

ОТЗЫВ

официального оппонента Шаталова Романа Львовича

на диссертационную работу Кожевникова Александра Вячеславовича

«Теоретическое обоснование и совершенствование процессов тонколистовой прокатки в условиях нестационарного динамического нагружения», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.4. - Обработка металлов давлением (технические науки)

Актуальность темы диссертации

Развитие технологии производства тонколистового проката высокого качества, усовершенствование технических систем, снижение расходов всех видов ресурсов являются приоритетными направлениями развития металлургии. В современных условиях требуются инновации по разработке новых технологий с учётом динамики прокатных станов. В этом случае необходимы научно-технические решения, позволяющие в короткие сроки проектировать эффективные технологии производства новых марок сталей с возможностью динамического управления свойствами прокатываемых полос и характеристиками технологического процесса.

В связи с этим цели работы, заключающиеся в развитии теоретических основ процесса холодной листовой прокатки в условиях нестационарного динамического нагружения прокатного стана и взаимодействия электромеханической линии привода с очагом деформации, в разработке технических и технологических решений по стабилизации и повышению энергоэффективности процессов деформирования, являются актуальными для металлургической промышленности.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность основных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы, подтверждена комплексом исследований и экспериментов на действующих широкополосных станах ПАО «Северсталь», использованием современных методов исследования и корректных методов статистической обработки данных измерений и расчетов. Сформулированные научные положения отвечают современным представлениям о природе деформирования металлов, положениям теории пластичности и

теории продольной прокатки, а также согласуются с известными работами по рассматриваемой проблеме.

Научная новизна

Научная значимость диссертационной работы Кожевникова А.В. заключается в следующих основных положениях:

1. Разработана динамическая модель процесса непрерывной холодной прокатки полос, объединяющая подмодели электромеханической системы с математическим описанием элементов линии привода и валкового узла, очага деформации с учётом новой зависимости опережения и условий прокатки полосы с натяжением.

2. Получены математические выражения для расчета опережения при горячей и холодной прокатке, учитывающие условия трения в очаге деформации и позволяющие оценивать изменение указанного параметра при колебаниях межклетевых натяжений и толщины полосы.

3. Описан механизм возникновения негативных вибрационных эффектов. Установлено, что повышение уровня колебаний скоростей рабочих валков и относительных обжатий более, чем на 10–15 %, межклетевых натяжений более, чем на 20 % является причиной ввода рабочей клетки в режим резонансных вибраций.

4. Разработаны модульная методология, аналитические и интеллектуальные алгоритмы проектирования энергоэффективных технологий холодной прокатки тонких стальных полос на непрерывных станах.

Практическая значимость

Практически значимыми результатами работы являются:

1. Методы идентификации опасной резонансной фазы и прогнозирования развития вибраций прокатной клетки, основанные на статистическом анализе распределений технологических параметров.

2. Практические рекомендации по корректировке технологических параметров процесса холодной прокатки, обеспечивающие эффективное воздействие на геометрию очага деформации и качество поверхности холоднокатаного проката, исключающие возможность возникновения резонансных вибраций и повышающие энергоэффективность процесса, которые внедрены на непрерывном стане 1700 ЧерМК ПАО «Северсталь».

3. Программное обеспечение для определения и оценки изменения энергосиловых параметров процесса холодной тонколистовой прокатки, параметров очага деформации в условиях упругопластического деформирования и динамического протекания процесса с учетом разнотолщинности прокатываемого металла, крутильных колебаний в электромеханической системе привода, колебаний натяжений и механических свойств холоднокатаного проката.

4. Программное обеспечение для проектирования оптимальных технологий холодной прокатки по критерию «минимум расхода энергии».

Структура, объем и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Объем диссертационной работы составляет 346 страниц машинописного текста, в том числе 164 рисунка, 24 таблицы. Список литературы включает 300 источников.

В первой главе обоснована необходимость развития теории листовой прокатки на основе исследований в части рассмотрения процесса прокатки в реальном режиме времени в виде комплексного взаимодействия режимов работы линии привода прокатного стана и очага деформации.

Во второй главе представлена комплексная модель процесса холодной прокатки, которая включает в себя подмодели электромеханической системы и очага деформации. Модель обеспечивает высокую точность расчета и прогнозирования значений параметров прокатки и характера их изменения при переходных и установившихся процессах. С применением модели выполнено исследование влияния изменения нагрузжений в линии привода на геометрические и энергосиловые параметры очага деформации при нестационарных и динамических режимах прокатки тонких полос.

Третья глава посвящена исследованию вибрационных процессов, возникающих в рабочих клетях станов холодной прокатки. Изложен механизм возникновения негативных вибрационных эффектов. Выполнено исследование влияния вибраций валковой системы на качество прокатной продукции с применением численных методов. Разработаны методы идентификации опасной резонансной фазы и прогнозирования развития вибраций, основанные на статистическом анализе распределений технологических параметров прокатки.

В четвертой главе представлены модульная методология, аналитические и интеллектуальные алгоритмы проектирования энергоэффективных технологий холодной

прокатки тонких стальных полос, основанные на комплексе полученных в ходе диссертационного исследования теоретических принципов и аналитических алгоритмов.

