

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной работе
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образо-
вания «Магнитогорский государственный тех-
нический университет им. Г.И. Носова», доктор
технических наук, профессор



О.Н. Тулупов

« 27 » 11 2018 г.

**ОТЗЫВ
ведущей организации**

на диссертационную работу Стоякина Александра Олеговича
на тему «ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КЛИНОВИДНОСТИ
И СЕРПОВИДНОСТИ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ СТАЛЬНЫХ ПОЛОС
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССА ПРОКАТКИ»,
представленную к защите на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 05.16.05 –
Обработка металлов давлением

1. Актуальность диссертационной работы

Обеспечение стабильности и устойчивости процесса прокатки является одной из сложных производственных задач. Её решение определяется соотношением ряда факторов, в том числе величиной серповидности прокатываемых полос. В свою очередь, практически недостижимым является случай прокатки широких полос с симметричным распределением параметров в горизонтальной плоскости очага деформации. Проявлению фактора неравномерного распределения температурного поля по ширине прокатываемого металла посвящена диссертационная работа Стоякина А.О.

Её актуальность не вызывает сомнения, поскольку решение поставленных задач помогает уменьшить издержки и повысить эффективность процесса широкополосной горячей прокатки. Для этого проведён комплекс полномасштабных исследований по изучению закономерностей формирования клиновидности профиля поперечного сечения и серповидности горячеката-

ных полос. Теоретические исследования позволили сформировать ряд новых технологических решений по повышению устойчивости процесса горячей прокатки тонких стальных полос. Таким образом, рассматриваемая диссертационная работа представляет собой квалификационную научно-исследовательскую работу на актуальную тему.

Следует отметить, что диссертационное исследование проведено в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации (проект № 11.1446.2017/4.6), посвящённому исследованию и моделированию формоизменения сталей и сплавов в горячем состоянии для достижения требуемой структуры и свойств. Государственная поддержка данного научного направления также неоспоримо подтверждает актуальность и значимость работы для экономики страны.

2. Оценка содержания и оформления диссертационной работы

Диссертационная работа А.О. Стоякина является самостоятельным и завершённым научным исследованием. Она состоит из пяти полноценных глав, логичных и чётко сформулированных выводов по работе, представительного библиографического списка из 94 источников, а также четырёх приложений. Работа изложена на 141 странице машинописного текста, содержит 61 рисунок и 5 таблиц.

В первой главе, на основании проведённого анализа современного состояния в области формообразования листовой и полосовой горячекатаной стали на непрерывных ШСГП, обозначен ряд научных и технических проблем. В частности, рассмотрены системы обеспечения непрерывного контроля за процессом формоизменения проката. При этом отмечено, что принципы их функционирования основаны на измерении геометрических характеристик готовой полосы и последующей (запаздывающей) регулировки технологических параметров. Более того, большинство способов контроля за распределением температуры металла обеспечивают тонкое регулирование геометрических характеристик в чистовой группе клетей и практически не затрагивают геометрию подката в черновых клетях. Отмечено, что при разработке стабильной технологии тонколистовой горячей прокатки важно учитывать не только энергосиловые параметры, но и кинематические – скорости течения металла в очаге деформации.

Отдельно рассмотрены работы, посвящённые теоретическим исследованиям формоизменения металла в очаге пластической деформации, а также решениям задач определения контактных напряжений как на поверхности, так и во всем объёме деформируемого тела.

Вторая глава посвящена исследованию температурного поля горячекатаных полос. В частности, проведено экспериментальное исследование фор-

мирования и трансформации тепловых полей и особенностей изменения геометрических параметров проката, производимого на ШСГП 2000 ПАО «НЛМК». Установлены закономерности вытяжки металла по ширине, характер распределения температуры по ширине сляба и особенности формирования наплывов на кромках раската, а также изменение температурного градиента полосы на различных участках стана.

В третьей главе представлена математическая модель, описывающая формообразование прокатываемых полос с учётом неравномерных свойств металла по ширине сляба. В частности, рассмотрено образование клиновидности профиля поперечного сечения, вызванного неравномерностью распределения температуры и сопротивления деформации металла по ширине металла в черновой группе ШСГП. Это позволило разработать практические рекомендации по изменению величины перекоса валковой системы при смене прокатываемых типоразмеров на ШСГП 2000 ПАО «НЛМК».

