

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина С.С.

«Совершенствование электротехнических систем клетки толстолистового прокатного стана в режиме регулируемого изменения формы раската», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Диссертационная работа Воронина Станислава Сергеевича посвящена актуальной проблеме сокращения потерь металла с боковой и торцевой обрезью при производстве листового проката за счет повышения точности регулирования толщины раската в проходах с профилированием и ограничения силовой связи вертикальных и горизонтальных валков через металл.

Автором диссертации представлены способы повышения выхода готовой продукции за счет сокращения потерь с обрезью, дано обоснование совершенствования алгоритмов управления электроприводами и гидравлическими приводами нажимных устройств (НУ) горизонтальной клетки. Разработана и исследована система автоматического регулирования толщины с предупредлением за счет формирования положительной связи по производной задания толщины, подключаемой на вход регулятора положения НУ. Разработан и исследован способ ограничения силового взаимодействия электромеханических систем горизонтальной и вертикальной клеток. Результаты представлены в виде экспериментальных исследований разработанных технических решений и их внедрения на стане 5000 ПАО «ММК».

По автореферату есть следующие замечания/уточнения:

1. Структурная схема САРТ с упреждающим регулированием толщины, показанная на рисунке 5, содержит недостаточно пояснений к переходным функциям блоков, сами же надписи внутри блоков имеют слишком мелкие для чтения обозначения.

2. В главе 2 указано, что профиль «кость» в разработанной системе формируется с более высокой точностью, чем при реализации проектного алгоритма управления НУ. Не указано, каким образом представленный алгоритм отражается на быстродействии работы самого привода. Проводились ли подобные исследования?

 8.12.2021

3. На основании каких данных сделано заключение, что произошло снижение перерегулирования и исключение колебаний момента при захвате металла валками, показанное на рисунке 10?

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, представляющей собой законченное научное исследование по актуальной тематике.

В целом диссертационная работа по актуальности, новизне и значимости полученных результатов отвечает требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, а ее автор, Станислав Сергеевич Воронин, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

профессор, д.т.н.,  
специальность 05.09.03,  
проф. каф. УИД НГТУ им. Р.Е. Алексеева,  
e-mail: fov52@mail.ru,  
603950, Н.Новгород,  
Минина, д.24

Федоров О.В.

*Федоров О.В.*  
8.12.2021

Подпись заверяю:



ИИЭУ

8.12.2021



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(УлГТУ)

Северный Венец ул., д.32,  
г.Ульяновск, 432027, Россия  
Тел.: (8422) 43-06-43; факс (8422) 43-02-37  
e-mail: rector@ulstu.ru http://www.ulstu.ru  
ОКПО 02069378, ОГРН 1027301160226  
ИНН/КПП 7325000052/732501001

14.01.2022 № 41/19-03  
На \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 212.298.05  
Григорьеву М.А.

454080, г. Челябинск,  
пр. им. В.И.Ленина, 76,  
главный корпус.  
Южно-уральский государственный  
университет (ЮУрГУ)

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Воронина Станислава Сергеевича  
«Совершенствование электротехнических систем клетки толстолистового прокатного  
стана в режиме регулируемого изменения формы раската», представленной  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

В настоящее время в Российской Федерации находятся в эксплуатации современные толстолистовые прокатные станы, предназначенные для производства продукции высокого передела – высококачественных трубных марок, судостроительного листа, котельной и мостовой стали. Для закрепления позиций и расширения присутствия на зарубежных рынках требуется повышение конкурентоспособности за счет снижения материалоемкости производства. Анализ опыта эксплуатации показал, что существующее регулирование толщины не обеспечивает требуемой точности в режиме формирования конических профилей. Таким образом, актуальными являются совершенствование алгоритмов существующей системы автоматического регулирования толщины (САРТ) и разработка способа согласования скоростей взаимосвязанных вертикальной и горизонтальной клетей.

В диссертации получены следующие основные научные и практические результаты:

- разработаны способ и система ограничения силового взаимодействия электромеханических систем горизонтальной и вертикальной клетей в режиме профилированной прокатки;
- разработана имитационная модель взаимосвязанных электромеханических систем клетей стана;
- представлены результаты моделирования, подтверждающие повышение точности и увеличение быстродействия регулирования толщины в режиме перемещения нажимных устройств при реализации разработанного алгоритма с предупреждением;
- при реализации разработанного способа согласования скоростей вертикальных и горизонтальных валков натяжение достигает заданного значения через 0,6 с после окончания профилирования.

Достоверность полученных результатов обусловлена использованием обоснованных допущений и строгих математических методов, компьютерным моделированием, подтверждением теоретических выводов данными экспериментальных исследований. Достоверность подтверждена практикой применения предложенных решений при проектировании, создании и испытании опытного образца САРТ.

