

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе Федерального
государственного бюджетного
образовательного
учреждения высшего образования
«Новосибирский государственный
технический университет»,
доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки
Российской Федерации



А.Г. Вострецов

09 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ) на диссертационную работу Сычева Дмитрия Александровича «Энергосбережение в электроприводах трубопрокатных станов пилигримовой группы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы исследования

Бесшовные трубы (обсадные, бурильные, насосно-компрессорные, крекинговые, нефтепроводные и пр.) применяются в нефтедобыче и нефтепереработке, теплоэнергетической и химической промышленности, а также в машиностроении, авиа- и автотракторостроении, в гражданском и промышленном строительстве. В зависимости от назначения трубной продукции требования к качеству могут быть различными, поэтому прокатка труб характеризуется несколькими последовательными технологическими стадиями: прошивка заготовки, раскатка заготовки, процесс прокатки высококачественных труб.

Трубопрокатные агрегаты пилигримовой группы (прошивные станы, пильгерстаны, станы холодной прокатки труб) имеют весьма сложный и нестандартный характер движения исполнительных органов и большую

неравномерность момента нагрузки на протяжении одного цикла прокатки.

Существующие способы повышения энергоэффективности электроприводов рассматриваются по большей части с позиций общепромышленных механизмов для номинального режима работы электромеханического преобразователя. Внимательное изучение особенностей работы и технической реализации электроприводов пилигримовых станов заставляет с позиции энергосбережения обратить внимание на следующее обстоятельство: это – уникальные установки большой (на единицы МВт) мощности двигателей, которые характеризуются крайне неравномерным графиком нагрузки, где большие перегрузки по моменту сочетаются с участками холостого хода электропривода.

В этих условиях задача экономии электроэнергии на стане затруднена и требует углубленного предварительного анализа, а также комплексного подхода в ее решении.

Учитывая рост спроса на бесшовные трубы (атомная, авиапромышленность и пр.), значительную долю потребления электроэнергии пилигримовыми станами, а с практической точки зрения – физический износ электротехнического оборудования, научно-техническая задача повышения энергоэффективности электроприводов рассматриваемых трубопрокатных станов является актуальной.

Общая характеристика работы

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)». Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Список литературы насчитывает 181 наименование. Общий объем работы составляет 160 страниц, включает 57 рисунков и 21 таблицу.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы научные положения, их новизна, практическая значимость.

В первой главе выполнен анализ кинематики станов пилигримовой группы, предложена и обоснована обобщенная нагрузочная диаграмма, проведен подробный обзор литературы по техническим решениям в области энергосбережения, что позволило классифицировать основные пути экономии электроэнергии применительно к электроприводам рассматриваемых станов. Поставлена задача научного исследования. Доказано первое научное положение.

Во второй главе выполнена качественная и количественная оценка суммарных потерь и их составляющих в электроприводах разного типа (электропривод постоянного тока, синхронный электропривод, синхронный реактивный электропривод независимого

возбуждения). Обоснована возможность и целесообразность синтеза математической модели для определения общих потерь и их составляющих в синхронном реактивном двигателе независимого возбуждения. Доказано второе научное положение.

В третьей главе была сформулирована задача математического моделирования электроприводов трубопрокатных станов, работающих в условиях резко переменной нагрузки. На основе анализа математических моделей были определены основные проблемы существующих методик. Доказано третье научное положение.

В четвертой главе комплексное решение задачи экономии электроэнергии в электроприводах пилигримовых станов проводилось с использованием современных методов математического моделирования. Сопоставлены по критерию энергетической эффективности возможные структуры системы управления: схема подчиненного регулирования, электропривод с двухзонным регулированием скорости, схема с пропорциональным управлением потоком и током якоря. Проведена оценка экономического эффекта реализации рассматриваемых решений. Доказано четвертое научное положение.

В заключении сформулированы основные выводы и даны результаты исследований в соответствии с целью и задачами исследований.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Диссертация соответствует пункту 1 «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем», пункту 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления» паспорта специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Научная новизна, обоснованность и достоверность научных положений,

выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные научные результаты, полученные в диссертационной работе Сычева Д.А., заключаются в следующем:

1. Показано, что в основу выбора стратегии энергосбережения в электроприводах трубопрокатных станов пилигримовой группы следует положить вид нагрузочной диаграммы электропривода. Предложена классификация основных путей экономии электроэнергии в электроприводах этих станов, учитывающая особенности

технологического процесса, возможности силового механо- и электрооборудования и способов управления и представленная в виде структурной схемы.

2. Предложен алгоритм прогнозирования составляющих потерь в электроприводах прокатных станов с синхронным реактивным двигателем независимого возбуждения (СРДНВ), отличающийся тем, что в его основу положены особенности конструкции и функционирования, близкие или совпадающие с таковыми в существующих электроприводах прокатных станов с тихоходными синхронными и двигателями постоянного тока.

3. Разработана представленная в виде уравнения регрессии математическая модель определения составляющих потерь в электроприводах прокатных станов с СРДНВ, отличающаяся тем, что она содержит узел вычисления составляющих потерь, который позволяет определять их величину как в статических, так и в динамических режимах работы электропривода.

4. Предложен и разработан способ энергосберегающего управления электроприводом прокатного стана с СРДНВ, отличающийся параллельным и независимым воздействием по каналам возбуждения и якоря с оригинальным узлом выделения электромагнитного момента двигателя на основании информации о величине фазных токов статора.

