



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505279, ОКПО 02068574
ул. Политехническая, д. 29 литера Б,
вн. тер. г. муниципальный округ Академическое,
г. Санкт-Петербург, 195251
тел.: +7(812)552-60-80, office@spbstu.ru

28.07.2025 № 00-21-4-202

на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ
проректор по научной работе
федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
кандидат физико-математических наук
Фомин Юрий Владимирович



июль 2025г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу

Замурагина Юрия Михайловича

«Разработка и анализ механизмов для натяжения и оценки положений рулонных материалов в упаковочном оборудовании», представленную в диссертационный совет 24.1.075.01 на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.2. Машиноведение

Актуальность темы диссертационной работы

Внедрение новых компонентов промышленной автоматизации для совершенствования машин и технологического оборудования позволяет улучшить технические характеристики машин, повысить эффективность, быстродействие и производительность, создавать более компактные и функциональные машинные агрегаты и механические системы. При этом грамотное проектирование и создание новых механизмов машин не может обходиться без адекватных и научно обоснованных математических моделей этих механизмов и технологических процессов, выполняемых оборудованием.

003079

Разработке математической модели механизма разматывания рулонных материалов, моделированию позиционирования этих материалов и диагностике их положений в упаковочной технике посвящена диссертационная работа Ю.М. Замурагина.

Содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 105 наименований. Работа содержит 154 страницы основного текста, 71 рисунок, 3 таблицы, 3 приложения.

Во введении раскрывается актуальность выбранной темы диссертационного исследования, определяются его цель и ключевые задачи. Сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая ценность работы, основные положения, выносимые на защиту. Описываются использованные методы исследования и аргументируется достоверность достигнутых результатов. Приводятся данные об апробации исследования, вкладе автора в разработку темы, публикациях по теме диссертации, а также сведения о её структуре и объёме.

Первая глава посвящена описанию и анализу устройств, механизмов и методов разматывания и перемещения рулонных материалов. В результате выполненного обзора автором показано, что известные механизмы протягивания лент предназначены в основном для работы с постоянной скоростью, а системы перемещения и позиционирования материалов ограничены типом используемого упаковочного материала и диапазоном регулирования. На основании сделанных выводов сформулированы задачи исследования.

Во второй главе представлены синтез и анализ механизма разматывания и протягивания лент из рулона для работы в дискретном режиме, в котором предложено использовать кинематическую обратную связь между разматываемой лентой и тормозом рулона. Приводится математическая модель механизма, анализ которой показал, что по сравнению с известными решениями сила натяжения материала в процессе разматывания рулона в предложенном механизме почти не изменяется, а влияние динамических эффектов, вызванных дискретным режимом работы, несущественно.

В третьей главе описывается предложенная автором новая механическая система протягивания лент упаковочных материалов для автоматической линии и метод оценки их положений. В разработанной системе используется электропривод с обратной связью и оптическая измерительная система, позволяющая определять координату одной из лент. Разработана математическая модель процесса перемещения двух лент, лежащая в основе метода оценки их положений на автоматической линии. Приведены основные расчетные формулы, виды возмущений, встречающиеся при эксплуатации автоматических упаковочных линий.

В четвертой главе для механической системы протягивания лент анализируются три разработанные автором алгоритма расчета величины перемещения лент приводом, использующие усреднение показаний измерительной системы по заданным правилам. Результаты проведенного исследования и численного моделирования работы алгоритмов показали возможность безаварийной работы автоматической упаковочной линии и применимость алгоритмов для расчета величины перемещения лент.

В пятой главе приводятся результаты экспериментального исследования разработанных алгоритмов на стенде «Автоматическая линия блистерной упаковки АЛБ 165». Результаты эксперимента показали, что точность измерительной системы недостаточна для использования одного из алгоритмов. При этом результаты эксперимента для двух других алгоритмов совпали с численным моделированием их работы, что подтверждает адекватность математической модели и работоспособность предложенного метода.

В заключении обобщены результаты, подведены общие итоги исследования и сделаны выводы, имеющие научное и практическое значение.

Научная новизна исследования:

1. Синтезирована кинематическая схема механизма разматывания, в которой реализована кинематическая обратная связь, позволяющая регулировать силу натяжения ленты за счет изменения тормозного момента на разматываемом рулоне.

2. Предложена следящая электромеханическая система перемещения двух лент, обеспечивающая высокую точность их позиционирования на автоматической упаковочной линии.

