

Утверждаю:

Проректор по научной работе
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский автомобильно-
дорожный государственный
технический университет» (МАДИ),

доктор технических наук,
профессор



М.Ю. Карелина

2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет» (МАДИ) на диссертационную работу Гончарова Кирилла Александровича «Развитие элементов теории проектирования многоприводных ленточных конвейеров», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение

Актуальность темы

Диссертационная работа посвящена развитию элементов теории проектирования многоприводных ленточных конвейеров и комплексно решает ряд задач, заключающихся в создании математических моделей распределения тяговых усилий внутри систем приводов, учитывающих случайную природу сопутствующих рабочих процессов, интеграции разработанных автором моделей в существующие методы тягового расчета, что в совокупности позволяет разработать научную концепцию единого дифференциального тягового расчета ленточных конвейеров.

Предлагаемая автором научная концепция объединяет в себе существующие на данный момент достижения в области проектирования ленточных конвейеров, а именно значительный вклад отечественных и зарубежных ученых в области исследований сопротивления движению ленты, тягового расчета, конструктивных особенностей тех или иных типов приводов, применяемых в структуре конвейеров. При этом стоит отметить, что указанные исследования лишь частично применимы при проектировании многоприводных конвейеров, что связано с отсутствием системных исследований в области поведения приводов внутри единой структуры системы приводов конвейера. Общепринятый проектный подход при создании

таких машин заключается в использовании идеи восприятия каждым из приводов конвейера тягового усилия, соответствующего его граничным условиям по сцеплению с лентой. При этом в реальности тяговые усилия распределяются как с учетом вида механических характеристик приводов, так и с учетом продольного растяжения грузонесущей и тяговых лент.

Актуальность работы К.А. Гончарова, целью которой является развитие элементов теории проектирования многоприводных ленточных конвейеров на основе вероятностного прогнозирования расчетных ситуаций, дифференциации тягового расчета в зависимости от уникальности структур систем приводов, реализации рекомендаций в области управления работой приводов, позволяющих в совокупности обеспечивать наилучшие показатели качества проектируемой машины в соответствии с принятыми критериями эффективности, не вызывает сомнений

Оценка структуры и содержания работы.

Диссертация состоит из введения, 6 разделов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Объем работы с приложениями – 293 страницы. Диссертация содержит 119 рисунков, 21 таблицу, 3 приложения, 314 источников литературы.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, кратко описана степень разработанности темы, определен объект исследования, сформулированы цель и задачи исследования, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, кратко описаны методология и методы исследований, приведены положения, выносимые на защиту, степень достоверности и результаты апробации работы, реализация, внедрение и публикации по результатам диссертационного исследования, описаны структура и объем работы.

В первом разделе проанализированы существующие типовые и уникальные конструкции систем приводов ленточных конвейеров, рассмотрены применяемые в них системы управления. Предложена классификация устройств безопасности по степени воздействия на привод. Выполнен критический анализ существующих отечественных и зарубежных методов моделирования, тягового расчета и проектирования ленточных конвейеров.

Второй раздел посвящен созданию вероятностной математической модели распределения тяговых усилий внутри систем приводов ленточных конвейеров, позволяющей анализировать возможные случайные комбинации тяговых усилий при неопределенности ряда входных параметров.

В третьем разделе представлены результаты исследования и установлены закономерности совместной работы приводов ленточных конвейеров при наличии случайных отклонений механических характеристик их электродвигателей. Обоснована методика выбора рациональных вариантов систем приводов ленточных конвейеров на основе метода анализа иерархий. Выработаны условия корректного применения предлагаемой методики в процессе выбора рациональных вариантов технических объектов. Предложен адаптивный комплекс критериев эффективности систем приводов ленточных

конвейеров. Разработан комплекс проектных мер реализации рациональной компоновки систем приводов на основе полученных закономерностей с учетом критериев их эффективности.

