояний между фотометками (алгоритм 1), на основе изменения координаты фотометки (алгоритм 2) и на основе ПИ-регулятора (алгоритм 3), а также алгоритм коррекции одной ленты относительно другой, дополняющий алгоритмы 1 и 2. Проведен численный эксперимент при широком наборе варьируемых параметров, позволяющий оценить эффективность, выделить достоинства и недостатки каждого алгоритма.

Пятая глава содержит результаты экспериментальных исследований разработанного устройства и методов расчета перемещения лент. Представлена экспериментальная установка автоматической линии АЛБ 165, на базе которой испытан синтезированный механизм разматывания и протягивания рулонного материала. Проведены натурные испытания, позволяющие оценить точность и эффективность разработанных алгоритмов, изложены рекомендации по их практическому применению.

В заключении сформулированы основные результаты работы и выводы по диссертации.

Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Несмотря на общее положительное впечатление о работе, можно выделить следующие **замечания**.

1. В работе говорится о проведенном структурном синтезе механизма, одним из аспектов которого является анализ подвижности, в кинематическом анализе утверждается о наличии у механизма двух степеней свободы, однако расчет подвижности по структурным формулам или математическим моделям не приводится.

2. В пункте 2.3 используется термин «статический анализ», что является некорректным, так как из примененного принципа Даламбера и расчетной схемы следует, что произведен кинетостатический или силовой анализ.

3. Одной из целей силового анализа в машиностроении является оценка прочности деталей и узлов машин. В работе не рассчитываются усилия в кинематических парах, на основании чего можно было бы провести проектный расчет подшипниковых узлов, а также не даются рекомендации по выбору ленты из соображений ее прочности, исходя из силы натяжения в устройстве протягивания и перемещения.

4. Стиль изложения работы имеет некоторые недостатки, затрудняющие восприятие текста диссертации:

– сложность чтения формул вследствие большого количества безразмерных величин и переобозначений, некоторые обозначения сложно найти в тексте диссертации, например F_s в формуле (2.5) не расшифрована в тексте и показана только на рисунке 2.3. В данном случае, возможно, следовало бы сделать список обозначений.

– некоторые рисунки располагаются далеко от упоминания в тексте, например рис. 5.6.

5. Недостаточно подробно раскрыто описание установки в пункте 5.1. Перечисленные в тексте компоненты автоматической линии не показаны позициями на рисунке.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают научной и практической значимости работы.

Заключение.

Диссертационная работа Замурагина Юрия Михайловича на тему «Разработка и анализ механизмов для натяжения и оценки положений рулонных материалов в упаковочном оборудовании» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании проведенных автором исследований изложены новые результаты и решены актуальные для науки и промышленности задачи.

Считаю, что диссертационная работа по актуальности, новизне и практической значимости, а также объему выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Замурагин Юрий Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Официальный оппонент:

Доцент кафедры «Технической механики и специальных машин имени профессора А.А. Петрика»

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,

кандидат технических наук (специальность 05.02.18 – Теория механизмов и машин)

Дата: 20.08.2025 г.

Приходько Александр Александрович

Ученый секретарь Ученого совета
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Гончар Виктория Викторовна

Телефон: +7(861)255-97-43

e-mail: sannic92@gmail.com

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Адрес: 350072, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, 2, ФГБОУ ВО «КубГТУ»