В четвертой главе разработана математическая модель образования серповидности горячекатаных полос в черновой группе клетей с учётом поперечных перемещений металла в очаге пластической деформации. Исследована зависимость поперечного перемещения металла в очаге деформации от ширины раската, радиуса рабочего вала, толщины металла на входе и выходе из очага деформации, температуры прокатки.

Пятая глава посвящена описанию нового способа горячей прокатки с компенсацией клиновидности профиля поперечного сечения полосы. Сущность способа заключается в предварительном измерении входной температуры на левой и правой кромках раската, расчёте требуемой величины перекоса и соответствующем изменении позиций валков для выравнивания вытяжек металла по ширине.

Диссертационная работа изложена квалифицированным научно-техническим языком, стиль представления информации доказательный.

3. Научная новизна теоретических положений, изложенных в диссертационной работе

Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение как с точки зрения теоретических разработок, так и в прикладном плане. К ним можно отнести:

- 1) установленную взаимосвязь формируемой клиновидности профиля поперечного сечения и серповидности прокатываемой полосы со значением исходной неравномерности распределения температуры, измеряемой по ширине раската в черновой группе широкополосных станов горячей прокатки;
- 2) построенную математическую модель, описывающую процесс формирования клиновидности профиля поперечного сечения полос с учётом не-

равномерности тепловых полей и сопротивления металла деформации по ширине подката в черновой группе клетей ШСГП;

3) разработанную математическую модель очага пластической деформации, описывающую процесс формирования серповидности полос и учитывающую перемещение металла в поперечном направлении при прокатке в черновой группе ШСГП.

4. Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствия содержания автореферата основным положениям диссертационной работы

По результатам исследования опубликовано 12 печатных работ, из них четыре работы в периодических изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации для публикации основных результатов диссертационных исследований, а также три статьи в периодических изданиях, входящих в международную реферативную базу цитирования Scopus. Получен патент Российской Федерации на способ горячей прокатки полос.

Работа в достаточном объеме апробирована на четырех международных научных конференциях. Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертационной работы.

5. Обоснованность и достоверность научных результатов

Полученные научные результаты и сформулированные выводы диссертационной работы являются достоверными и обоснованными, что базируется на корректной постановке задачи, обеспечивается строгостью применяемых научных методов решения и подтверждается использованием практических рекомендаций на производственном предприятии реального сектора экономики (ПАО «НЛМК»).

Результаты исследований согласуются с теоретическими и практическими результатами, полученными другими авторами. Они воспроизводимы, опираются на физические представления о явлениях, протекающих в рассматриваемых процессах, в них отсутствует внутренняя противоречивость.

6. Практическое значение диссертационной работы

Практическое значение результатов представленной диссертационной работы заключается в следующем:

1) даны практические рекомендации для цеха горячей прокатки ПАО «НЛМК» по регулированию клиновидности поперечного сечения и серповидности горячекатаных стальных полос, полученные на основе теоретических исследований и позволившие уменьшить количество внеплановых простоев на 6 часов в год;

2) разработан новый способ горячей прокатки полос (патент РФ

№ 2615670 на изобретение), сущность которого заключается в измерении с помощью пирометров температуры левой и правой кромок заготовки и изменение межвалкового зазора в зависимости от измеренной температуры, что позволяет исключить боковые клиновидные утолщения и искривления (серповидность) прокатываемого металла.

Полученные в диссертации теоретические и практические результаты могут быть успешно использованы и на других металлургических предприятиях, имеющих в своём составе ШСГП и производящих горячекатаные стальные полосы, например, ПАО «Северсталь» (г. Череповец), ПАО «ММК» (г. Магнитогорск), «ArcelorMittal» (г. Темиртау) и др.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Диссертация Стоякина Александра Олеговича посвящена решению задачи повышения качества тонколистовой горячекатаной стали с применением современного научного подхода – математического и физического моделирования процессов обработки металлов давлением. Подобными исследованиями на протяжении длительного времени занимается большая группа учёных – научно-педагогических работников и обучающихся Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.