В четвертом разделе представлены результаты экспериментальных исследований поведения сыпучего груза при осуществлении перегрузочных процессов применительно к промежуточным барабанным приводам типа «ложный сброс». Разработана принципиальная схема и создан натурный образец экспериментального стенда для исследования влияния конструкции промежуточного ленточного привода ленточного конвейера на его рабочие процессы. Разработана методика и приведены результаты исследований поведения промежуточных ленточных приводов с применением стенда. Приведены результаты экспериментальных исследований особенностей работы электрического привода в виде обобщенного приводного механизма подъемно-транспортной машины в продолжительных режимах включения, соответствующих режимам работы ленточных конвейеров, с применением преобразователей частоты и на естественных механических характеристиках.

В пятом разделе представлен разработанный метод дифференциального тягового расчета многоприводных ленточных конвейеров, реализующий концепцию представления структурных элементов процесса тягового расчета в виде трех взаимосвязанных классифицирующих признаков «принцип распределения тяговых усилий между приводами – особенности конструкции приводов – принцип определения сопротивлений передвижению ленты». Метод позволяет варьировать степень точности результатов в зависимости от целей расчета и уникальности структур систем приводов.

В шестом разделе представлены запатентованные технические решения по совершенствованию конструкций натяжных устройств многоприводных ленточных конвейеров, а также сформулированы базовые положения и предложена поэтапная общая методика теплового диагностирования ленточных конвейеров.

В заключении сформулированы выводы и отражены полученные результаты диссертационного исследования.

Структура диссертации обладает логическим единством, соответствует поставленной цели и задачам исследования. Выдвигаемые соискателем положения, а также сформированные в диссертации выводы и предложения являются новыми.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.5.2. Машиноведение (п. 2 – Теория и методы проектирования машин и механизмов, систем приводов, узлов и деталей машин; п. 4 – Повышение точности и достоверности расчетов объектов машиностроения, разработка нормативной базы проектирования, испытания и изготовления объектов машиностроения).

Содержание разделов работы соответствует теме диссертации, а также поставленным целям и задачам.

Соответствие автореферата диссертации её содержанию.

Автореферат диссертации соответствует её содержанию, отражает основные идеи и выводы, вклад автора в проведенное исследование, новизну и практическую значимость проведенных исследований. В автореферате приведен список публикаций автора диссертации, в которых отражены основные научные результаты диссертационной работы.

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования.

Личный вклад соискателя состоит в постановке целей и задач исследования, разработке математических моделей (вероятностной модели распределения тяговых усилий внутри систем приводов и модели совместной работы электродвигателей и гидромuft при отклонении механических характеристик), создании концепции и метода дифференциального тягового расчета, методик и технических решений при проведении экспериментальных исследований, обобщении и систематизации полученных результатов, а также научном обосновании технических решений, защищенных патентами.

Степень достоверности результатов исследования.

Теоретические исследования проводились на основе положений и методов теории вероятностей и случайных процессов, теоретической механики, теории механизмов и машин, компьютерного имитационного моделирования, экспериментальной механики, термодинамики, статистических испытаний, теории принятия решений. Степень достоверности научных положений и выводов подтверждается корректным использованием методов исследования, результатами проведенных натурных экспериментов, опытом проектирования и эксплуатации ленточных конвейеров различного назначения и конфигурации.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки.

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

1 Разработаны математические модели, установлены и исследованы закономерности распределения тяговых усилий внутри систем приводов ленточных конвейеров в условиях предпроектной неопределенности ряда конструктивных параметров с учетом случайного характера их воздействия на рабочие процессы систем приводов.

2 Обоснованы общие условия применения различных типов систем управления при проектировании структур систем приводов ленточных конвейеров соответствующей конфигурации.

3 Разработана система внутренних сочетаний отклонений скольжения ленты относительно ведущих валов электродвигателей для многодвигательных приводов ленточных конвейеров, обязательных для анализа при проведении процедуры дифференциального тягового расчета.

4 Сформированы зависимости, позволяющие оценить трудоемкость вероятностного моделирования распределения тяговых усилий внутри системы приводов ленточного конвейера с учетом её структуры, а также

составить детальные качественные описания каждого расчетного случая при моделировании.

5 Уточнен и обоснован комплекс критериев оценки эффективности систем приводов ленточных конвейеров; определены условия, обеспечивающие корректное применение данного комплекса в контексте различных методов принятия проектных решений.

