

ОТЗЫВ

**официального оппонента, доктора технических наук, доцента
Хакимьянова Марата Ильгизовича на диссертационную работу
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»**

На отзыв представлены

1. Диссертация «Совершенствование электротехнических систем клетки толстолистового прокатного стана в режиме регулируемого изменения формы раската», содержащая введение, четыре главы, заключение, список литературы из 184 наименований и приложения. Работа выполнена на 150 страницах, содержит 53 рисунка и 13 таблиц;
2. Автореферат диссертации.

Актуальность работы

Объектом исследования в диссертации Воронина Станислава Сергеевича является толстолистовой стан горячей прокатки, представляющий собой одну из самых сложных современных электротехнических систем, которую можно встретить в тяжелой промышленности. Обладая внушительными габаритами и мощностями, прокатный стан содержит в себе множество контуров управления, требующих точной и правильной настройки. Продукцией, выпускаемой прокатными станами, является лист, толщина которого может достигать до нескольких десятков миллиметров. Такие листы востребованы в стратегически важных отраслях промышленности страны – производстве нефте- и газопроводов, судостроительстве, атомной энергетике и др.

Нынешние реалии производства таковы, что требуется постоянное расширение продукции прокатных станом наряду с растущими требованиями заказчика. Помимо этого, необходимо неуклонно следовать международным стандартам, предъявляемым к качеству листовой заготовки. Особое внимание здесь следует уделить уменьшению себестоимости листа.

Улучшению качества листа посвящено множество работ и исследований, тем не менее, данная тематика всегда является актуальной ввиду разнообразия подходов, применяемых для достижения конечной цели. Одним из вариантов как раз является

улучшение геометрии листового проката за счет воздействия на электромеханические системы стана, которые тесно связаны между собой системой управления. Разработка алгоритмов управления и взаимодействия оборудования клетки, тесно связанная с теорией прокатки, позволит обеспечить конкурентоспособность продукции на мировой арене. На основе вышеуказанного можно сделать вывод об актуальности данной диссертационной работы.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация Воронина Станислава Сергеевича изложена логически последовательно, каждый раздел представляет законченную часть и имеет самостоятельное значение для решения поставленных задач.

Во введении справедливо обоснованы направления исследований, четко сформулированы цели и задачи работы. Рассмотрено текущее положение дел в области толстолистовой прокатки на отечественных и зарубежных станах.

В первой главе автор приводит различные варианты технологии производства толстого листа, формирование его геометрической формы. Также рассмотрено оборудование горизонтальной и вертикальной клетки, схемы электроприводов и структура системы автоматического регулирования толщины листа. Показано какую роль играют гидравлические нажимные устройства при формировании конечной формы и размера продукции. Кроме этого, выполнен анализ причин снижения «выхода годного» на стане за счет бокового и продольного уширения, рассмотрены способы его повышения (в работе автор приводит опыт японских и немецких прокатных станов), одним из которых является профилированная прокатка.

Во второй главе разработана система автоматического регулирования толщины с внутренним контуром регулирования положения гидравлических нажимных устройств. Разработана имитационная модель взаимосвязанных гидро- и электроприводов с механической частью, с возможностью задания разной скорости верхнего и нижнего валков, а также моделирования распределенной нагрузки по приводам. Выполнен анализ переходных процессов, подтверждена адекватность модели.

Третья глава посвящена ограничению силового взаимодействия электромеханических систем горизонтальной и вертикальной клетки. Исходя из общепринятых положений теории прокатки, автор вывел ряд зависимостей, необходимых для осуществления профилированной прокатки в момент, когда металл находится между горизонтальной и вертикальной клетями. Разработан способ согласования скоростей горизонтальных и вертикальных валков при перемещении нажимных устройств. Выполнен расчет усилия и момента при изменяющемся обжатии. Представлены

результаты моделирования отдельного прохода без коррекции и с коррекцией скоростей валков, приведен сравнительный анализ осциллограмм.

Четвертая глава посвящена результатам экспериментальных исследований разработанных технических решений и их внедрения на стане 5000 ПАО «ММК». Установлено, что разработанная система управления позволяет ограничить динамические нагрузки при захвате металла валками, а также устранить влияние соотношения значения установленного зазора между валками и толщины головной части раската. Приведены расчеты технико-экономической эффективности внедрения решения и суммарный экономический эффект.

Заключение содержит основные результаты научных исследований диссертационной работы.

Научные результаты работы

Научную значимость диссертации определяют следующие результаты:

1. Усовершенствованная система автоматического регулирования толщины, повышающая быстродействие за счет добавления положительной обратной связи по заданию толщины на вход регулятора положения гидравлических нажимных устройств;
2. Разработанный способ регулирования скорости электропривода валков вертикальной клетки пропорционально приращению линейной скорости металла на входе в горизонтальную клетку. Данный способ позволяет обеспечить постоянство объема металла в промежутки между клетками;
3. Разработанный способ ограничения динамических нагрузок для сокращения ударного воздействия на валки в момент захвата металла. Способ также включает коррекцию скорости валков пропорционально изменению положения нажимного устройства.

