

решение диссертационного совета от 22 апреля 2015 года № 48

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 002.060.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук» о присуждении Болобановой Наталии Леонидовне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Развитие методов моделирования профилировок и упругих деформаций валков листовых станов с целью совершенствования технологии прокатки широких полос», в виде рукописи, по специальности 05.16.05 – обработка металлов давлением принята к защите 13 февраля 2015 года, протокол № 46, диссертационным советом Д 002.060.02 на базе ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, 119991, ГСП-1, г. Москва, Ленинский проспект, 49, приказ Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель БОЛОБАНОВА Наталия Леонидовна родилась в 1972 году.

В 1995 году окончила Череповецкий государственный индустриальный институт «ЧГИИ». С 2008 года по 2012 год обучалась в аспирантуре ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет» по специальности 05.16.05. – обработка металлов давлением. С 1995 года по настоящее время работает в должности старшего преподавателя на кафедре Металлургии, машиностроения и технологического оборудования ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Металлургия, машиностроение и технологическое оборудование» ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет».

Научный руководитель доктор технических наук ГАРБЕР Эдуард Александрович, профессор кафедры «Металлургия, машиностроение и технологическое оборудование» ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет».

Официальные оппоненты:

ШАТАЛОВ Роман Львович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет», кафедра машины и технологии обработки металлов давлением, профессор;

ИОНОВ Сергей Михайлович, кандидат технических наук, Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", профессор кафедры пластической деформации специальных сплавов

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФБГОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой «Оборудование и технологии прокатки», доктором технических наук, профессором А.Г. КОЛЕСНИКОВЫМ и утвержденном первым проректором – проректором по научной работе ФБГОУ ВПО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», доктором технических наук, профессором В.Н. ЗИМИНЫМ, указала, что диссертационная работа по своему теоретическому, методическому и экспериментальному уровню, актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости полученных результатов отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней.

Соискатель имеет 31 опубликованную работу, из них по теме диссертации опубликовано 16 научных работ общим объемом 8,87 печатных листов (авторский вклад составляет 65%), в том числе 8 статей в изданиях, входящих в перечень ведущих российских рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, а также учебное пособие. Содержание диссертации достаточно полно отражено в опубликованных работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации и личный вклад автора:

1. Гарбер, Э.А. Влияние профилировок рабочих и опорных валков на шероховатость поверхности широких холоднокатаных автомобильных листов / Э.А. Гарбер, М.А. Тимофеева, С.И. Павлов, Н.Л. Болобанова, В.Ю. Антонов, И.А. Дятлов // Производство проката. – 2011. – № 7. – С. 9-13.

Н.Л. Болобанова приняла участие в исследованиях на действующем стане и полученные результаты использовала для расчета новых профилировок.

2. Гарбер, Э.А. Исследование и устранение сверхнормативной шероховатости поверхности прикромочных участков широких холоднокатаных полос / Э.А.

Гарбер, М.А. Тимофеева, С.И. Павлов, Н.Л. Болобанова, В.Ю. Антонов, И.А. Дятлов // Вестник ЧГУ. – Череповец: ЧГУ. – 2011. – № 4. Том 2. – С. 5-8.

Н.Л. Болобанова выполнила расчет новых профилировок и приняла участие в их испытаниях.

3. Гарбер, Э.А. Профилирование валков широкополосных станов с применением метода конечных элементов / Э.А. Гарбер, Н.Л. Болобанова // Производство проката. – 2012. – № 3. – С. 6-10.

Н.Л. Болобанова разработала методику моделирования профилировок валков с применением метода конечных элементов.

4. Гарбер, Э.А. Применение метода конечных элементов для расчета профилировок валков широкополосных станов / Э.А. Гарбер, Н.Л. Болобанова, А.И. Трайно // Металлы. – 2012. – № 3. – С. 19-24.

Н.Л. Болобанова применила разработанную ее методику для расчета профилировок ряда широкополосных станов.

