

решение диссертационного совета от 23 марта 2016 года № 53

## 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 Ягудину Игорю Владимировичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование закономерностей контактного трения в очаге деформации при холодной прокатке стальных полос для повышения эффективности работы широкополосных станов», в виде рукописи, по специальности 05.16.05 – обработка металлов давлением принята к защите 11 января 2016 года, протокол № 50, диссертационным советом Д 002.060.02 на базе ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук», 119334, г. Москва, Ленинский проспект, 49, приказ Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Ягудин Игорь Владимирович родился в 1983 году.

В 2007 году окончил Санкт-Петербургский государственный политехнический университет с присуждением квалификации инженера по специальности «Обработка металлов давлением». С 2007 года по 2010 год обучался в аспирантуре ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет» по специальности 05.16.05. – обработка металлов давлением. С 2007 года по настоящее время работает в должности ведущего инженера по планированию производства ОАО «Северсталь-метиз».

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет», на кафедре «Машины и агрегаты металлургических заводов».

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

Официальные оппоненты:

Шаталов Роман Львович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет»

(МАМИ)/Университет машиностроения/, кафедра «Машины и технологии обработки металлов давлением», профессор;

Дёгтев Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат», Дирекция по электротехническим сталям, главный специалист по динамной стали;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ 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 ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», доктором технических наук, профессором В.Н. Зиминым, указала, что диссертационная работа по актуальности темы, научной новизне, практической значимости, объёму выполненных исследований, полноте освещённости результатов в технической литературе отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положения о присуждении ученых степеней».

Соискатель имеет по теме диссертации 9 опубликованных работ, в том числе 5 статей в изданиях, входящих в перечень ведущих российских рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, и 2 монографии. Общий объем работ по теме диссертации составляет 26,08 печатных листов (авторский вклад 65 %). Содержание диссертации достаточно полно отражено в опубликованных работах.

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

1. Гарбер, Э.А. Зависимость напряжения трения в очаге деформации при холодной прокатке от технологических факторов и предела текучести полосы / Э.А. Гарбер, И.В. Ягудин, В.В. Ермилов, А.А. Гончарский // Производство проката.- 2009. - №7. - С. 18-24.

2. Гарбер, Э.А. Влияние параметров технологии холодной прокатки и предела текучести материала полосы на напряжения трения в очаге деформации / Э. А. Гарбер, И.В. Ягудин, В.В. Ермилов, А.И. Трайно // *Металлы*. - 2009. - №5. - С. 37-44.

3. Гарбер, Э.А. Уточнение зависимости коэффициента трения при холодной прокатке от факторов технологического процесса методами регрессионного анализа / Э.А. Гарбер, И.В. Ягудин, В.В. Ермилов // *Вестник ЧГУ*. - 2009. - №3. - С. 118-124.

4. Ермилов В.В., Гарбер Э.А., Ягудин И.В. Производство проката. Том II. Книга 1. Исследование и моделирование процессов трения в рабочих клетях станов холодной прокатки. – М.: «Теплотехник», 2010. – 176с.

5. Ермилов В.В., Гарбер Э.А., Ягудин И.В. Закономерности процессов трения в рабочих клетях станов холодной прокатки: Моногр. – Череповец: ЧГУ, 2011. – 178с.

6. Гарбер, Э.А. Уточнение зависимостей напряжений контактного трения в очаге деформации при холодной прокатке от факторов технологического процесса / Э. А. Гарбер, И.В. Ягудин, А.И. Трайно // *Металлы*. - 2013. - №4. - С. 44-48.

Личный вклад автора в перечисленных публикациях состоял в проведении экспериментов, анализе и обработке их результатов. При этом он впервые обнаружил существенное влияние на коэффициент трения предела текучести полосы, изменяющегося при прокатке в результате наклёпа.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

профессора кафедры проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования ФГБОУ ВПО «Магнитогорский технический университет им. Г.И. Носова», доктора технических наук, профессора В.П. Анцупова; профессора кафедры «Металлургические и роторные машины» ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», доктора технических наук В.С. Паршина; профессора кафедры «Технологии обработки материалов» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский технический университет им. Г.И. Носова», доктора технических наук Г. С. Гуна; первого проректора по научной и инновационной работе ФГБОУ ВПО «Магнитогорский технический университет им. Г.И. Носова», доктора технических наук, профессора Чукина М.В. и доцента кафедры

«Технологии обработки материалов» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский технический университет им. Г.И. Носова», доктора технических наук Голубчика Э.М.; доктора технических наук, профессора кафедры «Инжиниринга технологического оборудования» НИТУ «Московский институт стали и сплавов» Н.А. Чиченева; профессора кафедры «Технологии и исследование материалов», заведующий лабораторией «Исследование и моделирование структуры и свойств металлических материалов» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», доктора технических наук Н.Г. Колбасникова; кандидата технических наук, доцента кафедры «Машины и агрегаты технологического оборудования» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет» А.Н. Савельева; доктора технических наук, профессора кафедры «Обработка металлов давлением» ФГБОУ ВПО «Липецкий технический университет» И.П. Мазура.

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

– Физический смысл некоторых закономерностей (в частности зависимостей коэффициента трения от скорости прокатки и частных обжатий) объяснён в автореферате не совсем ясно.