Практическая значимость работы

Практическая значимость диссертационной работы определяется исследованиями действующего промышленного объекта – толстолистового прокатного стана, результатами внедрения в эксплуатацию способов и алгоритмов управления, разработанных соискателем, выводами и рекомендациями по расширенному внедрению разработок.

Результаты диссертационной работы внедрены в промышленную эксплуатацию на толстолистовом стане 5000 ПАО «ММК», что подтверждено актами внедрения. Достигнуто снижение удельной аварийности оборудования шпинделей в 2,7 раза.

Внедрение алгоритма ограничения динамических нагрузок позволило снизить расходный коэффициент за счет сокращения обрезки и брака, связанного с аварийными

застреваниями раската, сократить времена аварийных простоев стана, обусловленных поломками оборудования линий главных приводов.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

В процессе исследований автором был корректно применен математический аппарат, положения теории прокатки, теории электро- и гидропривода, теории автоматического управления. При создании имитационных моделей использована программная среда MATLAB/Simulink, все погрешности и допущения при этом являются приемлемыми для моделирования электротехнических систем прокатного стана и упомянуты в диссертации. Сделанные выводы основаны на результатах диссертационного исследования, полностью обоснованы и обладают научной новизной.

Апробация работы и публикации

Опубликованные автором работы соответствуют содержанию диссертации. В полном объеме работа докладывалась и обсуждалась на всероссийских и международных научно-технических конференциях. По результатам исследований также был зарегистрирован патент на изобретение и программа для ЭВМ.

Автореферат соответствует диссертационной работе по цели, задачам исследования, основным положениям, актуальности, научной и практической значимости, новизне и достоверности.

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют формуле и области исследования п.п. 1, 2, 4 паспорта научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Замечания по диссертационной работе

1. Работа представлена по специальности электротехнические комплексы и системы, а все формулы и графики в автореферате описывают только механические параметры - силу, моменты, скорости, перемещения. В автореферате нет осциллограмм параметров электроприводов.

2. В первой главе диссертации отсутствует информация по электрооборудованию станов прокатки - электродвигателей, преобразователей частоты, компенсирующих устройств. Отсутствуют схемы электроснабжения. Параметры электродвигателей и преобразователей приведены в конце диссертации в приложении, но им следовало уделить больше внимания. При этом приводятся описания и фотографии гидравлических устройств.

3. Имеются замечания к оформлению материала, так в диссертации есть пустая страница - страница 48. Подрисуночные надписи часто перескакивают на следующую после самого рисунка страницу.

4. Для привода валков используются специальные многополюсные электродвигатели, но их параметры и характеристики не рассмотрены в диссертации. Поэтому, когда в подразделе 4.3 встречается информация, что скорость электропривода нижнего валка составляет от 48 до 35 об/мин, возникает вопрос – за счет чего обеспечиваются такие низкие скорости вращения? Автору следовало бы в первой главе сделать обзор применяемых в прокатных станах двигателей и их характеристик.

5. В таблице П.1.6 приводятся технические параметры некоего устройства MV7308 SAAFE, при этом не указано - что это за устройство? Преобразователь, трансформатор, двигатель?

6. В выводах указано, что при реализации разработанного способа согласования скоростей вертикальных и горизонтальных валков натяжение достигает заданного значения через 0,6 с после окончания профилирования. Но нет анализа этой цифры. Непонятно – это много или мало? Лучше или хуже, чем было?

7. В работе основные исследования посвящены системе автоматического регулирования раствора валков посредством воздействия на электромеханические и гидравлические нажимные устройства. Влияют ли внесенные в эти контуры управления изменения на другие подсистемы стана?

8. Пункт 3.5, методика расчета опережения металла при нахождении между клетями применима к многоклетевым станам, где металл находится между парой горизонтальных валков двух соседних клеток. В диссертации рассмотрен случай прокатки, где металл находится между вертикальной и горизонтальной клетью. Разве это не разные случаи прокатки? Насколько применимы полученные формулы к обоим вариантам?

Указанные недостатки не являются принципиальными и не снижают научной и практической ценности диссертационной работы.


Заключение

Диссертация Воронина Станислава Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой, обладающей признаками актуальности, новизны и практической значимости. В ней изложены новые научно-обоснованные технические решения и разработки по созданию и реализации на практике способов управления электротехническими системами толстолистовых прокатных станов, имеющие существенное значение для развития металлургической отрасли страны.

Диссертационная работа «Совершенствование электротехнических систем клетки толстолиствого прокатного стана в режиме регулируемого изменения формы раската» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на

соискание ученой степени кандидата наук согласно п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 №842), а ее автор Воронин Станислав Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент
доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой электротехники
и электрооборудования предприятий
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»


17.01.2022

Хакимьянов Марат Ильгизович

Адрес: 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1 тел.: (347) 2420759;
e-mail: hakimyanovmi@gmail.com

Докторская диссертация Хакимьянова М.И. защищена по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Подпись Хакимьянова М.И.
заверяю, проректор по научной
и инновационной работе, к.т.н.



Рабаев Руслан Уралович