3. Разработаны математические модели механизма разматывания рулонного материала и перемещения лент, позволившие выполнить параметрический синтез механизма разматывания и протягивания рулонного материала и сформулировать рекомендации по настройке системы перемещения лент.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов исследования обеспечивается использованием классических положений теоретической механики, теории машин и механизмов, вычислительной механики, математического и компьютерного моделирования. Верификация полученных результатов проводилась при помощи натуральных экспериментов и производственных испытаний.

Практическая значимость исследования:

1. Для автоматических упаковочных линий разработан и изготовлен универсальный механизм разматывания рулона и протягивания ленты, обеспечивающий ее натяжение на длине обрабатываемого участка.

2. Разработана и изготовлена электромеханическая система перемещения лент на автоматической упаковочной линии для их совместной обработки.

3. Разработан метод позиционирования двух рулонных материалов относительно друг друга и технологических станций, позволивший в реальном времени оценивать положение лент на автоматической упаковочной линии и техническое состояние автоматической линии.

4. Разработанные механизм и электромеханическая система перемещения лент внедрены в серийно производимые автоматические упаковочные линии, что подтверждается соответствующими актами внедрения.

Полученные результаты исследований **доклаживались и обсуждались** на различных российских и международных научных конференциях.

По теме выполненного исследования **опубликовано** 15 научных работ, в том числе 3 – в ведущих научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 4 – в иностранных научных изданиях, получен патент РФ на изобретение.

Замечания по работе:

1. В работе говорится о недопустимости растяжения ленты, но не приводится расчет возникающих в ленте напряжений и их сравнение с напряжениями текучести материала.

2. В главе 2 показано, что предложенный механизм натяжения используется для верхнего упаковочного материала с этикетками. Возможно ли использование механизма для нижней полимерной ленты?

3. В главе 3 приводятся виды внешних воздействий, возникающих в процессе работы автоматической линии, но не дана информация о численных величинах описанных воздействий.

4. Не ясно как определен выбор длин n массива измерений S при численном моделировании работы алгоритмов 1 и 2 в главе 4.

5. При определении области допустимых значений параметров алгоритма, основанного на ПИ-регулировании, не понятен выбор величин возмущений, после воздействия которых алгоритм должен вернуть этикетку в заданное положение.

6. В главе 5 не указан тип материала покровной ленты, используемый в эксперименте.

Приведенные замечания не снижают ценности выполненного исследования и полученных результатов. Замечания также не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа и отзыв ведущей организации обсуждены на заседании Высшей школы транспорта института машиностроения, материалов и транспорта ФГАОУ ВО «СПбПУ» «3» июля 2025 г., протокол № 8. По результатам обсуждения следует отметить, что полученные автором диссертации научно обоснованные результаты синтеза механизмов с кинематической и информационной обратной связью для разматывания и протягивания рулонных материалов, разработанные методы позиционирования этих материалов и оценки технического состояния упаковочного оборудования в реальном времени экспериментально апробированы и применимы в современной технике,

направлены на повышение безотказности и эффективности технологического оборудования. Сказанное подчеркивает значение поставленных и решенных задач диссертации в развитии научных методов и подходов к проектированию новых механизмов и механических систем машин.

Диссертация «Разработка и анализ механизмов для натяжения и оценки положений рулонных материалов в упаковочном оборудовании» соответствует требованиям пунктов 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Замурагин Юрий Михайлович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Отзыв составили:

Профессор Высшей школы транспорта
Санкт-Петербургского политехнического
университета Петра Великого,
доктор технических наук, доцент,
председатель диссертационного
совета У.2.5.2.42 по специальности
«Машиноведение»

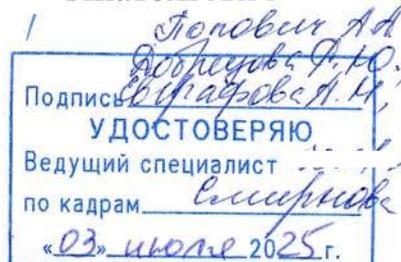
1 ✓ 1
Добрецов Роман
Юрьевич

Заведующий кафедрой теории машин и механизмов
Санкт-Петербургского политехнического
университета Петра Великого,
кандидат технических наук,
доцент, член диссертационного
совета У.2.5.2. 42 по специальности
«Машиноведение»

1 ✓
Евграфов Александр
Николаевич

Директор Института машиностроения
материалов и транспорта
Санкт-Петербургского политехнического
университета Петра Великого

1 ✓
Попович Анатолий
Анатольевич



Контакты ведущей организации

Адрес: 195251, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г. муниципальный округ
Академическое, ул. Политехническая, д.29 литера Б
Телефон: +7 (812) 297-20-95
Эл. почта: office@spbstu.ru