5. Гарбер, Э.А. Совершенствование метода моделирования упругих деформаций валков клетки кварто и их влияния на поперечный профиль широких полос / Э.А. Гарбер, Н.Л. Болобанова // Производство проката. – 2012. – № 12. – С. 14-18.

Н.Л. Болобанова применила метод суперпозиций для построения активных образующих рабочих валков и поперечного профиля прокатываемой полосы.

6. Болобанова, Н.Л. Развитие метода конечных элементов для повышения точности моделирования упругих деформаций, профилировок валков и поперечного профиля полосы на широкополосных станах / Н.Л. Болобанова // Материалы I Международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в черной металлургии - 2013». – Череповец: ЧГУ, 2013. – С. 37-43.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

профессора кафедры проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» доктора технических наук, профессора В.П. АНЦУПОВА; главного научного сотрудника Физико-технологического института металлов и сплавов НАН Украины, доктора технических наук, профессора, член-корреспондента НАН Украины В.Л. МАЗУРА; заведующего кафедрой «Обработка металлов давлением» Запорожской государственной

ной инженерной академии, доктора технических наук, профессора В.А.НИКОЛАЕВА; профессора кафедры «Обработка металлов давлением» ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», доктора технических наук, профессора И.П. МАЗУРА; профессора кафедры «Инжиниринг технологического оборудования» НИТУ «МИСиС», доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Н.А. ЧИЧЕНЕВА; профессора кафедры «Технологии и исследование материалов», заведующего лабораторией «Исследование и моделирование структуры и свойств металлических материалов» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», доктора технических наук, профессора Н.Г. КОЛБАСНИКОВА; заведующего кафедрой «Металлургические и роторные машины» ФГАОУ ВПО «Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», доктора технических наук, профессора В.С. ПАРШИНА; профессора кафедры машиностроительных и металлургических технологий ФГБОУ ВПО «Магнитогорский технический университет им. Г.И. Носова» доктора технических наук, профессора Г.С. ГУНА; заведующего кафедрой машин и агрегатов технологического оборудования ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», кандидата технических наук, профессора А.Н. Савельева; заведующего кафедрой «Обработка металлов давлением» ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», доктора технических наук, профессора Ю.А. МУХИНА и профессора кафедры «Обработка металлов давлением» ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», доктора технических наук, профессора С.М. БЕЛЬСКОГО.

Все отзывы положительные. В отзывах содержатся критические замечания, например:

– Автор указывает: «Разработка усовершенствованного метода моделирования... путем создания трехмерной конечно-элементной модели валкового узла...» (стр.5). Так ли это?

– Чем объяснить появление прикромочных выпуклостей на полосе (рис.3)? Промышленные данные свидетельствуют о монотонном уменьшении толщины полосы в направлении кромок.

– Не дана оценка увеличения трудоемкости выполнения новых профилировок валков по сравнению с трудоемкостью выполнения использовавшихся ранее профилировок.

– Из постановки задачи неясно, каким образом в расчетах участвует возможное смещение осей рабочих и опорных валков.

– В автореферате граничные и начальные условия конечно-элементной модели указаны не полностью: не указан закон распределения давления полосы на рабочий валок по ширине очага деформации; не указаны материалы деталей валкового узла и их характеристики.

– В автореферате на стр. 14 при рассмотрении опорных валков стана 5000 автор приводит значения пиковых напряжений, представленные на рис. 2.16-2.19 диссертации. Однако, отсутствует анализ причин такой неравномерности (5-14 кратное). Тем более, что такие контактные напряжения должны обязательно проявиться в этих местах в виде дефектов на поверхности валков.

