

В диссертационный совет Д 212.144.03
при Московском государственном
университете дизайна и технологии

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук Ганявина Василия Александровича на диссертационную работу Филимоновой Екатерины Михайловны на тему «Разработка методов расчета и оптимизации систем энергосберегающего управления электромеханическими системами технологического оборудования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (легкая промышленность).

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в текстильной и легкой промышленности связано со спецификой работы управляемых электротехнических комплексов. Повышение производительности оборудования путем увеличения рабочих скоростей и мощности передаваемых потоков волокнистых материалов, а также улучшение качества изделий – все это требует высокой точности управления электромеханическими системами, часто в условиях возрастающих возмущающих воздействий, как со стороны силовых механизмов, так и со стороны питающей электрической сети. Важнейшим условием сохранения технического состояния электрооборудования является правильная ориентация при оценке и применении научно-обоснованных методов выбора оптимальных параметров технологических процессов, скоростных режимов рабочих органов и средств их реализации, учитывающих показатели качества сырья и готовой продукции и разработки на их основе современных автоматизированных управляемых электротехнических комплексов.

Поставлена задача разработать аналитический аппарат для анализа и расчета транспортирующих, наматывающих и крутильно-мотальных механизмов, способных формировать изделие с заданными технологическими свойствами. Практическая реализация данной проблемы имеет большое значение для экономии и рационального использования материальных и энергетических ресурсов при производстве волокнистых материалов.

С этой точки зрения основная цель рассматриваемой диссертационной работы - разработка научных методов анализа, расчета и повышения эффективности управляемых электротехнических комплексов и систем

технологического оборудования с транспортирующими, наматывающими и крутильно-мотальными механизмами, позволяющих согласовывать и оптимизировать скоростные режимы, используя при этом интеллектуальные алгоритмы, обеспечивающие инвариантность регуляторов к изменению параметров сложного динамического объекта.

В работе исследуются следующие перспективные направления. Первое из них относится к разработке научной концепции перехода от нерегулируемого электропривода к энергосберегающему регулируемому для отдельных видов технологического оборудования. Второе относится к использованию интеллектуальных методов и технологий для управления электромеханическими системами. Основными этапами исследования являются следующие:

- Предложена научная концепция разработки и исследования методов и систем энергосберегающего управления энергоемким технологическим оборудованием текстильного производства.
- Определены способы повышения эффективности работы управляемого электротехнического комплекса с транспортирующими и наматывающими механизмами (на примере партионной сновальной машины) на основе современных систем управления энергосберегающих электроприводов постоянного и переменного тока с микропроцессорным управлением.
- Определены научные направления и технические средства энергосбережения за счет оптимизации режимов эксплуатации электромеханических систем, включающие в себя теоретические и экспериментальные исследования технологических параметров, энергетические характеристики и показатели асинхронных двигателей с микропроцессорным регулятором напряжения с учетом влияния качества электроэнергии на энергетические показатели оборудования.
- Предложены и исследованы алгоритмы управления сложными динамическими объектами с транспортирующими, наматывающими и крутильно-мотальными механизмами (КММ) на базе искусственных нейронных сетей и нечеткой логики, основанные на нелинейной теории управления.
- Разработаны функциональные и структурные схемы модернизированных систем управления процессами наматывания нитей на сновальной машине и кручения и наматывания ровницы на рогульчатой ровничной машине, обеспечивающие внедрение интеллектуальных технологий и повышение качества выпускаемой продукции.
- Разработаны технические решения по частичной модернизации управляемых электротехнических комплексов исследуемого технологического оборудования, а также положения и рекомендации анализа и расчета их ресурсосберегающих режимов.
- Разработаны научные положения метода анализа, расчета и повышения эффективности эксплуатации электромеханических систем с

транспортирующими, наматывающими и крутильно-мотальными механизмами.

Автор выносит на защиту теоретические положения и результаты практической реализации научно-исследовательской работы, которую можно квалифицировать как решение важной научно-технической задачи разработки методов расчета и оптимизации энергосберегающего управления скоростными режимами электромеханических систем с транспортирующими, наматывающими и крутильно-мотальными механизмами.

