



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ФГАОУ ВО «ЮурГУ (НИУ)»

ЮурГУ

Проспект Ленина, 76, Челябинск, Россия 454080, тел./факс (351)267-99-00, e-mail: info@susu.ru, www.susu.ru
ОКПО 02066724, ОГРН 1027403857568, ИНН/КПП 7453019764/745301001

№_____

На №_____ от _____

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ФГАОУ ВО «Южно-Уральский
государственный университет (националь-
ный исследовательский университет)»,
доктор, технических наук, профессор

А.Л. Шестаков

"15" марта 2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (националь-
ный исследовательский университет)», г. Челябинск на диссертационную
работу Альтахера Аббаса А. Карима на тему «Структурно-параметрический
синтез электропривода ленточного конвейера с повышенной способностью
демпфирования упругих колебаний», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Элек-
тротехнические комплексы и системы»

На отзыв ведущей организации представлены следующие материалы:

- диссертация, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений и акта внедрения результатов работы на предприятии;
- автореферат диссертации, в котором дана общая характеристика работы, приведены основные результаты, выводы и рекомендации.

Представленные материалы с достаточной полнотой раскрывают сущность диссертационной работы и дают возможность оценить и квалифицировать ее с точки зрения научной и практической ценности на соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Актуальность темы диссертации

Конвейеры широко используются в добывающей и перерабатывающей промышленности. Процесс перемещения груза усложняется внешними и внутренними факторами. К ним можно отнести: упругость конвейерной ленты, действие диссипативных сил, случайный характер нагрузки, сложность описания асинхронного двигателя и др. При этом большинство существующих электроприводов конвейеров имеют простейшие схемы управления (ступенчатое реостатное регулирование). Это существенно ограничивает возможности таких структур и не позволяет в полном объеме решать поставленные задачи. Широкое распространение частотных преобразователей, их доступность и возможность создания электропривода с требуемыми характеристиками привело к тому, что передовые производители конвейеров (например, ONT SpA) начали использовать частотно-регулируемые асинхронные электроприводы в своей продукции. Это позволило решить ряд вопросов, связанных с работой конвейера: безударный пуск, снижение скорости в режиме наладки и малой нагрузки и повышение энергоэффективности.

Большое количество работ посвящено применению стандартных настроек. При этом асинхронный двигатель представляется либо нелинейной структурой, либо существенно упрощенной передаточной функцией 2-3 порядков. В то же время отсутствуют работы, посвященные вопросам синтеза электропривода конвейера, учитывающие особенности работы объекта управления и линеаризованного описания асинхронного двигателя. Так же представляет интерес вопрос реализации бездатчикового электропривода конвейера.

Таким образом, ряд вопросов совершенствования электроприводов конвейеров с учетом указанных требований остаются открытыми. Это позволило сформулировать тему актуального исследования.

Оценка содержания работы

Представленная к защите диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Основная часть работы изложена на 146 страницах машинописного текста, включает 84 рисунка, 3 таблицы. Библиографический список состоит из 125 наименований.

Во введении приведено обоснование актуальности исследований, сформулированы цель и задачи работы, отражены ее научная новизна и практическая значимость, положения, выдвигаемые на защиту и др.

В первой главе рассмотрены известные структуры электроприводов конвейера и его кинематической цепи. Даны сравнительная оценка существующих технических решений, показаны недостатки и возможные пути улучшения этих электроприводов. Обоснована необходимость повышения демпфирования упругих колебаний.

Во второй главе проведена разработка математической модели электротехнического комплекса конвейера с учетом упругости транспортерной ленты. Составлена расчетная схема кинематической цепи для однобарабанного конвейера. На ее основе получена система уравнений электропривода со скалярным частотным управлением асинхронного исполнительным двигателем. Для нахождения передаточных функций ленточного конвейера проведена линеаризация исходной математической модели и использован принцип суперпозиции.

Проведенные преобразования линеаризованной системы уравнений позволили определить искомые передаточные функции однобарабанного ленточного конвейера. Для оценки адекватности полученных передаточных функций была создана компьютерная модель однобарабанного ленточного конвейера модели TNG1200, которая позволила построить график изменения перемещения ленточного конвейера в районе контрбарабана при запуске асинхронного двигателя на номинальной частоте. При моделировании передаточной функции получен аналогичный график переходного процесса перемещения, что позволяет сделать вывод об адекватности полученных передаточных функций.

