

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Альтахера Аббаса А. Карима

**«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 – Электротехнические комплексы и системы

### Актуальность темы

Тема, выбранная Альтахером Аббасом А. Каримом для исследования, представляет собой важную и актуальную с точки зрения синтеза и эксплуатации электротехнических комплексов конвейеров научно-техническую проблему построения системы с повышенной способностью демпфирования колебаний.

Одной из основных задач в таких электроприводах является создание моделей с учетом кинематической цепи. 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.

Немаловажной задачей является синтез электропривода с повышенной способностью демпфирования колебаний. Большое количество работ посвящено применению стандартных настроек регуляторов электропривода. В то же время отсутствуют работы, посвященные вопросам синтеза электропривода конвейера, учитывающие упруго-диссипативные свойства транспортной ленты. Так же представляет интерес реализация бездатчикового электропривода с асинхронным исполнительным двигателем,

что позволяет производить модернизацию существующих ленточных конвейеров без изменения конструкции механической части.

Предложенные соискателем результаты работы способствуют решению вопросов синтеза электроприводов с повышенной способностью демпфирования упругих колебаний.

### **Оценка содержания диссертации**

Диссертация изложена на 146 страницах, состоит из введения и 4-х глав, списка использованной литературы из 125 наименований отечественных и зарубежных источников. Ее характеризует внутреннее единство по существу представленного материала, стилю, квалифицированному уровню изложения и качеству оформления. Стиль изложения и четкость формулировок в основном удовлетворяют требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Все разделы диссертации взаимосвязаны, поскольку достаточно полно в своей совокупности отвечают поставленной цели диссертации – синтезу электропривода ленточного конвейера с повышенной способностью демпфирования упругих колебаний. Это позволяет определить ее как законченную научно-исследовательскую работу, написанную автором единолично.

Глава I посвящена аналитическому обзору научно-технической литературы по вопросам существующих электроприводов конвейеров. Дано их сравнение. Обоснована необходимость повышения демпфирования упругих колебаний.

Во II главе проведена разработка математической модели электротехнического комплекса конвейера с учетом упругости транспортной 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.

Глава III посвящена структурно-параметрическому синтезу системы управления ЭТК ленточного конвейера с учетом наличия упруго-диссипативных сил в транспортной ленте. Предложено использовать электропривод, построенный по принципу подчиненного регулирования координат с внутренним контуром момента и внешним контуром скорости. Найдена передаточная функция регулятора момента, обеспечивающая монотонный характер переходного процесса в контуре. Для устранения синусоидальных колебаний, вызванных помехами, автор предлагает ввести перекрестные обратные связи по разности сигналов датчиков углов поворота роторов асинхронных двигателей.

В IV главе проведена разработка вычислителей координат электропривода ленточного конвейера. 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.

### **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 работы**

На основании проведенных теоретических и экспериментальных работ автором диссертации получены следующие результаты, имеющие практическую значимость:

1. Разработана линеаризованная математическая модель однобарабанного ленточного конвейера, учитывающая влияние упругих и диссипативных сил в транспортной ленте на работу асинхронного двигателя, причем расхождение результатов, полученных в линейной и нелинейной моделях, не превышает 1%.

2. Предложено в электроприводе ленточного конвейера использовать двухконтурную систему подчиненного регулирования скорости с внутренним контуром регулирования момента. Произведенный параметрический синтез регуляторов обеспечивает монотонный характер переходных процессов и отсутствие колебаний в упругой системе транспортной ленты однобарабанного конвейера.
3. Разработана система синхронизации движения барабанов в двухдвигательном приводе ленточного конвейера, замкнутая по разности сигналов датчиков угла поворота роторов асинхронных двигателей.
4. Предложена методика синтеза регуляторов системы управления электротехническим комплексом двухбарабанного конвейера, обеспечивающая снижение амплитуд колебаний в упругой системе транспортной ленты в 200 раз, что приводит к увеличению ресурса ее работы.
5. Разработаны наблюдатели момента и скорости на основе уточненной линеаризованной модели асинхронного двигателя при скалярном частотном управлении, позволяющие вычислить момент асинхронного двигателя, погрешность которого не превышает 6% от фактического значения, и скорость двигателя с погрешностью до 1% от реальной величины в диапазоне скоростей, необходимых для функционирования ленточного конвейера.
6. Методом компьютерного моделирования доказано, что амплитуда колебаний процесса растяжения транспортной ленты в однобарабанном конвейере длиной 167,1 м с разработанным электроприводом и наблюдателями момента и скорости не превышает 2 мм, в ленточных конвейерах с двумя приводными барабанами. Использование датчиков углов поворота роторов асинхронных двигателей и наблюдателей момента и скорости позволило исключить упругие колебания в транспортной ленте при условии действия периодических помех в сигналах наблюдателей.



### **Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

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

Результаты исследования прошли рецензирование в научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

### **Публикации и апробация диссертационной работы**

Основное содержание диссертационной работы отражено в 13 печатных работах, из них 5 - статьи в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ и 1 программа для ЭВМ.

### **Соответствие диссертации установленным критериям**

Диссертация Альтахера Аббаса А. Карима «Структурно-параметрический синтез электропривода ленточного конвейера с повышенной способностью демпфирования упругих колебаний» выполнена в соответствии с паспортом специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Рассматриваемая диссертация полностью отвечает квалификационным признакам и принципам соответствия, которые установлены нормативным документом «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Диссертация написана в хорошем научном стиле и содержит новые научные результаты, обладающие также и практической значимостью.

Результаты диссертационной работы отражены в достаточном количестве публикаций, в том числе и в рецензируемых научных журналах из Перечня, утвержденного ВАК РФ.

Содержание автореферата полностью соответствует диссертации.

### **Замечания по работе**

По рассматриваемой диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Из диссертации не ясно, как обеспечивается натяжение ленты.
2. Требуется пояснения вопроса учета влияния параметрических изменений на работу вычислителей.
3. На рис. 4.17 обратная связь по скорости представлена реальным дифференцирующим звеном, однако его параметры в диссертации не определяются.
4. Не приведено сравнение применения различных двигателей в электроприводах конвейеров.
5. В диссертации не конкретизируется значение требуемого диапазона регулирования скорости.
6. В работе имеются опечатки и погрешности в оформлении.

### **Заключение**

Замечания не снижают научной и практической значимости работы. Все поставленные задачи автор довел до логического завершения. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу в решении важной проблемы – синтеза электропривода ленточного конвейера с повышенной способностью демпфирования упругих колебаний.

Считаю, что представленная диссертационная работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским

диссертациям, а ее автор Альтахер Аббас А. Карим заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Электропривод  
и промышленная автоматика»

ФГБОУ ВО «Самарский  
государственный технический университет»



С.Л. Лисин

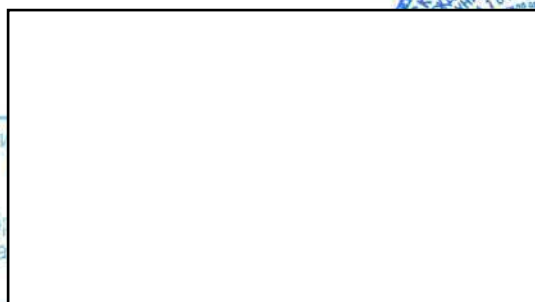
Сведения об оппоненте:

*Лисин Сергей Леонидович,*

к.т.н., спец. 05.09.03.

доцент кафедры «Электропривод и промышленная автоматика»,  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
443100, Самара, ул. Молодогвардейская 244, тел.+7 927 005 03 72;  
e-mail: lisin.sl@samgtu.

Подпи  
об  
обра



О.А. Мглинская