Практическая значимость работы и реализация ее результатов

Автором разработаны и внедрены методологические подходы к реализации структур, синтеза и последовательной оптимизации систем управления рассматриваемого класса электроприводов. Достоверность результатов диссертационной работы подтверждает их использование в производственной и научно-исследовательской деятельности, что отражено в актах о внедрении на предприятиях Южно-Уральского региона:

- приняты к внедрению: в ПАО «Челябинский трубопрокатный завод» (г. Челябинск) при модернизации электропривода трубопрокатного стана; в ООО НТЦ «Приводная техника» (г. Челябинск) при разработке электроприводов с резко переменной нагрузкой;
- в учебном процессе на кафедре «Автоматизированный электропривод» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет».

Рекомендации по использованию результатов и выводов работы

Разработанные алгоритмы и модели электроприводов могут быть использованы при разработке энергоэффективных систем электроприводов металлургического производства, а также при модернизации существующих систем электропривода.

Публикации и апробация работы

По теме диссертации опубликовано 14 научных статей, из них – 8 в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 4 – входящие в систему цитирования Scopus, 4 доклада на конференциях, 1 патент РФ на изобретение, 4 свидетельства РФ о регистрации программ для ЭВМ. Основные материалы и результаты диссертационной работы докладывались и получили одобрение на конференциях международного уровня и с этих позиций соответствуют требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Значимость и существенность результатов для науки и производства

1. Предложенная математическая модель электропривода, которая позволяет проводить расчет показателей энергоэффективности, может быть использована с целью реализации энергосберегающих решений в электроприводах металлургического производства, работающих в условиях существенной неравномерности момента статической нагрузки;

2. Методика выбора законов управления электропривода механизмов с существенной неравномерностью момента статической нагрузки позволяет при разработке электроприводов промышленных механизмов обеспечить высокие показатели энергоэффективности.

Оценка содержания диссертации

Диссертация написана четким и ясным языком с большим количеством графического материала, поясняющего и иллюстрирующего соответствующие результаты научных положений и технических решений. По содержанию работы можно сделать следующие замечания и дискуссионные положения:

1. В работе описана процедура выполненных исследований на трубопрокатных станах пилигримовой группы. Проведен большой объем измерений на основании регистрограмм процесса прокатки, но не указаны метрологические характеристики датчиков. В тоже время автор на основании полученных экспериментальных данных делает вывод о корректности разработанной математической модели.

2. В работе приводится множество ссылок на статистическую обработку технических данных электрических двигателей. Однако, информации о том, на каких механизмах были установлены данные устройства и в каких условиях работали, не предоставлено.

3. Предлагаемые автором математические модели нуждаются в более серьезной верификации по нагрузке момента в динамических процессах электропривода.

4. Вопрос о заявленном автором повышении быстродействия системы регулирования магнитного потока электродвигателя при его замене на СРДНВ рассмотрен недостаточно, поскольку главная физическая причина низкого быстродействия – взаимная индуктивность по продольной оси ротора синхронной машины – сохраняется.

Заключение

Диссертационная работа Сычева Дмитрия Александровича «Энергосбережение в электроприводах трубопрокатных станов пилигримовой группы» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. В ней решена научно-техническая задача – повышение энергоэффективности электроприводов за счет рационального выбора силового механо- и электрооборудования и внедрения энергосберегающих законов управления электромеханическими преобразователями, имеющая важное значение на этапах проектирования и модернизации электроприводов металлургического производства. Выводы и рекомендации имеют достаточно обоснованный характер. Результаты проведенных исследований опубликованы в печатных изданиях, в том числе рекомендованных списком ВАК РФ, доложены и обсуждены на конференциях всероссийского и международного уровня.

Проверка основного текста диссертации в системе «Антиплагиат.ВУЗ» показала, что итоговая оригинальность по отношению к имеющимся базам данных составляет 89%.

По своей актуальности, объему выполненных исследований, научному содержанию, новизне и практической значимости результатов работа полностью отвечает требованиям «**Положения о порядке присуждения ученых степеней**», предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **Сычев Дмитрий Александрович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.09.03** – «**Электротехнические комплексы и системы**».

Отзыв составил заведующий кафедрой «Электропривода и автоматизации промышленных установок» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», д. т. н., доцент В.Н. Аносов.

Отзыв на диссертацию и автореферат заслушан, обсужден и принят на научном семинаре кафедры «Электропривода и автоматизации промышленных установок» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» «14» июля 2017 г., протокол № 5.

Председатель семинара:

доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электропривода и автоматизации промышленных установок», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»,

Аносов Владимир Николаевич

тел. (383) 346-15-68,
Адрес: 630073, г. Новосибирск,
пр-т К. Маркса, 20, корпус № 2,
аудитория 2-223
E-mail: anosov@corp.nstu.ru

Подпись Аносова Владимира Николаевича
заверяю:

Секретарь семинара:

кандидат технических наук, доцент кафедры «Электропривода и автоматизации промышленных установок», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»,

Кучер Екатерина Сергеевна

тел. (383) 346-15-68,
Адрес: 630073, г. Новосибирск,
пр-т К. Маркса, 20, корпус № 2,
аудитория 2-232
E-mail: kucher@corp.nstu.ru

Подпись Кучер Екатерины Сергеевны
заверяю:

