

**УТВЕРЖДАЮ:**

Ректор ФГБОУ ВО «Липецкий  
государственный технический  
университет»,  
доктор технических наук, доцент



П.В. Сараев

» февраля 2021 г.

**ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»  
на диссертационную работу Гасиярова Вадима Рашитовича по теме  
«Совершенствование электротехнических систем реверсивной клетки  
толстолистового прокатного стана», представленную на соискание  
ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.03  
– Электротехнические комплексы и системы

Для подготовки отзыва ведущей организации были представлены:

- диссертация, состоящая из введения, семи глав, заключения, списка литературы, приложений и актов внедрения результатов работы на предприятии;
- автореферат диссертации, в котором дана общая характеристика работы, приведены основные результаты, выводы и рекомендации, а также список работ автора, опубликованных по теме диссертации;
- основные публикации автора по теме диссертации.

Представленные материалы с достаточной полнотой раскрывают сущность диссертационной работы Гасиярова В.Р. и дают возможность оценить и квалифицировать ее с точки зрения научной и практической ценности на соответствие требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

**1. Актуальность работы**

За прошедшие 10-15 лет в мире введено в строй несколько толстолистовых станов 5000, таким образом, их общее количество более двенадцати. В России за эти годы построено три стана 5000, которые реализуют современные технологии прокатки. Отличительной особенностью технологии является сов-

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «ЛГТУ им. Г.Ж. Носова»	
№ №	_____
Дата регистрации	01.03.2021
Фамилия регистратора	_____

14/19.021

мещение черновой и чистовой прокатки в одной реверсивной клетки. Разработчиком и генеральным подрядчиком строительства этих станов является компания SMS group (Германия).

Ввод в эксплуатацию станов 5000 в ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» («ММК»), ПАО «Северсталь» и ОАО «ВМЗ» практически полностью обеспечил отечественных потребителей листовой продукцией и позволил сделать серьезную конкурентную заявку на выход на международный рынок. Развивающаяся кооперация металлургических и трубопрокатных заводов (которые также относятся к металлургическим) способствует импортозамещению и быстрому вытеснению с отечественного рынка зарубежных поставщиков труб большого диаметра.

Факторами, сдерживающими темпы производства и конкурентоспособность трубной заготовки, являются высокие издержки и неудовлетворительное качество продукции, не всегда соответствующее международным стандартам. Обе причины обусловлены неудовлетворительной геометрией листа на выходе стана и соответственно большими потерями металла с концевой и боковой обрезью. Для улучшения формы листа в плане требуется повышение точности регулирования геометрических размеров. Это достигается путем совершенствования систем автоматического регулирования технологических параметров и алгоритмов управления автоматизированными электроприводами. С учетом того, что реверсивная прокатка на толстолистовом стане связана с постоянным изменением скоростного режима, решение этих задач является сложным. Алгоритмы управления обладают специфическими отличиями, которые не присущи широкополосным и другим станам горячей прокатки.

Автором диссертации справедливо отмечено, что улучшение качества проката достигается решением двух тесно связанных задач: совершенствованием технологии и развитием электротехнических систем, под которыми понимаются электрические и гидравлические приводы и системы автоматического регулирования параметров прокатки (толщины, ширины, профиля и др.). И, если развитию технологии уделяется много внимания (за 10 лет защищены несколько докторских диссертаций), то исследований, посвященных развитию электротехнических комплексов, недостаточно.

Следует отметить, что исследования, выполненные в диссертации, является своевременным. Это объясняется тем, что за годы эксплуатации станов 5000 накоплен опыт, собрана информация о реальных свойствах алгоритмов управления, выявлены недостатки, которые можно устранить путем совершенствования электротехнических систем. Анализ такой информации проводится по мере изложения материала диссертации.



Обобщая сказанное, можно утверждать, что исследования, выполненные в диссертации Гасиярова В.Р, является своевременными и востребованными, тема диссертации является актуальной, а перечень решаемых задач – обоснованным с теоретической и практической точек зрения.

## **2. Анализ новизны и научной значимости**

Научная новизна и значимость диссертационной работы Гасиярова В.Р. определяются следующими результатами:

1. Впервые предложена концепция взаимосвязанного регулирования технологических параметров реверсивной клетки толстолистого стана. Разработан способ управления электроприводами валков горизонтальной и вертикальной клетей в режимах прокатки с регулируемым формоизменением раската, обеспечивающий реализацию принципа «постоянства массы».

2. Разработана методика оценки ограничений, накладываемых электроприводом на технологический процесс толстолистого стана. Такая постановка вопроса является принципиально новой, т.к. в обычной постановке решается обратная задача.

Уточнены аналитические зависимости расчета усилия прокатки в реверсивном режиме с высокими очагами, разработан и апробирован алгоритм расчета эквивалентных нагрузок двигателей в on-line режиме.

3. Научно обоснованы и разработаны способы автоматического управления электроприводами, обеспечивающие согласование режимов формирования «лыжи» и автоматического выравнивания нагрузок в квазиустановившемся режиме прокатки.

4. Новым научным результатом является принцип перераспределения регулирующих воздействий на исполнительные устройства клетки, согласно которому выполняют формирование управляющего воздействия пропорционально измеренному рассогласованию усилий на более нагруженное устройство. В качестве приложения разработана система регулирования асимметрии зазора валков.

5. Научно обоснован принцип ограничения динамических нагрузок электромеханических систем при ударном приложении нагрузки, согласно которому осуществляется индивидуальная компенсация составляющих динамического момента, обусловленных механическими воздействиями и упругими свойствами валопроводов. В плане его реализации разработан комплекс технических решений по реализации данного принципа в электроприводах прокатной клетки.

6. Получила развитие теория двухмассовых электромеханических систем с наблюдателями координат. Разработан наблюдатель упругого момента, на основе которого предложена система компенсации динамических нагрузок неуправляемой массы (валка) средствами управляемой массы – двигателя электропривода.

Общим результатом, определяющим научную новизну диссертационной работы, является то, что она обеспечивает научно-обоснованное развитие концепции комплексного улучшения динамических показателей, уменьшения потерь металла, снижения затрат на техническое обслуживание электротехнических систем прокатных станов и за счет этого – снижение материалоемкости и повышение конкурентоспособности листового проката. Это достигается благодаря развитию принципов управления электрическими и гидравлическими приводами клетки, жестко связанными в процессе прокатки.

### **3. Практическая ценность и реализация результатов работы**

Разработанная методика, программы расчета усилий и нагрузочных режимов электроприводов переданы ПАО «ММК», где используются при освоении новых профилей листового проката на стане 5000 и полос трубного сортамента на стане 2000.

Разработанные алгоритмы регулирования технологических параметров реализованы в АСУ ТП станов 5000 и 2000 ПАО «ММК». Независимо от сортамента внедрение разработанных решений обеспечивает снижение материалоемкости, аварийности прокатного производства и повышение качества выпускаемой продукции.

Внедрение разработанных систем и алгоритмов обеспечивает:

- технические предпосылки для производства проката расширенного сортамента на широкополосных и толстолистовых станах;
- улучшение качества за счет повышения размерной точности проката;
- повышение устойчивости прокатки листов и полос;
- снижение расходного коэффициента за счет сокращения брака и потерь с обрезью;
- снижение аварийности электрического и механического оборудования.

В результате экспериментальных исследований и эксплуатации подтверждены показатели технико-экономической эффективности внедренных систем: экономия металла на 4,7 тыс. т/год, снижение затрат на замену шпинделя на 5,76 млн. руб./год. Суммарный годовой экономический эффект от внедрения на двух станах – 12,7 млн. руб./год. Достижение указанных показателей подтверждено актами внедрения, представленными в Приложении к диссертации.



Разработанные технические решения рекомендуются для внедрения на толстолистовых и широкополосных станах горячей прокатки независимо от рода тока и типа электроприводов. Это обеспечит повышение экономической эффективности за счет ресурсосбережения, будет способствовать повышению конкурентоспособности продукции отечественных металлургических предприятий за счет расширения сортамента и улучшения качества горячекатаных листов и полос.

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

Основные научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации Гасиярова В.Р., получены на основе корректного применения положений теории электропривода, теории автоматического управления и методов программирования. Их обоснованность подтверждена использованием реальных технических характеристик оборудования, методов математического моделирования и обработки экспериментальных данных. Активно использована методика проведения экспериментов, основанная на сравнении идентичных режимов при проектных и разработанных алгоритмах управления. Достоверность обеспечивается повторяемостью результатов экспериментов, выполненных на толстолистовом и широкополосном станах, а также их соответствием результатам, опубликованным в современной научной литературе. Подтверждением достоверности и технико-экономической эффективности является длительная эксплуатация усовершенствованных систем управления на станах 5000 и 2000.

#### **5. Публикации и апробация диссертационной работы**

Основные научные результаты диссертации Гасиярова В.Р. отражены в 59 публикациях, в том числе 16 публикаций в рецензируемых журналах, 12 статей и 17 докладов входят в наукометрические базы WOS и Scopus. Получен патент РФ на изобретение. Положения и результаты диссертации докладывались на 27 международных конференциях.

Сведения об опубликованных работах достоверны. Содержание опубликованных статей соответствует содержанию диссертации.

#### **6. Вопросы и замечания по диссертационной работе**

1. Во введении, обосновании задач и заключении по диссертации заявлены: повышение конкурентоспособности продукции отечественных металлургических заводов, импортозамещение за счет вытеснения с отечественного рынка зарубежных производителей. Однако в тексте эти достижения не подкреплены конкретными данными.

2. В каком режиме прокатки возникает перемещение нажимных устройств, и какова его величина по отношению к толщине листа? Почему в этом случае нарушается равенство секундных объемов? С точки зрения физики прокатки этого не должно происходить.

3. При разработке математической модели вертикальной и горизонтальной клетей, а также при анализе внедрения результатов на стане 2000 использовался термин «повторный переходный процесс». Данный термин не является общепринятым, поэтому следует привести пояснения.

4. В отличительных признаках разработанного способа формирования лыжи рекомендовано регулировать скорости электроприводов обоих валков. В этом случае может нарушиться скоростной режим прокатки, поскольку скорость нижнего привода задается тахограммой. Насколько это предложение является корректным?

5. Как угловой зазор в шпинделе повлияет на точность вычисления (восстановления) упругого момента? В структуре наблюдателя нет нелинейного блока, моделирующего зазор.

6. Автору следовало бы привести статистические данные по аварийным остановкам стана до и после внедрения предложенных мероприятий по модернизации. Результаты этой статистики следовало использовать при оценке экономической эффективности.

### **7. Общее заключение**

Ведущая организация считает, что диссертация Гасиярова Вадима Рашитовича, выполненная на тему «Совершенствование электротехнических систем реверсивной клетки толстолиствого прокатного стана», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую научно обоснованные, концептуально связанные технические решения, направленные на совершенствование электротехнических систем реверсивной клетки толстолиствого прокатного стана и создающие техническую возможность расширения сортамента при обеспечении ресурсосбережения и повышении качества продукции.

Диссертация написана логичным, аргументированным языком, хорошо оформлена. Основные материалы и результаты диссертации достаточно опубликованы, апробированы на международных научно-технических конференциях и с этих позиций отвечают требованиям ВАК к докторским диссертациям. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации.



Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы. В диссертации представлено решение актуальной задачи совершенствования электроприводов клетей прокатных станков, что имеет важное значение для развития электротехнической и металлургической отраслей страны.

Научный и технический уровень, высокое качество, единство теоретических и практических результатов работы, их новизна, технико-экономическая целесообразность соответствуют требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Работа полностью отвечает критериям п. 9 и соответствует требованиям, установленным п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842 от 24.09.2013 г. Соискатель Гасияров Вадим Рашитович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Диссертационная работа Гасиярова В.Р. и отзыв на неё рассмотрены и обсуждены на заседании кафедры электрооборудования ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет» 15 февраля 2021 г, протокол № 6.

Заведующий кафедрой электрооборудования  
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный  
технический университет»,  
кандидат технических наук, **доцент**



 Е.П. Зацепин

Ученый секретарь кафедры электрооборудования  
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный  
технический университет»,  
кандидат технических наук,



В.В. Телегин

Адрес: 398055, Россия, г. Липецк, ул. Московская, д. 30,  
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»  
Сайт: [www.stu.lipetsk.ru](http://www.stu.lipetsk.ru)  
Телефон: +7 (4742) 32-80-49  
E-mail: [kaf-eo@stu.lipetsk.ru](mailto:kaf-eo@stu.lipetsk.ru)