6 Экспериментально выявлена нестабильность процесса истечения груза через каскад выпускных отверстий в загрузочных и перегрузочных пунктах трасс конвейеров в части значений коэффициента истечения груза, влияющая на дифференциацию величин распределенных нагрузок при проведении тягового расчета; установлена необходимость обязательного экспериментального уточнения данного параметра в каждом конкретном случае применения загрузочных устройств с каскадом выпускных отверстий.

7 Экспериментально установлены закономерности взаимодействия грузонесущей и тяговой лент промежуточного привода конвейера, в частности неравномерность их сцепления в зоне контакта по ширине, что выражается в проявлении ряда преимущественных продольно ориентированных зон, расположение которых в поперечной ориентации соответствует точкам контакта сечений лент с ребрами роликов поддерживающих роликоспор.

Практическая значимость работы заключается в следующем.

1 На основе созданных математических моделей разработан метод дифференциального тягового расчета многоприводных ленточных конвейеров, позволяющий варьировать степень точности его проведения в зависимости от целей расчета и уникальности структур систем приводов.

2 Разработан комплекс проектных мер, реализующих рациональную компоновку систем приводов ленточных конвейеров с учетом критериев эффективности на основе полученных закономерностей их совместной работы при случайных отклонениях механических характеристик электродвигателей.

3 Разработана принципиальная схема и создан натурный образец экспериментального стенда для исследования влияния конструкции промежуточного ленточного привода ленточного конвейера на его рабочие процессы, защищенный патентом РФ; предложены методики выполнения ряда экспериментальных исследований с использованием разработанного стенда.

4 Разработан, теоретически обоснован и защищен патентами РФ ряд технических решений дифференциальных натяжных устройств ленточных конвейеров, позволяющих реализовывать дополнительные возможности по управлению работой приводов ленточных конвейеров без усложнения и принципиального изменения систем управления двигателями.

5 Разработаны базовые положения и предложена поэтапная общая методика теплового диагностирования ленточных конвейеров.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.

Полученные при проведении диссертационного исследования результаты имеют важное практическое значение и рекомендуются для

использования при проектировании систем приводов ленточных конвейеров, что позволит увеличивать точность результатов проводимых расчетов, а также создавать рациональные системы приводов для каждого конкретного проектного случая с учетом соответствующих критериев эффективности.

Разработанные математические модели, метод и методики, а также практические рекомендации используются: ООО «Научно - исследовательский институт автоматики, телемеханики и метрологии» (г. Брянск); ОАО «Кузбассги-прошахт» (г. Кемерово) - при проведении научно-исследовательских работ; ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» в учебном процессе при подготовке инженеров по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Новизна полученных результатов исследования.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

1 Сформулирована концепция дифференциального тягового расчета ленточных конвейеров различной конфигурации, основанная на представлении структурных элементов процесса тягового расчета в виде трех взаимосвязанных классифицирующих признаков «принцип распределения тяговых усилий между приводами – особенности конструкции приводов – принцип определения сопротивлений передвижению ленты» с соответствующим математическим описанием, набор которых для каждого уникального проектного случая формирует соответствующие специфические системы уравнений тягового расчета.

2 Разработана вероятностная математическая модель распределения тяговых усилий внутри систем приводов ленточных конвейеров, позволяющая анализировать возможные случайные комбинации тяговых усилий при неопределенности ряда входных параметров (типов применяемых лент, типов применяемых систем управления приводами, действительных механических характеристик, реализуемых поставляемыми электродвигателями), прогнозировать технические последствия отказа системы приводов при неблагоприятном случайном сочетании параметров моделирования, определять на стадии проектирования технические меры воздействия, обеспечивающие качественную работу конвейера.

3 Разработана математическая модель совместной работы электродвигателей и гидромуфт, позволяющая анализировать возможные негативные сочетания их механических характеристик при отклонении показателей скольжения ленты от номинальных значений, синтезировать аналитическое описание функции механической характеристики совместной работы электродвигателя и гидромуфты.

4 Установлены закономерности совместной работы приводов ленточных конвейеров при наличии случайных отклонений механических характеристик их электродвигателей и разработан комплекс проектных мер, позволяющий формировать эффективные системы приводов на основе минимизации влияния неблагоприятных случайных факторов производства и эксплуатации на их работу.