– Согласно текста автореферата исследования проводились в работе на низкоуглеродистых марках стали. Вызывает сомнение работоспособность предложенной методики определения коэффициента контактного трения при холодной прокатке сталей повышенной и высокой прочности (HCLA, DP и пр.), т.к. механизм упрочнения данных сталей существенно отличается от низкоуглеродистых марок стали.

– В работе основное внимание уделено корректировке расчетов коэффициента трения, обусловленного изменением свойств деформируемого металла при прокатке за счет деформационного упрочнения (наклепа). Автор разработал новый метод определения коэффициента трения в очагах деформации станов холодной прокатки, отличающийся от известных тем, что формируется на основе баз данных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП). Однако, по принципу и по сути он не отличается от метода давления Рокотяна. Заметим, что метод расчета Рокотяна хорош тогда, когда точно известны остальные параметры

процесса, позволяющие от силы прокатки «добраться» в расчетах до коэффициента трения.

- Автор считает, что наиболее точной для расчета коэффициента трения является формула А.П. Грудева, модифицированная череповецкими учеными, и утверждает, что она физически обоснованно учитывает влияние многих факторов. К физической обоснованности нужно подходить более деликатно - формула (2) в автореферате по структуре является эмпирической, учитывающей влияние нескольких важных факторов. Каким образом, например, в формуле (2) учитывается упоминаемое в тексте содержание углерода в прокатываемой стали?

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:

- разработан новый метод определения коэффициента трения в очагах деформации станов холодной прокатки, отличающийся возможностью использования баз данных АСУТП без вмешательства в технологический процесс;

- предложено новое регрессионное уравнение, связывающее коэффициент трения в очаге деформации и основные технологические параметры процесса холодной прокатки;

- доказана существенная зависимость напряжений трения в очаге деформации при холодной прокатке от предела текучести прокатываемого материала.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказана достоверность новой регрессионной математической модели коэффициента трения в очаге деформации, пригодной для использования в расчетах энергосиловых параметров современных станов холодной прокатки, основное отличие которой от известных моделей состоит в том, что в ней учитывается зависи-

мость коэффициента трения от предела текучести прокатываемой полосы, изменяющегося в результате наклёпа;

– применительно к проблематике диссертации результативно использованы классические подходы в области теории трения, теории прокатки, методы статистической обработки данных и математического моделирования;

– раскрыты недостатки существующих методик определения напряжений трения в очаге деформации при холодной прокатке;

– изучено влияние на напряжения трения в очаге деформации скорости прокатки, относительного обжатия, предела текучести прокатываемой полосы, шероховатости бочки рабочих валков и свойств смазочно-охлаждающей жидкости;

– проведена модернизация алгоритма расчёта коэффициента трения, основанного на измерении полного усилия прокатки на современных широкополосных станах.

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

– разработана и внедрена методика расчёта значений коэффициентов трения при определении энергосиловых параметров, что позволило снизить погрешности вычисления усилия прокатки в 2 раза, а мощности главного привода – в 1,7 раза;

– определены диапазоны изменения основных технологических параметров, в которых новое регрессионное уравнение для расчёта коэффициента трения является достоверным;

– представлены рекомендации для расчетов режимов холодной прокатки на широкополосных станах, позволяющих снизить энергопотребление.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– для экспериментальных работ исходная информация получена на действующем промышленном оборудовании с использованием современных измерительных приборов и методов статистической обработки;

- теория построена на известных классических подходах теории прокатки и теории контактного трения. При построении математической модели использованы известные соотношения молекулярно-механической теории трения И.В.Крагельского. Полученное регрессионное уравнение не противоречит извест-

ным закономерностям влияния параметров холодной прокатки на коэффициент трения, представленным в работах А.П. Грудева;

– идея базируется на анализе и обобщении практического опыта прокатки тонких листов из сталей марок 1пс, 08пс, 08ю, SAE1006, 01ЮТ на широкополосном пятиклетевом стане холодной прокатки 1700;

– использован сравнительный анализ погрешностей расчёта усилий прокатки с учетом нового регрессионного уравнения и модифицированной формулы А.П. Грудева для расчёта коэффициента трения;

– установлено существенное снижение погрешностей расчёта усилия прокатки при использовании нового регрессионного уравнения;

– для получения регрессионных зависимостей была использована представительная выборочная совокупность, состоящая из 590 комплексов взаимозависимых технологических и энергосиловых параметров.

Личный вклад соискателя состоит в:

– участии в получении исходных данных значений коэффициентов трения и соответствующих им технологических и энергосиловых параметров;

– обработке и интерпретации экспериментальных данных при исследовании влияния технологических и энергосиловых параметров на напряжения трения в очаге деформации;

– подготовке публикаций по теме диссертации и двух докладов на международных конференциях.

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 присуждении ученых степеней»).

Диссертация Ягудина И.В. является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны новые методы моделирования условий трения при холодной прокатке на листовых станах и изложены научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечи-

вающие точность расчета энергосиловых параметров и возможность существенной экономии материальных и энергетических ресурсов, что вносит значительный вклад в развитие экономики страны.

На заседании 23 марта 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Ягудину Игорю Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 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 17, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного  
совета Д 002.060.02, д.т.н.,  
член-корреспондент РАН

Г.С.Бурханов

Ученый секретарь диссертационного  
совета Д 002.060.02, д.т.н.

И.Е.Калашников

24 марта 2016 года

*Г.С. Бурханова и И.Е. Калашникова*



*секретарь  
РАН*

*И.А. Крейсова*