По содержанию автореферата имеются следующие замечания:

1. В автореферате не указан тип используемого электропривода.
2. На рис.3 автореферата процессы а и б достаточно схожи, что затрудняет оценку эффективности предлагаемого решения.

Однако отмеченные недостатки не снижают научной и практической ценности работы, полученные результаты отличаются новизной, имеют важное научное и практическое значение, вносят значительный вклад в развитие энергетики.

Считаю, что представленная работа представляет законченное научное исследование, по актуальности, научно-техническому уровню и практическому значению выполненных исследований соответствует критериям, установленным п.9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Воронин С.С. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы».

Доманов Виктор Иванович,  
к.т.н. по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы», доцент,  
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»,  
зав. кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок»,  
432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32,  
тел. 778-134,  
email: [capu@ulstu.ru](mailto:capu@ulstu.ru)

14.01.22

/В.И.Доманов

Подпись Доманова В.И. заверяю,

«14» 01 2022г.

Первый проректор,  
проректор по учебной работе  
  
Е.В.Суркова



В диссертационный совет Д 212.298.05  
при ФГАОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный университет  
(национальный исследовательский  
университет)»

### **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации Воронина Станислава Сергеевича  
«Совершенствование электротехнических систем клети толстолистового прокатного  
стана в режиме регулируемого изменения формы раската», представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 -  
«Электротехнические комплексы и системы»**

Диссертационная работа С.С. Воронина соответствует профилю специальности 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы (пункты 1 и 3 паспорта специальности).

Неуклонные требования к совершенствованию электротехнических систем, ориентированные на повышение качества выпускаемой продукции являются неотъемлемым атрибутом современного подхода при проектировании и эксплуатации высокотехнологичного и энергоемкого оборудования. Поэтому задачи поставленные автором и направленные на разработку комплекса научно-обоснованных технических решений, обеспечивающих повышение точности регулирования толщины раската в режиме профилированной раскатки и ограничения силовой взаимосвязи электромеханических систем вертикальной и горизонтальной клетей являются актуальными.

Работа носит явно выраженный прикладной характер и включает все необходимые этапы прикладного научного исследования.

Научная новизна работы состоит в разработке принципа ограничения силового взаимодействия электромеханических систем горизонтальной и вертикальной клетей прокатного стана за счет согласования скоростей их электроприводов посредством введения динамической компенсации управляющих и возмущающих воздействий.

Методика проведения исследований базируется на современной теоретической основе и не выходит за рамки принятых допущений. Справедливость сделанных выводов подтверждена результатами обширных экспериментальных исследований в производственных условиях. Обоснованность научных решений, выводов и рекомендаций подкреплена наличием публикаций в центральной рецензируемой литературе и публичных обсуждений.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанный автором алгоритм управления внедрен в эксплуатацию на стане 5000 – ПАО «ММК».

Автореферат дает достаточно полное представление о содержании диссертации.

*По автореферату имеются следующие замечания.*

1. Приведенный в автореферате рис.5 практически не читаем, что затрудняет восприятие материала.
2. Используемый автором термин «обратная связь по сигналу задания» с точки зрения теории управления вызывает вопрос.
3. Приведенная автором экономическая оценка эффективности без обоснования и соответствующего расчета выглядит не совсем корректно.

Очевидно, что эти замечания не являются принципиальными и не затрагивают положений, выносимых на защиту.

По содержанию автореферата следует вывод, что диссертация Воронина С.С. является законченной научно-исследовательской работой, содержащей достоверные теоретические выводы, имеющим практическое значение для дальнейшего совершенствования сложных электротехнических систем прокатных станов. Изложенное позволяет заключить, что диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых

степеней» от 24 сентября 2013 года, №842, а ее автор Воронин Станислав Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы.

Профессор кафедры  
«Электропривод и автоматизация промышленных установок»  
ФГБОУ ВО «КнАГУ»,  
доктор технических наук  
(05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)), профессор



Соловьев Вячеслав Алексеевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»  
681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27,  
тел. (4217) 53-23-04, e-mail: keparu@knastu.ru, http://knastu.ru

18 января 2022 г.

Против включения моих персональных данных в документы, связанные с рассмотрением диссертации Воронина Станислава Сергеевича, не возражаю.

Подпись Соловьева Вячеслава Алексеевича заверяю



## Отзыв

на автореферат диссертации Воронина Станислава Сергеевича  
«Совершенствование электротехнических систем клетки толстолистого прокатного стана  
в режиме регулируемого изменения формы раската», представленной на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические  
комплексы и системы»

Главными факторами, снижающими конкурентоспособность продукции отечественных металлургических предприятий, являются высокие расходные коэффициенты и значительные эксплуатационные затраты. При производстве толстого листа это связано со сложностью управления технологическим процессом и неудовлетворительной точностью регулирования параметров прокатки.