В рамках данной диссертационной работы аспирантом Филимоновой Е.М. разработаны основные принципы построения управляемых электротехнических комплексов производства волокнистых материалов; созданы математические модели и алгоритмы управления скоростными режимами процессов формирования, транспортирования и наматывания на сновальной и ровничной машинах. Разработанные в ходе исследований методы расчета и оптимизации систем энергосберегающего управления электромеханическими системами с применением интеллектуальных технологий принята к использованию в ООО «ТЕКС-ЦЕНТР» г. Москва.

Диссертационная работа изложена на 173 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка используемой литературы из 80 наименований, 76 иллюстраций, 12 таблиц и приложений на 13 страницах.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертационной работы.

Во введении обоснована актуальность решаемой в диссертационной работе проблемы повышения эффективности производства волокнистых материалов за счет реализации методов и систем энергосберегающего управления технологическим оборудованием текстильных производств. Сформулирована цель работы и основные задачи, решаемые для её достижения. Дана характеристика научной новизны и практической значимости результатов работы. Определены научные принципы методов и систем энергосберегающего управления скоростными режимами сложных управляемых электротехнических комплексов с транспортирующими, наматывающими и крутильно-мотальными механизмами.

В первой главе проведен анализ технических решений и научной литературы. Выделено три основных направления энергосбережения наиболее перспективным из которых является применение интеллектуальных систем управления на базе современных информационных и компьютерных технологий.

Обозначены основные особенности технологического процесса партионного снования, сказывающиеся на постановке и методах решения задач оптимизации режимов работы. Главным способом повышения эффективности работы управляемых электротехнических комплексов является применение современных систем энергосберегающих

электроприводов постоянного и переменного тока с микропроцессорным управлением.

Рассмотрена традиционная функциональная схема процесса наматывания нитей на сновальной машине и на её основе разработана двухдвигательная система автоматического управления, обеспечивающая заданные пусковые и тормозные режимы, синхронизацию линейных скоростей рабочих органов, а также поддержание натяжения снующихся нитей на заданном уровне при увеличении диаметра наматывания.

Проведенный ряд экспериментальных исследований реологических свойств волокнистых материалов позволил определить силовые и временные ограничения на нити со стороны транспортирующего и наматывающего механизмов.

Для функциональной схемы модернизированной партионной сновальной машины получена нелинейная система дифференциальных и алгебраических уравнений и составлена структурная схема для исследования электромеханической системы с транспортирующими и наматывающими механизмами в различных статических и динамических режимах с учетом физико-механических свойств волокнистого продукта, гибких деформируемых связей, электромеханической инерции приводных электродвигателей. Моделирование системы в программе Matlab Simulink на продолжительном отрезке времени показало устойчивое сохранение заданного уровня натяжения при изменении радиуса наматывания и момента статического сопротивления на валу двигателя постоянного тока.

Во второй главе исследована структурная схема управляемого электротехнического комплекса ровничной машины с транспортирующими и крутильно-мотальным механизмом. Исследование устойчивости и качества переходного процесса осуществлялось при подаче и снятии ступенчатого управляющего воздействия по логарифмическим амплитудным и фазовым частотным характеристикам (ЛАФЧХ). Полученные ЛАФЧХ контура управления КММ характеризуют его устойчивое состояние. Характеристика переходного процесса формирования и наматывания слоя ровницы на паковку при срабатывании храпового механизма замка имеет плавный характер, перерегулирование практически отсутствует. Установившийся процесс осуществляется не более чем за 2,5-3 с, что соответствует технологическому регламенту.

В третьей главе проведены теоретические и экспериментальные исследования подтвердившие возможность существенного повышения энергетических показателей асинхронных двигателей. Например, понижение напряжения при нагрузке близкой к $0,7P_{ном}$ приводит к увеличению коэффициента мощности на 5-11%, КПД на 1-2%, а при нагрузке близкой к $0,2P_{ном}$ коэффициента мощности на 37-40%, КПД на 7-14%. Разработана математическая модель и программа расчета, позволяющая исследовать влияние питания асинхронного двигателя на энергетические показатели двигателя при изменении нагрузки на валу. Рассмотрены различные

алгоритмы регулирования асинхронного двигателя из которых выявлен наиболее целесообразный - управления напряжением АД при изменении нагрузки.