Также была разработана расчетная схема для двухбарабанного конвейера. Численные методы решения и компьютерное моделирование показали, что нестабильность скорости (несинхронность вращения роторов двигателей) приводит к колебательным процессам в транспортной ленте, что снижает ресурс ее работы.

В третьей главе выполнен структурно-параметрический синтез системы управления ЭТК ленточного конвейера с учетом нелинейности и нестационарности объекта управления и наличия упруго-диссипативных сил в транспортной ленте. Поэтому предложено использовать электропривод, построенный по принципу подчиненного регулирования координат с внутренним контуром момента и внешним контуром скорости.

Основными требованиями к системе управления конвейера являются синхронизация вращения двигателей и исключение колебательных переходных процессов в контуре скорости. В связи с этим выбрана желаемая передаточная функция внутреннего контура (момента).

Найдена передаточная функция регулятора момента, обеспечивающая монотонный характер переходного процесса в контуре

Аналогично была проведена настройка контура скорости. При этом для обеспечения монотонного характера переходного процесса необходим пропорционально-интегральный регулятор скорости с апериодическим фильтром на входе. Приведены результаты моделирования электропривода конвейера с полученными настройками регуляторов, которые показывают, что колебательные процессы действительно отсутствуют.

Аналогично была проведена настройка электроприводов двухбарабанного конвейера. Исследование разработанной расчетной модели показало, что при появлении

лении синусоидальной помехи в сигнале датчика скорости появляются упругие колебания в транспортной ленте.

Для устранения этих недостатков было предложено ввести перекрестные обратные связи по разности сигналов датчиков углов поворота роторов асинхронных двигателей. В этом случае ключевым моментом в синтезе системы управления является выбор коэффициента, позволяющий минимизировать амплитуду колебаний процесса растяжения ленты.

Четвертая глава посвящена разработке вычислителей координат электропривода ленточного конвейера. Для реализации разработанного электропривода необходимо два датчика – момента и скорости АД. В существующих серийных конвейерах эти датчики отсутствуют. В частотных преобразователях имеются датчики токов и напряжений.

Натурные эксперименты показали, что погрешность разработанного вычислителя момента не превышает 6%, а вычислителя скорости – 1% от реальной величины в диапазоне скоростей, необходимых для функционирования ленточного конвейера.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

В приложениях приведена информация, дополняющая основную часть работы, а также представлены документы, подтверждающие внедрение выполненных разработок.

Автореферат и опубликованные автором работы достаточно полно отражают содержание диссертации. Основные выводы и результаты отражены в 13 публикациях. В автореферате представлены основные идеи и выводы диссертации, и он адекватно отражает новизну, практическую значимость и личный вклад автора.

Новизна проведенных исследований и полученных результатов

Анализ содержания рассматриваемой диссертации позволяет сделать вывод, что автором получены следующие новые научные результаты:

1. Разработана линеаризованная математическая модель электротехнического комплекса однобарабанного ленточного конвейера, отличающаяся учетом начальных условий потокосцеплений асинхронного исполнительного двигателя и упруго-диссипативных свойств транспортной ленты.

2. Предложен способ структурного построения электропривода ленточного конвейера, отличающийся наличием внутреннего контура регулирования момента и позволяющий эффективно демпфировать колебания в упругой системе транспортной ленты

3. Разработана методика синтеза регуляторов электропривода ленточного конвейера, отличающаяся выбором желаемых передаточных функций разомкнутых контуров и обеспечивающая монотонный характер переходных процессов.

4. Разработан наблюдатель скорости ротора асинхронного двигателя, отличающийся вычислением скорости по измеренным действующим значениям тока, фазного напряжения и частоты на основе уточненной линеаризованной модели двигателя.

5. Предложен способ структурного построения системы управления электротехническим комплексом двухбарабанного ленточного конвейера, отличающийся введением перекрестных связей по углам поворота роторов асинхронных двигателей и обеспечивающий снижение амплитуд колебаний процесса растяжения-сжатия транспортной ленты.

