

«УТВЕРЖДАЮ»

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

г. Екатеринбург.

А.В. Германенко

2022 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, на диссертацию Воронина Станислава Сергеевича «Совершенствование электротехнических систем клетки толстолиствого 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»

1. Актуальность работы

На протяжении десятилетий металлургия является одной из наиболее значимых отраслей промышленности в развитых странах, по уровню развития металлургической промышленности можно судить об экономической ситуации в стране в целом. В России весомый вклад в промышленность вносят металлургические и трубопрокатные заводы южного и среднего Урала, что не только помогает реализовывать масштабные проекты внутри страны, но и продвигает отечественную продукцию на мировую арену.

Толстолистовые прокатные станы (ТЛС), ввиду разнообразия технологии производства продукции, позволяют выпускать широкий спектр продукции, используемой в большинстве отраслей промышленности и хозяйства. В России в настоящее время находятся в эксплуатации три ТЛС 5000, построенные совместно с фирмой SMS group (Германия). Все ТЛС оснащены современным оборудованием, способны производить листы различной толщины и обладающие разными свойствами.

Тем не менее, в условиях мировой конкуренции необходимо не только поддерживать высокий темп производства, но и сохранять высокую

конкуренентоспособность продукции – качество листа должно соответствовать международным стандартам. К причинам, снижающим качественные и количественные показатели производства, можно отнести поломки оборудования прокатной клетки при неправильно подобранных параметрах прокатки (данная проблема является актуальной на ТЛС в связи с высокими обжатиями и, как следствие, нагрузками на привод), а также изменения геометрии листа на выходе стана, приводящие к потерям металла с обрезью. К последнему обстоятельству автором диссертации верно применено понятие «выход годного» металла, изменение которого, в настоящее время, в большую сторону даже на доли процента оборачивается ощутимым экономическим эффектом. Сокращение потерь металла можно достичь верно подобранной технологией прокатки, следовательно, необходимо совершенствовать алгоритмы управления электромеханическими системами стана (электро- и гидропривод клетки). Подобные исследования и рассмотрены в диссертации.

На основе вышесказанного можно утверждать, что тема диссертации Воронина С.С. 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 Воронина С.С., заключаются в следующем:

1. Разработана система автоматического регулирования толщины (САРТ), реализующая концепцию профилирования широких граней раската горизонтальными валками. Это позволяет осуществлять прокатку с переменным обжатием по длине полосы.

2. Разработан способ согласования скоростей горизонтальных и вертикальных валков клетки – выведены формулы для расчета параметров прокатки и внедрены в структуру системы управления клетей. Такой способ позволяет верно рассчитывать режимы прокатки, исключая необходимость делать поправки на возможный подпор металла в межклетьевом промежутке. Выполнены соответствующие расчеты и для прокатки с нарастающим обжатием.

3. Разработан способ ограничения динамических нагрузок при захвате металла валками за счет изменения зазора валков до и после захвата. Данный способ позволяет снизить ударную нагрузку на валки и колебания момента на валу двигателя, сократить простои оборудования, связанные с поломками шпинделей.

3. Практическая значимость работы

Алгоритм управления по способу упреждающего регулирования зазора валков перед захватом внедрен в эксплуатацию на стане 5000 ПАО «ММК».

Основными эффектами в результате внедрения можно считать:

- уменьшение количества аварий вследствие поломок шпинделей и затрат на устранение их последствий;
- снижение расходного коэффициента за счет сокращения брака и обрезки.

В результате экспериментальных исследований и эксплуатации подтверждены технико-экономические показатели внедренного алгоритма: достигнуто снижение удельной аварийности оборудования шпинделей в 2,7 раза, экономический эффект 5,76 млн. руб. / год.

4. Рекомендации по использованию результатов и выводов работы

Результаты диссертационной работы Воронина С.С. рекомендуются к использованию в науке и промышленности, а именно:

1. Разработанная имитационная модель взаимосвязанных электромеханических систем клеток стана 5000 и гидравлических нажимных устройств горизонтальной клетки в структуре САРТ дает возможность с высокой степенью достоверности проводить моделирование технологических режимов прокатки без использования оборудования клетки, то есть без остановки производства;

2. Представленный в работе комплекс технических решений, обеспечивающих совершенствование САРТ ТЛС с целью повышения точности формирования продольного профиля раската в режиме профилированной прокатки, рекомендуется для внедрения на толстолистовых и широкополосных станах горячей прокатки. Преимуществом является достижение результатов за счет совершенствования алгоритмов управления – без капитальных затрат.

5. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Все исследования, проводимые в рамках диссертационной работы, соответствуют формуле и области исследования, приведенным в паспорте специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», а именно:

- п.1 (Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических

комплексов и систем);

- п.2 (Обоснование совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем);

- п.4 (Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях).

6. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

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

7. Публикации и апробация диссертационной работы

Основные положения диссертации опубликованы в 17 научных трудах, в том числе четыре в рецензируемых изданиях, две статьи и восемь докладов в изданиях, входящих в базы данных WOS и Scopus. Получен патент на изобретение, зарегистрирована программа для ЭВМ.

Результаты докладывались на восьми международных конференциях.

8. Замечания

1. В первой главе диссертации рассматриваются схемы прокатки с различными обжатиями, в том числе с переменным обжатием по длине полосы. Однако в тексте не приведены численные значения перемещения нажимных устройств. Значения можно найти только на осциллограммах (глава 3, 4), но это не дает полного представления о величине перемещений как в численном, так и в процентном соотношении. Каковы значения перемещений нажимных устройств?

2. Одним из положений работы является «разработка САРТ с упреждающим регулированием толщины (предуправлением)». Предлагаем пояснить смысл термина «предуправление» и обосновать его использование.

3. В работе предлагается прокатывать металл, используя динамическое обжатие, при котором значение толщины задается по длине листа точками. При таком подходе должна измениться и сама технология прокатки. Меняется ли

общее время прокатки при внедрении алгоритма прокатывания, так называемой, «кости»? Не получится ли так, что в результате изменений время, требуемое на достижение формы листа, увеличится?

4. В третьей главе диссертации в разработанном способе согласования скоростей валков клетки, а также при расчете усилия и момента прокатки с нарастающим обжатием приводятся ряд зависимостей, полученных автором. Эти зависимости используются в системе управления приводами. Не совсем понятно, как происходит расчет всех коэффициентов, указанных в формулах, на реальном объекте? Расчет происходит непрерывно в момент прокатки или он выполняется в модели еще до прохода?

5. В пп. 3.4 и 3.5 диссертационной работы приводится ряд расчетов: усилия и момента при прокатке с нарастающим обжатием, критического угла и опережения. В последующих пунктах (главах) работы показаны только переходные процессы, полученные с учетом формул, используемых в пп. 3.4 и 3.5. При этом не приведено ни одно численное значение угла захвата, критического угла, среднего контактного напряжения и других значений, используемых в указанных пунктах. Возможно, стоит привести конкретные данные и сопоставить их с экспериментальными (если есть такая возможность).

6. При помощи какого оборудования проводилось снятие осциллограмм на клетки и приводах? Регистрирующее оборудование установлено на прокатном стане постоянно, или использовалось только для проведения эксперимента? Обеспечивают ли используемые при экспериментах датчики требуемую для проведения исследований точность измерений?


Заключение

Диссертационная работа Воронина Станислава Сергеевича «Совершенствование электротехнических систем клетки толстолистного прокатного стана в режиме регулируемого изменения формы раската» представляет собой законченную научно-квалифицированную работу на актуальную в настоящее время тему модернизации системы автоматического регулирования толщины листа, что позволяет улучшить геометрию листа, расширить сортамент продукции, а также уменьшить количество обрезки металла. Все положения в диссертации научно обоснованы и связаны между собой, выводы и рекомендации соответствуют поставленной цели и задачам. Сделанные замечания не изменяют общей положительной оценки работы и не снижают ее научный уровень.

Работа удовлетворяет п.п. 9-11, 13, 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 Воронин С.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «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 № 45 от 23 декабря 2021 г.

Заведующий кафедрой
«Электропривод и автоматизация
промышленных установок»
УралЭНИИ
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/>

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

