

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе **8D07103 – «Электротехнические комплексы и системы»**

Кенесова Перизат Еркінқызы

«СОЗДАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМЫМИ ПО СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ В РЕЖИМАХ ГЕНЕРАТОРНОГО ТОРМОЖЕНИЯ»

Диссертационная работа посвящена вопросам повышения надежности машин и механизмов горных предприятий.

Актуальность работы.

Повышение безопасности эксплуатации, технико-экономических показателей и надежности вновь проектируемых, серийно выпускаемых машин и механизмов, является важной научно-технической задачей. Один из путей решения этой задачи – применение регулируемого электропривода, который обеспечивает непрерывное управление, как в двигательном, так и в тормозном режимах. В трудах Denki Kabushiki Kaisha, (Япония) Horal S. Ogden (USA), Э. Г. Крауса, И.В. Брейдо (Казахстан), и др. исследованы некоторые теоретические и практические проблемы, связанные с исследованиями электроприводов, в том числе электроприводов горных машин, в режимах генераторного управляемого торможения. Однако в существующих разработках в недостаточной степени учитываются динамические свойства и особенности регулируемого электропривода в генераторных режимах, недостаточно исследованы динамические характеристики электропривода в аварийных ситуациях, связанных с внезапным отключением электроэнергии, вероятность которого в горнодобывающих предприятиях достаточно велика. Повышение надёжности и выполнение нормативов безопасности эксплуатации машин и механизмов средствами регулируемого электропривода в генераторных режимах работы затруднено по следующим причинам:

1. Не разработаны математические модели, адекватно описывающие физические процессы, протекающие в электроприводе в режиме управляемого торможения.
2. Не установлены алгоритмы оптимального управления процессом торможения.
3. Отсутствуют технические решения, позволяющие реализовать управляемые режимы генераторного торможения.

Перечисленные вопросы свидетельствуют об актуальности научной задачи, решаемой в диссертации, а разработка и внедрение комплекса технических решений по реализации систем управляемого торможения значительно улучшит эксплуатационные характеристики горных машин и механизмов.

Диссертационная работа по специальности D099 — «Энергетика и электротехника» по исследованию статических и динамических характеристик

регулируемых электроприводов в генераторных режимах работы постоянного и переменного тока машин и механизмов горнодобывающей промышленности.

Цель работы – разработка систем управления электроприводом переменного и постоянного тока в режимах генераторного торможения и средств их технической реализации с целью повышения эксплуатационной безопасности и надежности машин и механизмов горнодобывающей промышленности.

Идея исследования заключается в разработке оптимальных законов управления с учётом статических и динамических характеристик неизменной части электропривода в генераторном режиме работы на основе комплекса научно-технических решений, обеспечивающих текущий контроль выходных координат электропривода.

Объект исследования – является регулируемый электропривод постоянного и переменного тока в режиме генераторного торможения.

Задачи работы, решаемые для достижения поставленной цели:

- анализ требований к тормозным режимам машин и механизмов горной, металлургической и металлообрабатывающей промышленности;
- разработка критериев оптимального управления регулируемого электропривода в генераторном режиме работы;
- разработка математических и имитационных моделей неизменной части регулируемого электропривода в генераторном режиме работы;
- теоретические исследования статических и динамических характеристик регулируемого электропривода постоянного и переменного тока в генераторных режимах работы;
- техническая реализация системы управления электроприводом в генераторном режиме работы;
- синтезирование оптимальных законов управления по минимуму тормозного пути с учетом ограничения предельно допустимых параметров для различных диапазонов угловой скорости электропривода.
- экспериментальные исследования системы управления электроприводом в генераторном режиме работы.

Научная новизна:

- разработаны математические и имитационные модели регулируемого электропривода в режимах управляемого торможения с учётом специфики силовой части электропривода;
- синтезированы оптимальные законы управления по минимуму тормозного пути с учетом ограничения предельно допустимых параметров для различных диапазонов угловой скорости электропривода.
- проверка динамических характеристик электропривода в режиме торможения с целью соответствия характеристикам скребковым конвейеров на базе АО «Шубарколь комир»

Основные научные положения и результаты исследований, выносимые на защиту:

- оптимальные законы управления регулируемого электропривода в генераторном режиме с учётом предельно допустимых параметров неизменной части;

- методика определения предельно допустимых параметров неизменной части регулируемого электропривода в генераторном режиме;
- алгоритмы управления регулируемым электроприводом постоянного тока с двигателем последовательного и независимого возбуждения;
- алгоритмы управления регулируемым электроприводом в режиме динамического торможения.

Методы исследования.

Научные и практические результаты диссертационной работы получены с использованием методов теории электрических цепей и электротехники, теоретических основ автоматизированного электропривода, теории автоматического управления, постановки и планирования эксперимента. Имитационные исследования, а также результаты моделирования выполнены в программной среде MATLAB. Анализ и обработка экспериментальных данных осуществлялась в программе Microsoft Excel.

Практическая значимость полученных результатов заключается в разработке:

- управляемого режима динамического торможения электропривода постоянного тока с последовательным и независимым возбуждением;
- технических решений управляемого торможения регулируемого электропривода с асинхронным электродвигателем и преобразователем частоты.

Обоснование и достоверность результатов и выводов.