5 Получены и обобщены результаты экспериментальных исследований, позволяющие повысить точность процедуры проектирования промежуточных барабанных приводов ленточных конвейеров типа «ложный сброс» в части учета особенностей формирования потока груза при прохождении перегрузочных пунктов с нерегулируемыми каскадами выпускных отверстий с целью минимизации воздействия циклических ударных нагрузок на грузонесущую ленту при транспортировании мелкокусковых, зернистых, порошкообразных и пылевидных грузов.

6 Получены и обобщены результаты экспериментальных исследований, позволяющие повысить точность процедуры проектирования промежуточных ленточных приводов ленточных конвейеров в части учета неравномерности сцепления грузонесущей и тяговой лент по ширине, формирующей условия ограничения буксования приводов данного типа.

Следует отметить неудачное, на наш взгляд, объединение результатов, выводов и рекомендаций в разделе Заключение, что осложнило восприятие работы. В целом по содержанию результаты и выводы отражают решение основных задач исследования, сформулированных в разделе 1. Результаты и выводы являются насыщенными, комплексными, целенаправленными на доказательство завершения работы, подтверждение научной новизны и практической ценности.

Замечания по диссертационной работе.

1 Выглядит неудачным термин «случайное сочетание...» применительно к проектированию систем привода ленточных конвейеров.

2 В тексте используется термин «скольжение электродвигателей». По-видимому, имеется в виду скольжение ленты относительно приводного вала электродвигателя. При этом не отмечено направление скольжения ленты: продольное (по направлению движения груза) или поперечное.

3 В тексте главы 4 и в пункте 6 Заключения значения температуры приведены с точностью $0,01^0$ С. Однако при описании применяемого оборудования отмечено, что точность тепловизора Fluke Ti40 составляет $0,08^0$ С.

4 В разделе 2 при описании предложенных автором математических моделей не приведены начальные и граничные условия их существования.

5 Методика теплового диагностирования в разделе 6.3 представлена в обобщенном виде, имеет описательный характер.

6 В процессе математического моделирования, расчётов и экспериментальных исследований не учитывалось влияние температуры, влажности, структуры транспортируемых материалов и запылённости окружающей среды.

Указанные замечания носят формальный и уточняющий характер, не снижают научную и практическую значимость и ценность работы.

Заключение по диссертации о соответствии её требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертация Гончарова Кирилла Александровича «Развитие элементов теории проектирования многоприводных ленточных конвейеров» на соискание ученой степени доктора технических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические (принципиальная схема и натурный образец экспериментального стенда для исследования влияния конструкции промежуточного ленточного привода ленточного конвейера на его рабочие процессы, ряд технических решений дифференциальных натяжных устройств ленточных конвейеров), технологические (общая методика теплового диагностирования ленточных конвейеров) и проектные решения (метод дифференциального тягового расчета многоприводных ленточных конвейеров, комплекс проектных мер, реализующих рациональную компоновку приводов ленточных конвейеров с учетом критериев эффективности), внедрение которых вносит значительный вклад в развитие производства конвейерных транспортных систем.

Диссертация соответствует требованиям п. 9, 10, 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а её автор Гончаров Кирилл Александрович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Заключение рассмотрено на заседании кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет» (МАДИ), 29 августа 2022 г., протокол № 13. Присутствовали на заседании 11 чел.

Результаты голосования «за» – 11, «против» – 0, «воздержалось» – 0.

Отзыв составили:

Заведующий кафедрой

«Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин»

д.т.н., профессор (специальность по диссертации 05.05.04 - дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины

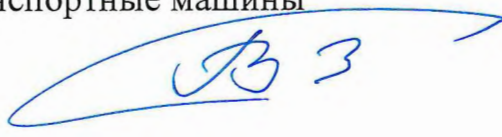
д.т.н., профессор

(специальности диссертации:

05.02.08 – Технология машиностроения

и 05.02.11 – Методы контроля и диагностика

в машиностроении)



В.А. Зорин



Н.И. Баурова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». 125319, г. Москва, Ленинградский проспект, 64. Телефон: +7(499) 155-01-55; E-mail: madi-dm@list.ru.