

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,



А.В. Германенко

«14» марта 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

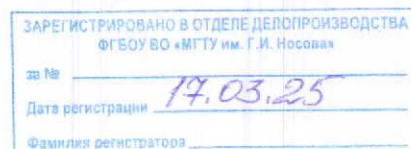
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», на диссертацию Гасияровой Ольги Андреевны «Повышение ресурса электроприводов клетки толстолистового прокатного стана за счет ограничения динамических нагрузок», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.4.2 Электротехнические комплексы и системы

1. Актуальность работы

Металлургия является значимой отраслью промышленности, определяющей конкурентоспособность экономики страны и ее суверенитет в целом. В последние десятилетия одним из направлений развития металлургических предприятий является производство проката с новым перечнем свойств, в том числе производство листов и полос из специальных труднодеформируемых марок стали. Это приводит к увеличению нагрузок на оборудование прокатных клетей, в том числе, к увеличению динамических нагрузок и снижению ресурса электро-механических систем.

Высокие динамические нагрузки при захвате металла валками вызывают усталостные разрушения, ускоренный износ и поломки шпиндельных соединений и лопастей прокатных валков. Это приводит к снижению ресурса шпинделей и валков, авариям и простоям, которые приносят убытки предприятиям.

Вопросам исследования причин возникновения недопустимых динамических нагрузок при захвате раскатов валками, а также разработке способов их ограничения посвящены работы многих отечественных и зарубежных исследователей. Ими предложены решения, обеспечивающие ограничение динамического момента при захвате раскатов валками. Однако, как продемонстрировала



автор диссертации, опыт эксплуатации этих систем показал недостаточное снижение упругих моментов на шпинделях. Это объясняется недостатками алгоритмов управления, а также отсутствием возможности непрерывного контроля (наблюдения) упругого момента.

Поэтому в настоящей диссертационной работе автором на основе анализа опыта эксплуатации, а также проведенных многочисленных экспериментов на стане 5000 ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» предложен комплекс научно-обоснованных технических решений, обеспечивающих повышение ресурса электромеханических систем реверсивной клетки толстолистового прокатного стана за счет ограничения динамических нагрузок при входе раскатов в клеть.

На основе вышесказанного можно утверждать, что тема диссертации Гасияровой О.А. является актуальной, все задачи полностью обоснованы как с теоретической, так и с практической точки зрения.

2. Полученные результаты, их научная значимость

Основные научные результаты, полученные в диссертационной работе Гасияровой О.А., заключаются в следующем:

1. Разработан способ ограничения динамического момента двигателя и упругого момента на шпинделе за счет обеспечения замыкания зазора в шпиндельном соединении перед и после захвата металла валками, а также предложен способ управления электроприводом его реализующий за счет формирования тахограмм с положительным и отрицательным ускорениями соответственно до и после захвата раската валками и отличающийся заданием интенсивности торможения пропорциональным скорости, измеренной в момент захвата.

2. Обоснована методика и определены аналитические зависимости для расчета темпа ускорения электропривода в режиме предразгона, достаточного для замыкания угловых зазоров перед захватом при различных их величинах. Обоснованы аналитическая зависимость и алгоритм вычисления оптимального темпа замедления в функции скорости в момент захвата.

3. Разработана методика расчета износа шпинделей электроприводов, обусловленного ударными нагрузками. Получены аналитические выражения для расчета ресурса шпинделей и анализа зависимости выработанного ресурса от величины момента при многократных нагружениях.

4. Разработан наблюдатель упругого момента на валу электропривода, обеспечивающий его восстановление в on-line режиме. Разработана система вы-

числения ресурса шпинделя электропривода на основе наблюдателя и контроллера, осуществляющего подсчет количества случаев превышения динамическим моментом заданного предельного значения.

3. Практическая значимость работы

Разработанный алгоритм ограничения упругого момента за счет предварительного ускорения и торможения с регулируемым темпом после захвата, а также разработанный наблюдатель упругого момента на валу электропривода внедрены в электроприводах клетки и АСУ ТП стана 5000 ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Основными эффектами в результате внедрения можно считать:

- снижение амплитуды упругого момента в 1,5-2 раза;
- увеличение нормативного срока эксплуатации оборудования главной линии клетки от 3-х до 8-и лет.

В результате экспериментальных исследований и эксплуатации подтвержден экономический эффект от сокращения затрат на аварийную замену шпинделя в размере 5,94 млн руб./год.

4. Оценка обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Основные научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации, получены на основе корректного применения положений теории электропривода, теории автоматического управления и методов программирования. Их обоснованность подтверждена использованием реальных характеристик действующего оборудования. Достоверность обеспечивается экспериментальными исследованиями, выполненными на стане 5000; верификацией экспериментальных данных, полученных при различных нагрузочных и скоростных режимах электроприводов; соответствием результатов компьютерного моделирования и экспериментальных данных. Подтверждением достоверности является совпадение полученных результатов с ранее опубликованными результатами, а также положительная оценка итогов достаточно длительной эксплуатации внедренных алгоритмов.

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов работы

Результаты диссертационной работы Гасияровой О.А. рекомендуются к использованию в науке и промышленности, а именно:

- разработанный способ управления электроприводом рекомендуется для внедрения на прокатных станах с индивидуальным электроприводом валков и на других промышленных агрегатах, работающих с ударным изменением нагрузки;
- предложенная методика расчета ресурса рекомендуется для использования при эксплуатации, обосновании замены и внедрении прогрессивных методов технического обслуживания и ремонтов электромеханического оборудования.

6. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Исследования, проводимые в рамках диссертационной работы, соответствуют паспорту специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы, а именно:

п.1) Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические ... преобразователи энергии ..., системы электропривода, ...;

п.3) Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления;

п.5) Разработка эффективного ... и безопасного полного жизненного цикла электротехнических комплексов, включающего создание, эксплуатацию и утилизацию их компонентов.

7. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Содержание автореферата полностью отражает содержание диссертационной работы, включая все полученные научные результаты, основные выводы и рекомендации.

8. Публикации и апробация диссертационной работы

Основные положения диссертации опубликованы в 17 научных трудах, в том числе 5 в журналах из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованного ВАК, 3 статьи и 6 докладов в изданиях, входящих в наукометрические базы данных Scopus и WoS. Также зарегистрированы 2 программы для ЭВМ.

Результаты докладывались на 6 международных научных конференциях.

9. Замечания

1. При обосновании актуальности исследований следовало бы привести технико-экономические параметры, характеризующие срок службы электромеханической системы, затраты на замену оборудования, убытки от простоев стана. Вероятно, они несоизмеримо больше той экономии, которая достигнута при внедрении результатов диссертации (около 6 млн руб./год)? При выпуске 1,5 миллионов тонн дорогостоящей продукции не будет ли этот экономический эффект незаметным?

2. Как следует из фотографий, приведенных на рисунке 1.2 (стр. 19), шпиндель представляет собой не однородный вал, а сложную конструкцию с переменными параметрами: длиной и углом наклона. Насколько справедливо рассматривать его, по сути, как сплошной вал? И справедливо ли с учетом этого применение формулы Майнера?

3. На стр. 18 указано, что масса прокатываемой заготовки составляет 30 т, масса рабочего валка – 63 т (табл. 2.1 на стр. 50), таким образом, эти величины соизмеримы. В диссертации не сказано, учитывалось ли при моделировании влияние переменной массы заготовки на приведенный момент инерции валка.

4. Автор неоднократно употребляет термин «подпор», который, якобы, недопустим. Этот термин не является общеизвестным, поэтому следует дать его определение, охарактеризовать условия возникновения на конкретном стане и показать последствия, к которым его возникновение может привести.

5. В диссертации и автореферате указано, что разработанная система измерения упругого момента и разработанный контроллер предназначены для подсчета количества превышений упругим моментом значения ($2M_n$). Следовательно, выполняется фиксация только амплитуд, имеющих двукратные (и более) превышения относительно номинального момента двигателя. Как обосновано это значение? Разве меньшие перегрузки не влияют на износ шпиндельных соединений?

6. Как с физической точки зрения объяснить разницу сроков службы шпинделей верхнего и нижнего валков в 1 год (3,5 года для нижнего и 4,5 года для верхнего шпинделей), поскольку условия захвата раскатов для них одинаковы?

Заключение

Ведущая организация считает, что диссертационная работа Гасияровой Ольги Андреевны «Повышение ресурса электроприводов клетки толстолистового прокатного стана за счет ограничения динамических нагрузок» представляет собой законченную научно-квалифицированную работу, выполненную на актуальную в настоящее время тему. Все положения в диссертации научно обоснованы и связаны между собой, выводы и рекомендации соответствуют поставленной

цели и задачам. Диссертация написана логичным, аргументированным языком, хорошо оформлена. Основные материалы и результаты диссертации опубликованы и апробированы. Сделанные замечания не изменяют общей положительной оценки работы и не снижают ее научный уровень.

Работа удовлетворяет п.п. 9-14 требований, предъявляемых к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата наук согласно «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 №842), а Гасиярова Ольга Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы.

Диссертационная работа и отзыв обсуждены и одобрены на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», протокол №6 от 13 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой
«Электропривод и автоматизация
промышленных установок»
УралЭНИН
ФГАОУ ВО «УрФУ»
к.т.н., доцент



Костылев
Алексей Васильевич

Кандидатская диссертация Костылева А.В. защищена по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Почтовый адрес: 620002, Уральский федеральный округ, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19.

Тел. 8-800-100-50-44

e-mail: contact@urfu.ru

Официальный сайт: <https://urfu.ru>