В пятой главе представлены результаты применения математического обеспечения для проектирования технологий и совершенствования функционирования листопрокатных агрегатов на ЧерМК, включая их автоматизированные электроприводы.

Замечания и вопросы по работе

1. Общеизвестно, что при прокатке действует закон постоянства секундных объемов, на основании каких положений автор в своей работе сформулировал гипотезу о возможном нарушении этого закона?

2. В работе не указано, какие ограничения, накладываемые техническими характеристиками прокатных агрегатов, учитываются при проектировании эффективных технологических режимов, а также не сформулированы граничные условия применения разработанных методов и алгоритмов проектирования.

3. Требуется пояснения механизм возникновения дефекта «поперечная ребристость» на поверхности полосы при прокатке в условиях вибраций валкового узла, а также возможности контроля и устранения этого дефекта качества проката.

4. Прокатка передних и задних участков тонких полос проходит в нестационарных условиях и это влияет на силовые показатели и толщину проката, что не исследовано.

5. В работе не учитывается влияние смазывания валков СОЖ на динамику силовых показателей, оборудования главной линии прокатного стана и толщину полос.

6. Предложенная и используемая в математической модели формула расчета опережения полосы при прокатке требует экспериментального подтверждения её адекватности, что не достаточно убедительно показано.

7. Изменение токовых нагрузок характеризует не только состояние технической системы, силы и момента прокатки, но влияет на формирование размеров и планшетности полосы, что не исследовано.

8. Минимизация потребляемой мощности при прокатке имеет теоретическое и большое практическое значение. Однако не все полученные решения и предложенные рекомендации по технологическим методам управления снижения потребляемой мощности и энергии носят общий характер.

Указанные замечания носят частный характер, не снижают научную и практическую значимость работы.

Оценка диссертационной работы в целом

Диссертация Кожевникова А.В. «Теоретическое обоснование и совершенствование процессов тонколистовой прокатки в условиях нестационарного динамического нагружения» является самостоятельной завершенной научно-исследовательской работой, обладающей внутренним единством. Совокупность полученных в диссертации результатов представляет собой решение проблемы стабилизации и повышения эффективности процессов тонколистовой прокатки в условиях нестационарного динамического нагружения оборудования прокатных станков. Достоинством работы является внедрение ее результатов в действующее прокатное производство ПАО «Северсталь».

Актуальность работы, научная новизна и достоверность полученных результатов не вызывают сомнений.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на 17 научно-технических конференциях; опубликованы в 54 печатных работах (в том числе 29 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ; 8 – в изданиях, включенных в базы данных Web of Science и Scopus; 17 – в сборниках научных трудов конференций); получено 4 патента на изобретения РФ, 1 патент на полезную модель и 4 свидетельства на регистрацию программ для ЭВМ; опубликована 1 монография.

Автореферат диссертации и публикации достаточно полно отражают содержание диссертационной работы.

Заключение

На основании выше изложенного считаю, что диссертация Кожевникова Александра Вячеславовича «Теоретическое обоснование и совершенствование процессов тонколистовой прокатки в условиях нестационарного динамического нагружения», является законченной научно-квалификационной работой, в которой обоснованы технические и технологические решения по стабилизации и повышению энергетической эффективности процессов тонколистовой прокатки в условиях нестационарного динамического нагружения оборудования, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие листопрокатного производства металлургической отрасли России.

Выносимые на защиту результаты соответствуют п. 1 «Исследование и расчет деформационных, скоростных, силовых, температурных и других параметров разнообразных процессов обработки металлов, сплавов и композитов давлением»; п. 2

«Исследование процессов пластической деформации металлов, сплавов и композитов с помощью методов физического и математического моделирования»; п. 4 «Оптимизация процессов и технологий обработки давлением для производства металлопродукции с заданными характеристиками качества»; п. 5 «Математическое описание процессов пластической деформации металлов, сплавов и композитов с целью создания математических моделей, способов, процессов и технологий»; п. 6 «Разработка способов, процессов и технологий для производства металлопродукции, обеспечивающих экологическую безопасность, экономию материальных и энергетических ресурсов, повышающих качество и расширяющих сортамент изделий» паспорта специальности (05.16.05) 2.6.4. – Обработка металлов давлением (технические науки).

Диссертационная работа «Теоретическое обоснование и совершенствование процессов тонколистовой прокатки в условиях нестационарного динамического нагружения» по своему объёму, научной и практической значимости полученных результатов, полностью соответствует требованиям п.п. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор – Кожевников Александр Вячеславович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.4. – Обработка металлов давлением (технические науки).

Профессор, доктор технических наук(05.16.05 – Обработка металлов давлением),
профессор кафедры обработки материалов
давлением и аддитивных технологий
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Московский политехнический университет»

подпись Шаталова Р.Л. заверяю

07.02.2022

СПЕЦИАЛИСТ ПО
КАДРОВОМУ
ДЕЛОПРОИЗВОДСТВУ
ШИПЕЕВА Е. Д.

Шаталов Роман Львович



Контактные данные:

почтовый адрес: 107023, Россия, г. Москва, ул. Большая Семеновская, д. 38

телефон: 8-916-1321385

e-mail: mmomd@mail.ru; r.l.shatalov@mospolytech.ru