На все критические замечания даны подробные и исчерпывающие ответы (см. стенограмму).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией, наличием публикаций и достижений в области обработки металлов давлением и способностью определить научную и практическую ценность представленной в диссертационный совет диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

– новый метод моделирования шлифовочных профилировок валков листовых станов, впервые использующий САЕ-систему, позволивший построить шлифовочные профилировки рабочих и опорных валков в виде непрерывных, плавно сопрягающихся кривых по длине бочки, что значительно снизило неравномерность контактных напряжений, обжатий и вытяжек по ширине полосы и по длине бочек валков, дало возможность получать листовой прокат с минимальной поперечной разнотолщинностью, а также уменьшить расход валков;

– усовершенствованный метод расчета упругих деформаций валков листовых станов, использующий трехмерную конечно-элементную модель валкового узла, отличающуюся от известных тем, что в модель включены подшипниковые опоры с подушками и контактирующие с ними поверхности станин; при этом условия контактного взаимодействия подушек со станинами максимально приближены к реальным;

– разработан отсутствовавший ранее аналитический метод расчета упругих деформаций шестивалковых клетей, с применением которого выполнен сопоставительный анализ жесткости шестивалковой и четырехвалковой клетей и их эффективности при регулировании показателей точности прокатываемых полос;

предложены:

– метод суперпозиций кривых шлифовочного, теплового профиля и профиля износа валков с кривыми их упругих деформаций во взаимодействии с деформацией прокатываемой полосы, используемый для построения профиля активных образующих валков и поперечного профиля полосы в виде непрерывных кривых;

– учет непараболической формы кривой упругих деформаций рабочих валков при построении их активных образующих;

доказана:

– перспективность практического использования разработанных методик технологами листопрокатных цехов для расчета шлифовочных профилировок валков действующих станов, а также для реконструкции действующих и проектирования новых широкополосных станов;

введены:

– измененные трактовки понятий «профилировка валков», «упругая деформация валков»; выполнено упорядочение терминологии, относящейся к этим понятиям: даны четкие определения, раскрывающие сущность и взаимосвязь следующих терминов: «шлифовочная профилировка валка», «активная образующая валка», «тепловой профиль бочки валка», «упругие деформации бочки валка», «профиль износа бочки валка», «шлифовочное и тепловое профилирование валков», «процесс формирования активных образующих валков».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– впервые доказана неплавная и непараболическая форма кривых упругих деформаций рабочих валков листовых станов;

– применительно к проблематике диссертации с получением обладающих новизной результатов использованы классические подходы фундаментальных положений теории упругости, компьютерные технологии CAD/CAE создания 3D-моделей объектов и поддержки инженерных расчетов и анализа на основе метода конечных элементов;

– изложена методика моделирования шлифовочных профилировок валков листовых станов в виде непрерывных, плавно сопрягающихся кривых по длине бочки, впервые использующая CAE-систему, включающая построение кривых активных образующих, учитывающих упругие деформации, тепловые профили, неравномерный износ по длине бочки и требуемые показатели точности прокатываемых полос;

– раскрыты проблемы, связанные со степенью проработанности методов расчета составляющих активных образующих. Показано, что развитие методов моделирования профилировок и упругих деформаций валков листовых станов – актуальная научно-техническая задача, ряд важных аспектов которой требует проработки;

– изучены недостатки методов профилирования валков ряда современных действующих широкополосных станов и вскрыты причины этих недостатков;

– проведено усовершенствование метода моделирования упругих деформаций валков рабочих клеток листовых станов, позволившее повысить точность расчета поперечной разнотолщинности полосы, отвечающей требованиям современных стандартов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– разработаны, испытаны и внедрены: новые шлифовочные профилировки валков пятой клетки на стане холодной прокатки 1700 ОАО «Северсталь», позволившие устранить на листах автомобильного сортамента шириной свыше 1400 мм светлые прикромочные полосы с шероховатостью поверхности, превышающей допустимое значение $R_a = 1,9$ мкм; скорректированные вогнутые шлифовочные профилировки рабочих валков чистовой группы на стане горячей прокатки 2000 ОАО «Се-

версталь», обеспечившие выполнение жестких требований к поперечному профилю горячекатаного подката для холоднокатаных полос автомобильного сортамента.