Практическая значимость результатов работы

1. Разработанный электропривод позволяет провести модернизацию электротехнического комплекса ленточного конвейера с минимальными изменениями в конструкции механической части.

2. Новая методика синтеза регуляторов электропривода ленточного конвейера проста в инженерном применении и реализована в виде расчетного файла в программе MathCAD.

3. Использование разработанного электропривода позволяет увеличить ресурс транспортной ленты конвейера с двумя приводными барабанами.

4. Результаты работы использованы при модернизации электрооборудования транспортера на Сенгилеевском цементном заводе Ульяновской области.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием соответствующего математического аппарата, вычислительных программных комплексов, обоснованностью принятых допущений и подтверждается удовлетворительным совпадением результатов расчетов.

Результаты исследования прошли рецензирование в научных журналах.

Ведущая организация рекомендует использовать результаты диссертационной работы для структурно-параметрического синтеза электропривода ленточных конвейеров.

Альтахером Аббасом А. Каримом успешно проведена аprobация основных результатов диссертации при обсуждении на международных и всероссийских научно-технических конференциях и семинарах. Основное содержание диссертационной работы отражено в 13 печатных работах, из них 5 – статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

К диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Нет обоснования необходимости разработки вычислителей момента и скорости двигателя.

2. Не ясно, в чем отличие синтеза регуляторов системы подчиненного регулирования в рассматриваемой системе от традиционных настроек (с. 74, формула 3.8).

3. Рассматриваются два варианта ЭТК, однако не приводятся их области применения.

4. Проведен анализ влияния помех от датчиков на работу электропривода, при этом без основания помеха принимается синусоидальной с фиксированной частотой и амплитудой.

5. При проведении линеаризации (с. 24) не оговаривается допустимый уровень сигналов управления.

6. Требует пояснения возникновение «несинхронности вращения» (с. 67).

7. Отмечается, что погрешность вычислителя скорости не превышает 1%, однако в таблице 4.2 (с. 118) показана погрешность 4,3%.

8. Есть ли необходимость доработки предложенных схем для применения на других электротехнических комплексах, имеющих в своем составе упругое звено?

Приведенные замечания не имеют принципиального характера и не снижают общего положительного впечатления о работе.

Общие выводы

Диссертационная работа Альтахера Аббаса А. Карима является законченной научно-квалификационной работой. В работе на высоком уровне с новыми научными и практическими результатами решена актуальная для теории и практики задача, связанная со структурно-параметрическим синтезом электропривода ленточного конвейера.

Все разделы диссертации взаимосвязаны и в полной мере отвечают поставленной цели диссертации. Это позволяет определить диссертацию как завершенную научно-исследовательскую работу, написанную автором единолично. Диссертацию характеризует внутреннее единство по существу представленного материала, стилю, квалификационному уровню изложения и качеству оформления. Опубликованные работы, автореферат, а также выступления автора на научных семинарах и конференциях полностью отражают ее существо и соответствуют ей по содержанию, основным положениям и выводам.

Диссертационная работа удовлетворяет критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, которые установлены ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации в Положении о порядке присуждения ученых степеней (Постановление №842 от 24.09.2013 (ред. От 01.10.2018) Правительства РФ).

Диссертация Альтахера Аббаса А. Карима соответствует паспорту специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» по следующим пунктам:

1. Изучение системных свойств и связей, математическое и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем.

2. Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления.

По нашему мнению, Альтахер Аббас А. Карим заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

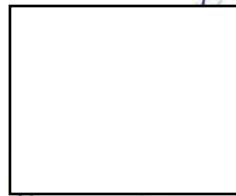
Диссертационная работа Альтахера Аббаса А. Карима, автореферат диссертации, а также отзыв ведущей организации рассмотрены и одобрены на заседании кафедры мехатроники и автоматизации ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» 01 марта 2021 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой мехатроники и автоматизации ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»,
кандидат технических наук, доцент



В.Р. Гасияров

Ученый секретарь кафедры мехатроники и автоматизации ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»,
кандидат технических наук, доцент



И.А. Якимов

Сведения:

Адрес: Россия, 454080 Челябинск проспект Ленина, 76

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Сайт: www.susu.ru

Телефон: +7 (351) 272-32-30

Эл. почта: gasiyarovvr@susu.ru