В четвертой главе рассмотрено применение интеллектуальных технологий при управлении сложными динамическим объектами с транспортирующими, наматывающими и крутильно-мотальными механизмами. На основе модели двигателя постоянного тока независимого возбуждения предложен нейросетевой подход к бесконтактному измерению момента сопротивления на валу двигателя постоянного тока. Проведено его моделирование с помощью дифференциальных уравнений для режимов пуска, установившегося режима и пуска при изменяющемся напряжении от нуля до номинального значения; осуществлен выбор структуры нейронной сети и функции активации каждого нейрона. Полученные результаты тестирования нейронной сети, соответствуют требованиям по точности и обеспечивают работу двигателя, как в пусковом, так и в установившемся режиме при изменяющемся моменте сопротивления.

Кроме того, исследована возможность применения нейронной сети в качестве регуляторов двухдвигательного электропривода управляемого электротехнического комплекса с транспортирующими и крутильно-мотальными механизмами. Разработана и исследована в среде Matlab структурная схема зоны транспортирования и наматывания волокнистого материала с нейроконтроллерами. Полученные переходные характеристики указывают на увеличение быстродействия системы и допустимое использование нейронной сети в качестве регуляторов.

Поставлена и решена задача применения нечеткого регулятора для исследования и проектирования системы управления сновальной машиной. Для решения данной задачи исследованы две модели систем управления - классическая двухконтурная система стабилизации скорости с ПИ-регулятором и система стабилизации на основе нечеткого регулятора скорости. Результаты моделирования систем стабилизации выявило повышение качества переходного процесса (снижение колебаний и значения времени регулирования) второй системы по сравнению с первой.

Для анализа обрывности нитей в процессе снования использованы нечеткие когнитивные карты. В процессе проведенных исследований выявлена взаимосвязь показателей качества снующихся нитей со скоростными режимами рабочих органов машины, определены зоны деформации, управление которыми позволяет оптимизировать процесс транспортирования и наматывания нитей в пределах заданного технологического регламента. Для определения вероятности обрыва нитей в процессе снования была построена когнитивная карта, узлы которой представляют собой концепты, т.е. факторы, наиболее влияющие на обрывность нитей и предложено введение в систему управляющих концептов, таких как двухдвигательный электропривод и компенсатор, позволяющих снизить обрывность.

Основные результаты и выводы полностью отражают научные и практические достижения выполненной работы.

Достоверность выполненных автором исследований подтверждена результатами экспериментальных исследований и адекватностью использованных в работе и разработанных автором математических моделей.

Диссертация написана ясным языком, с использованием принятой терминологии, оформление диссертации замечаний не вызывает.

Содержание диссертации в достаточной степени отражено в публикациях автора, неоднократно докладывалось на научных конференциях и известно научной и технической общественности, а ее основные положения обстоятельно изложены в автореферате.

По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

1. В работе (п.п. 4.1) нейросетевой регулятор встраивается в контур регулирования мощности ДПТ и контур напряжения АД. При такой топологии построения предполагается ли в дальнейшем дообучивать сети в режиме реального времени при изменении параметров системы (технологических, электромеханических и т.д.). Если да, то, за какие временные интервалы предполагается осуществлять обучение, не приводящее к рассогласованию сигналов в двух нейросетевых регуляторах?

2. Несомненный интерес представляет синтез нечеткого алгоритма управления для двухконтурной системы стабилизации скорости ДПТ. Однако не указано (не приведено) из скольких нечетких множеств и набор правил состоит лингвистическая переменная «Скорость».

3. Редакционные замечания:

- На рис. 4.10а не верно сделано масштабирование графика т.к. мгновенная реакция тока при пуске не укладывается в кратность перегрузки - 8 от номинала. Это же относится и для графика момента (рис.4.10в).

- На рис. 4.23 и рис. 4.25 в simulink-модели нарушено схематичное построение «вход-выход» для функционального блока «Gain», входящего в токовый контур системы. Блок не может быть только источником.

Приведенные замечания в целом не меняют общего положительного впечатления о диссертационной работе, которая выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной, практической ценностью, является самостоятельной и законченной научно-исследовательской работой и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа «Разработка методов расчета и оптимизации систем энергосберегающего управления электромеханическими системами технологического оборудования» Филимоновой Екатерины Михайловны соответствует пункту 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.13.06 –

Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (легкая промышленность).

Официальный оппонент,
Кандидат технических наук,
программист ООО «ГЕОЛИНК»



Ганявин В.А.

Контактный телефон: 8(915)119-76-54
E-mail: vganyavin@geolink.ru



*Работает по и/бренду
ООО, "Геолинк"
Начальник ОК Дугал / Стеничева И.В.*