Диссертационная работа Воронина С.С. выполнена на актуальную тему. Она посвящена разработке комплекса технических решений, обеспечивающих геометрическую точность готового листа, что наиболее важно для потребителей листового проката – трубопрокатных заводов. Для достижения цели автором предложено снижение обреза за счет профилированной прокатки, совершенствование системы регулирования толщины листа. Методика расчета скоростей приводов и деформации металла при нахождении в валках позволяет уменьшить брак и отходы с обрезью на боковых и концевых участках.

В работе решены следующие задачи:

1. Разработана система регулирования толщины листа с упреждающим регулированием, направленная на реализацию профилированной прокатки;
2. Разработана система ограничения силового взаимодействия приводов горизонтальной и вертикальной клетки в режиме профилированной прокатки;
3. Предложен способ ограничения динамических нагрузок в момент захвата металла и при прокатке профиля «кость»;
4. Разработаны модели электромеханических систем клеток стана 5000 и гидравлических нажимных устройств.

Автором проведены экспериментальные исследования, подтверждающие теоретические выводы, полученные в диссертации. Результаты работы внедрены в эксплуатацию на толстолистовом стане 5000 ПАО «ММК». Экономический эффект от внедрения составляет 5,76 млн руб/год за счет сокращения затрат на аварийную замену шпинделей.

По результатам работы в рецензируемых научных изданиях опубликованы научные труды, отражающие содержание работы. Автор неоднократно выступал по теме диссертации на международных научно-технических конференциях.

Замечания по автореферату диссертации:

1. В автореферате отсутствует информация по возможностям регулирования скорости на стане (диапазон, точность и т. д.). Поэтому не понятно, как используется предложенный автором способ управления на реальном объекте.
2. Не ясно, с какой точностью были получены осциллограммы со стана? Достаточно ли этой точности для подтверждения результатов исследований?
3. На рисунке 5 имеются нечёткие надписи, что затрудняет понимание структурной схемы.

Представленная диссертационная работа Воронина С.С. является самостоятельной, законченной научно-квалифицированной работой, обладающей актуальностью, практической значимостью и новизной. Работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013.

На основании вышеизложенного считаю, что автор диссертационной работы, Воронин Станислав Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Профессор кафедры «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности»,  
д-р техн. наук (научная специальность 05.09.03 –  
Электротехнические комплексы и системы), доцент  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский технологический  
университет «МИСиС»

Шевырев Юрий Вадимович  
20 января 2022 г.

119049, г. Москва, Ленинский проспект, 4  
тел.: +7(499) 236-21-05  
e-mail: kancela@misis.ru  
Сайт: misis.ru



*Подпись Шевырева Ю. В. заверено  
Валентиной Михайловной  
Сидоровой*

*[Handwritten signature]*  
И.Р. Мухоморова  
20.01.2022г.



## Отзыв

на автореферат диссертации ВОРОНИНА СТАНИСЛАВА СЕРГЕЕВИЧА «Совершенствование электротехнических систем клетки толстолистого прокатного стана в режиме регулируемого изменения формы раската», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Прокатные станы являются ключевым элементом в обеспечении российской экономики металлом, необходимым для производства труб большого диаметра. Проблема повышения эффективности этих станов за счет уменьшения эксплуатационных затрат и повышения качества проката путем точного соблюдения скоростного режима и заданных обжатий является актуальной.

Из этой проблемы следует целый ряд задач, таких, как совершенствование алгоритмов управления электроприводами валков клеток в различных режимах прокатки, согласование скоростей электроприводов, ограничение динамических нагрузок в режиме захвата металла. Для решения этих задач требуется создание соответствующих имитационных математических моделей. Диссертационная работа, направленная на решение этих задач, безусловно, является своевременной и актуальной.

На основе проведенных автором исследований были получены следующие основные результаты:

- разработан способ управления приводами горизонтальной клетки, обеспечивающий повышение точности регулирования толщины в динамическом режиме перемещения нажимных устройств;

- разработан способ ограничения силовой связи электромеханических систем вертикальной и горизонтальной клеток через металл в режиме формирования профиля переменной толщины;

- разработана имитационная модель электроприводов горизонтальной и вертикальной клеток и гидравлических приводов нажимных устройств;

- разработан алгоритм регулирования гидравлического зазора клетки с целью ограничения динамических ударов при захвате.

Диссертационная работа содержит комплекс научно-технических решений, связанных с совершенствованием электротехнических систем толстолистого прокатного стана, которые позволяют повысить качество продукции, снизить эксплуатационные затраты и создают возможности для расширения сортамента.