– разработана и принята к внедрению оригинальная шлифовочная профилировка опорных валков толстолистового стана 5000 ПАО «Северсталь», состоящая из трех участков параболических кривых, имеющих в сопряжениях общие касательные, при этом крайние кривые плавно сопрягаются с торцом бочки, в результате неравномерность давлений в межвалковом контакте сведена к минимуму, что резко снизило склонность к повреждению поверхностного слоя бочки;

– определены методы использования результатов работы в действующих листопрокатных цехах, в частности – путем усреднения новых профилировок рабочих валков для использования их при прокатке полос разной ширины;

– создано учебное пособие для обучения студентов вузов новым методам расчета упругих деформаций и профилировок валков;

– представлены методические рекомендации для использования выполненных разработок в промышленности и подготовке специалистов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– практические рекомендации подтверждены в условиях промышленного производства на действующем оборудовании широкополосных станов 2000 горячей прокатки и 1700 холодной прокатки – получение несоответствующей продукции по неплоскостности и поперечной разнотолщинности в период испытаний профилировок было минимальным;

– теория построена на известных, проверяемых данных с применением классических подходов в области теории упругости и сопротивления материалов, теории прокатки с использованием современных компьютерных технологии CAD/CAE. При построении математической модели упругих деформаций шестивалковых клетей использованы классические методы упругости и сопротивления материалов, классические труды по расчету упругих деформаций четырехвалковой системы; для расчета энергосиловых параметров процесса прокатки и теплового профиля валков использовались апробированные публикации ученых Череповецкого государственного университета; упругопластическая модель очага деформации,

– идея расчета профилировок валков базируется на анализе практики листо-прокатных цехов, где нормируют шлифовочную выпуклость или вогнутость в середине бочки, не предъявляя жестких требований к форме кривой по длине бочки. Практический опыт показал, что форма шлифовочных кривых по длине бочек рабочих и опорных валков влияет на распределение контактных напряжений вдоль осей валков: по ширине полосы и между рабочим и опорным валками. Неравномерность их искажает поперечный профиль полос, ухудшает их плоскостность, вызывает повышенный местный износ и поверхностные разрушения на бочках валков. Поэтому актуальной являлась задача расчета шлифовочных профилировок валков в виде непрерывных кривых по длине бочек;

– использован метод суперпозиций для построения формы активной образующей рабочего валка, отличающийся тем, что в него введена реальная непараболическая форма кривой упругой деформации;

– установлено количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках. Расхождение результатов расчета упругих деформаций узлов шестивалковых и четырехвалковых клетей с опубликованными данными зарубежных авторов находится в диапазоне 0-10%.

Личный вклад соискателя состоит в:

– получении основных научных результатов при разработке новых методов моделирования профилировок и упругих деформаций валков листовых станов;

– разработке новых профилировок валков, которые были приняты к использованию на станах холодной прокатки 1700 и горячей прокатки 2000 ОАО «Северсталь»;

– разработке в соавторстве с научным руководителем, доктором технических наук, профессором Э.А. Гарбером оригинальной профилировки опорного валка, позволяющей снизить склонность к выкрашиванию поверхностного слоя бочки;

– подготовке шестнадцати публикаций по выполненной работе и написании учебного пособия «Компьютерное моделирование процессов и оборудования металлургического производства»;

– подготовке и проведении курса повышения квалификации для работников ОАО «Северсталь» по программе обучения «Моделирование процессов и объектов в

системах конечно-элементного анализа», включающего результаты диссертационной работы.

Проблематика и содержание работы соответствуют паспорту специальности 05.16.05 «Обработка металлов давлением» (области исследований 1 и 6).

Диссертация по своему теоретическому, методическому и экспериментальному уровню, научной новизне полученных результатов, теоретической и практической значимости удовлетворяет требованиям к кандидатским диссертациям (пункт 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»).

Диссертация Болобановой Н.Л. является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны новые методы моделирования профилировок и упругих деформаций валков рабочих клетей листовых станов и изложены научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие улучшение качества проката и повышение стойкости валков, что вносит значительный вклад в развитие экономики страны.

На заседании 22 апреля 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить БОЛОБАНОВОЙ Наталии Леонидовне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.16.05 – «Обработка металлов давлением», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени 15, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета Д 002.060.02, д.т.н., проф.



Г.С.Бурханов

Ученый секретарь совета,

д.т.н.

И.Е.Калашников

23 апреля 2015 года