Подходы, изложенные в работе, позволят, во-первых, систематизировать и актуализировать имеющийся аппарат математических и физических моделей для решения задач тонколистовой горячей прокатки стали с минимизацией серповидности раската и уменьшения клиновидности его поперечного сечения. Во-вторых, элементы научно-методических подходов будут полезны при реализации образовательных программ подготовки бакалавров, магистров и аспирантов по направлениям «Металлургия» и «Технологии материалов».

Следует указать, что результаты диссертационного исследования могут быть эффективно использованы и в других ведущих технических университетах страны, включая федеральные, национальные исследовательские и опорные университеты, например, «МИСиС» (г. Москва), МГТУ имени Н.Э. Баумана (г. Москва), СПбПУ Петра Великого (г. Санкт-Петербург), УрФУ им. Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург), ЮУрГУ (г. Челябинск), ТПУ (г. Томск), ЧГУ (г. Череповец), НГТУ (г. Новосибирск), УГАТУ (г. Уфа) и др.

8. Замечания по содержанию, стилю изложения материала диссертационной работы и её оформлению

По работе имеются следующие замечания:

- 1) В работе разработан и используется специализированный математи-

ческий аппарат, состоящий из комплекса моделей, однако не совсем понятны реальные границы применимости каждой математической модели, допущения, на которых они базируются, что затрудняет решение вопросов их преемственности и развития, например, для других станов горячей прокатки;

2) В работе предложен новый способ горячей прокатки с компенсацией клиновидности профиля полосы и рекомендации по регулированию клиновидности поперечного сечения и серповидности горячекатаных стальных полос, однако недостаточно аргументировано показано, на каком сортаменте производимого проката было выполнено опробование этого решения, принесшего достаточно весомый экономический эффект металлургическому предприятию;

3) В названии и цели диссертационной работы главным результатом исследований указано повышение устойчивости процесса прокатки, однако не совсем ясно, что принимается за критерий оценки устойчивости и насколько повысился этот критерий благодаря вкладу соискателя.

Указанные замечания по работе не являются критическими и не снижают её теоретической и практической ценности.

9. Общее заключение о диссертационной работе

Представленная диссертационная работа А.О. Стоякина «Исследование формирования клиновидности и серповидности горячекатаных стальных полос для повышения устойчивости процесса прокатки» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на достаточно высоком научном уровне. Она содержит значимые научные и практические результаты для решения актуальной задачи повышения стабильности процесса производства горячекатаных стальных полос, что обеспечивает повышение конкурентоспособности такого вида продукции. Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы. Основные результаты работы демонстрируют высокую квалификацию и научный профессионализм автора.

Диссертационная работа имеет внутреннюю логическую связь, содержит достаточное количество исходных данных и подробных расчётов. Написана технически квалифицированно и аккуратно оформлена. Основные этапы работы, выводы, результаты, а также личный вклад автора в должной мере представлены в автореферате.

Диссертационная работа А.О. Стоякина на тему «Исследование формирования клиновидности и серповидности горячекатаных стальных полос для повышения устойчивости процесса прокатки» отвечает п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Стоякин Александр

Олегович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Диссертационная работа А.О. Стоякина «Исследование формирования клиновидности и серповидности горячекатаных стальных полос для повышения устойчивости процесса прокатки» заслушана и обсуждена на научном семинаре кафедры технологий обработки материалов ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (протокол заседания № 5 от «26» ноября 2018 г.)

Руководитель научного семинара кафедры технологий обработки материалов,
Заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор

В.М. Салганик

докторская диссертация защищена по специальности
05.16.15 – Обработка металлов давлением

Заведующий кафедрой технологий обработки материалов,
доктор технических наук, профессор

А.Б. Моллер

докторская диссертация защищена по специальности
05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции
кандидатская диссертация защищена по специальности
05.16.15 – Обработка металлов давлением

Профессор кафедры технологий обработки материалов,
кандидат технических наук, доцент

Д.Н. Чикишев

кандидатская диссертация защищена по специальности
05.16.15 – Обработка металлов давлением

Адрес организации:

455000, Россия, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Тел. (3519) 29-84-02

E-mail: mgtu@magtu.ru