Обоснованные и достоверные результаты и выводы диссертации основаны на использовании апробированных методов теории электрических цепей, теоретических основ электротехники, теоретических основ автоматизированного электропривода, теории автоматического управления, имитационного моделирования. Научные положения, результаты исследования и выводы подтверждены путем оценки адекватности материалов компьютерного моделирования и экспериментальных исследований. Испытания проводились на скребковом конвейере СПЦ-87, установленном на испытательной площадке АО Шубарколь комир, по методике заводских испытаний с помощью экспериментального стенда .

Объем и структура диссертации: диссертация состоит из списка сокращений, введения, основной части из четырех разделов, заключения. Объем диссертации составляет 123 страниц машинописного текста, содержит 55 рисунков, 12 таблицы, список использованных источников, включающий 109 наименований, 1 приложения.

Содержание работы. Во введении обоснована актуальность темы, научная новизна работы и ее практическая значимость; сформулирована цель работы, основные задачи исследования и положения, выносимые на защиту.

В первой главе изложено состояние вопроса и проведен обзор литературных источников, посвящённых анализу требований к тормозным режимам. В этой главе рассмотрены существующие тормозные устройства, применяемые в электроприводах горных машин и характеризующиеся низкой надежностью и недостаточным выполнением требований нормативов безопасности, регламентирующих величину тормозного пути. На основании проведенного анализа исследований используемых технических решений

способов торможения и нормативов техники безопасности сделан вывод о целесообразности использования управляемого торможения.

Во второй главе выполнены теоретические исследования неизменной части регулируемых электроприводов переменного и постоянного тока в генераторном режиме.

В результате имитационных экспериментов с двигателем последовательного возбуждения в режиме регулируемого динамического торможения дана оценка устойчивости электропривода и предложено схмотехническое решение силовой части, обеспечивающее устойчивое торможение во всём диапазоне регулирования тормозного момента.

В третьей главе разработана обобщенная функциональная схема имитационной модели для исследования статических характеристик регулируемого электропривода в режиме динамического торможения. В результате теоретических исследований разработано оптимальное схмотехническое решение, обеспечивающее устойчивое торможение в рабочем диапазоне скорости.

В четвёртой главе осуществлена разработка методики линеаризации регулируемого электропривода по каналу управления с использованием пакета прикладных программ MATLAB.

Получены линейные передаточные функции регулируемого электропривода:

- с электродвигателем постоянного тока в режиме динамического торможения с импульсным преобразователем;
- с асинхронным электродвигателем с преобразователем частоты со звеном постоянного тока.

Проведены исследования системы ограничения тока в асинхронном электроприводе в режиме динамического торможения с преобразователем частоты.

В пятой главе представлены результаты экспериментальных исследований и промышленных испытаний регулируемого электропривода в тормозных режимах, которые подтверждают основные результаты теоретических исследований.

Разработанная система регулируемого торможения обеспечивает максимальную интенсивность торможения (при ограничении тока и тормозного момента) на уровне максимально допустимых значений.

В процессе экспериментальных исследований и промышленных испытаний установлено, что система регулируемого торможения обеспечивает эффективное торможение в рабочем диапазоне угловой скорости анализируемых машин и механизмов.

В ходе стендовых испытаний установлено, что математическая модель отражает процессы, протекаемые в регулируемом электроприводе постоянного и переменного тока в режиме динамического торможения.

Из результатов промышленных испытаний следует, что применение системы регулируемого торможения обеспечивает выполнение требований техники безопасности.

Основные результаты выполненных исследований заключаются в следующем:

1. Проведен анализ и сформулированы требования к генераторным режимам работы электропривода горных и других машин и механизмов, а в качестве критериев оптимальности предложены - минимум тормозного пути и времени торможения.

2. Разработаны математические и имитационные модели электроприводов постоянного переменного тока в режимах динамического торможения.

3. Разработаны алгоритмы управления регулируемого электропривода постоянного тока в режимах динамического торможения по минимуму тормозного пути с учетом ограничений предельно допустимых значений тока якоря и тормозного момента. Получены практически реализуемые квазиоптимальные алгоритмы управления.

5. Разработана система управления электроприводом в режимах внезапного отключения электроэнергии, принцип действия которой основан на использовании электромагнитной энергии, запасенной в реактивных компонентах электродвигателя и ёмкости конденсатора фильтра источника электропитания постоянного напряжения в силовой части преобразователя.

6. Проведены экспериментальные исследования и заводские испытания;

7. Подтверждена работоспособность систем управления динамическим торможением, спроектированной и изготовленной на основе предложенных принципов.

Проведенные научные исследования и реализованные технические решения могут быть рекомендованы для применения в электроприводах грузоподъемных механизмов других отраслей промышленности.

Личный вклад диссертанта заключается в решении задач исследования, разработке и обосновании положений, составляющих научную новизну и практическую значимость работы, разработке и изготовлении экспериментальной установки и макетного образца предложенного технического решения, в проведении анализа и обработки экспериментальных данных.

Основные научные результаты докторской диссертации опубликованы в 7 научных трудах, в том числе 3 публикации в изданиях, рекомендованных КОКСОН МОН РК, 1 публикация, входящая в информационную базу компаний Scopus, 3 публикаций в международных научно-практических конференциях.