



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»  
(НИТУ «МИСиС»)

Ленинский проспект, 4, Москва, 119049  
Тел. (495)955-00-32; Факс: (499)236-21-05  
<http://www.misis.ru>

E-mail: [kancela@misis.ru](mailto:kancela@misis.ru)  
ОКПО 02066500 ОГРН 1027739439749  
ИНН/КПП 7706019535/ 770601001  
№

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям

д-р техн. наук, профессор

М.Р. Филонов



« 1 » февраль 2018 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Шопина Ивана Ивановича «ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ ГОРЯЧЕКАТАНОЙ СТАЛЬНОЙ ПОЛОСЫ ПРИ СМОТКЕ В РУЛОН ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЛОСКОСТНОСТИ ПОЛОСЫ В ХОЛОДНОМ СОСТОЯНИИ», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – обработка металлов давлением.

Диссертационная работа посвящена исследованию влияния операций смотки и охлаждения рулонов на плоскостность горячекатаных полос и направлена на повышение качества горячекатаных полос и увеличение выхода годного. В настоящее время это является особенно актуальной задачей в связи с ужесточением требований потребителей к плоскостности горячекатаных полос.

### Содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и библиографического списка (включающего 187 наименований) и восьми приложений. Работа изложена на 238 страницах машинописного текста, содержит 117 рисунков и 14 таблиц.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи, научная новизна и практическая значимость исследования.

**В первой главе** представлен аналитический обзор имеющихся на данный момент экспериментальных и теоретических исследований процессов формирования плоскостности горячекатаных полос. Отдельно рассмотрены работы, связанные с процессом формоизменения полосы после прокатки в чистой группе клетей. По результатам обзора автор сделал выводы об основных актуальных направлениях исследований. Им сформулированы выводы по точности и применимости ранее

разработанных моделей напряженно-деформированного и теплового состояния рулона. На основании вышеизложенного сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

**Во второй главе** описаны разработанные и верифицированные математические модели расчета напряженно-деформированного состояния рулона. Проведен факторный анализ процесса формирования напряженно-деформированного состояния рулона при смотке.

**В третьей главе** математические модели расчета напряженно-деформированного состояния рулона верифицированы на основе решения практической задачи повышения устойчивости рулонов.

**Четвертая глава** посвящена исследованию теплового состояния рулона и процессов формоизменения при его охлаждении. Выявлена значимость формоизменения полосы при смотке и охлаждении в процессе формирования плоскостности горячекатаной полосы. Показано, что поперечная разнотолщинность и натяжение смотки полосы являются наиболее значимыми факторами процесса.

**Пятая глава** посвящена анализу практического применения разработанной модели формоизменения плоскостности полосы при смотке и охлаждении рулона.

**Рассматриваемая диссертационная работа представляет собой квалификационную научно-исследовательскую работу на актуальную тему.** Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение, как с точки зрения теоретических разработок, так и в прикладном плане.

Полученные результаты могут найти практическое применение на металлургических предприятиях полного цикла, таких как «Северсталь», ММК, ArcelorMittal (Темиртау, Казахстан) и др., производящих горячекатаный и холоднокатаный листовой прокат.

Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа имеет внутреннюю логическую связь, написана технически грамотно. Многочисленные рисунки и графики, таблицы с результатами расчетов, основанные на большом теоретическом и экспериментальном материале, хорошо иллюстрируют основные результаты и выводы. Представленные результаты демонстрируют высокую квалификацию и научный профессионализм автора.

**В работе получен ряд следующих новых, наиболее существенных результатов:**

1. Аналитически решена задача нахождения напряженно-деформированного состояния композиции неплотно сопряженных полых цилиндров переменной толщины неравномерно нагруженных по образующим со свободными торцами.

2. Разработаны и верифицированы комплексные модели напряженно-деформированного и теплового состояний в процессах смотки и охлаждения рулона

горячекатаной полосы после стана горячей прокатки.

3. Показана значимость воздействия на плоскостность процессов формоизменения при смотке и охлаждении рулона после горячей прокатки.

Вышеперечисленные результаты являются оригинальными и удовлетворяют требованиям новизны, предъявляемым к диссертационной работе.

#### **Публикации и апробации:**

Материалы диссертационной работы опубликованы в 20 печатных работах, в том числе в 7 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации, а также апробированы на всероссийских научных конференциях.

#### **Достоверность полученных результатов**

Основные результаты и выводы диссертационной работы являются достоверными и обоснованными. Это подтверждается как широким охватом объектов исследований, так и комплексным подходом к их исследованию с применением современных методов теорий упругости, термоупругости и ползучести, выполненных на новейшем промышленном оборудовании с применением алгоритмов и методов математической обработки экспериментальных данных с помощью современных программных комплексов. 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.

#### **Практическая значимость результатов представленной диссертационной работы заключается в следующем:**

1. В результате прогноза плоскостности полосы в холодном состоянии и последующего варьирования операций технологической цепочки достигнуто значимое снижение расхода горячекатаного металла.

2. Использование модели напряженно-деформированного состояния рулона при разработке режима смотки, позволило повысить устойчивость рулонов к потере формы.

3. Разработанные математические модели напряженно-деформированного и теплового состояний реализованы в виде специализированных программ расчета.

Вместе с тем, по работе следует сделать замечания:

1) Неясно, учитывается ли влияние фазовых превращений в неохлаждаемых концевых участках полосы на напряженно-деформированное состояние рулона.

2) Непонятно, зачем в работе рассматриваются холоднокатаные стальные полосы с полимерным покрытием.

3) В тексте диссертации в ряде случаев используется чисто заводская

терминология.

Отмеченные замечания не затрагивают основные результаты и выводы и не снижают высокой оценки представленной диссертационной работы. Изложенный в диссертационной работе материал, доклад и ответы на вопросы на научном семинаре свидетельствуют о высокой научной квалификации И. И. Шопина. Диссертационная работа инженера Ивана Ивановича Шопина является научно- квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи снижения потерь горячекатаного проката от неплоскостности, имеющей значение для развития теории и технологии листовой прокатки.

Личный вклад автора, состоящий в планировании и проведении экспериментов, сборе данных, обработке и интерпретации результатов, в написании тезисов докладов и статей, апробации результатов исследований на всероссийских и международных конференциях, отражен в автореферате.

Диссертационная работа И.И. Шопина на тему «Исследование формоизменения горячекатаной стальной полосы при смотке в рулон для прогнозирования плоскостности полосы в холодном состоянии» отвечает п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Шопин Иван Иванович, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – "Обработка металлов давлением".

Диссертационная работа И.И. Шопина «Исследование формоизменения горячекатаной стальной полосы при смотке в рулон для прогнозирования плоскостности полосы в холодном состоянии» заслушана и обсуждена на заседании научного семинара кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС», протокол заседания №29 от 21 февраля 2018 г.

Зав. кафедрой "Обработка металлов давлением"

НИТУ "МИСиС", канд. техн. наук, доцент

тел.: +7(495)638-44-78

Эл. почта: judger85@gmail.com



А.С. Алещенко

Руководитель научного семинара,

канд. техн. наук, доцент



С.М. Ионов

Исп. С.М. Ионов  
Тел.: +7(499)230-28-16