

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента к.т.н. Кошмина Александра Николаевича  
на диссертацию Латушкина Ильи Анатольевича на тему:  
«Совершенствование технологии непрерывной горячей прокатки алюминиевых сплавов  
путем учета различий в условиях трения по клетям» представленную  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.5.7 Технология и машины обработки давлением

### **Актуальность темы диссертации.**

Потребление алюминиевого проката как в России, так и за рубежом, несмотря на временные спады, вызванные экономическими кризисами, растет каждый год. Помимо абсолютного роста по всем направлениям, изменяется структура производства и потребления. Происходит относительный рост доли тары и упаковки и автомобильного листа при снижении доли проката для самолетостроения. Особенность производства тары, например корпусной ленты банок под напитки, или автолиста заключается в их массовости и дальнейшей обработке на автоматизированных поточных линиях. Этим обусловлены повышенные требования к качеству и стабильности свойств. При этом производство этих видов продукции экономически целесообразно только если выход годного по всему переделу от подготовки слитка до отгрузки ленты, будет составлять не менее 70%. Это требует максимальной эффективности технологического процесса. Одним из факторов стабильности процесса горячей прокатки является правильный учет условий контактного трения. В связи с этим работа Латушкина И.А., посвященная исследованию контактного трения при производстве полосы на непрерывных прокатных станах, весьма актуальна.

### **Научная новизна и практическая значимость результатов исследований.**

Представленные в диссертации результаты исследований безусловно обладают научной новизной и несут практическую значимость.

К результатам работы, имеющим научную новизну, можно отнести разработку комплексной математической модели расчета контактных касательных напряжений, учитывающей зависимость истинной поверхности контакта от давления металла на валок и объема смазки поступающей в очаг деформации за единицу времени; предложенную автором методику расчета показателя трения, как функцию от таких параметров как вязкость масляной фазы эмульсии, скорость прокатки, предел текучести прокатываемого материала и длина очага деформации; полученных новых данных о влиянии присадок на показатель трения и энергосиловые параметры процесса горячей прокатки алюминиевых сплавов с применением в качестве СОЖ водомасляной эмульсии.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в ряде полученных автором результатов, обладающих весомой ценностью для современных прокатных производств. Так, с использованием разработанной модели определены граничные условия для расчёта контактных напряжений при прокатке в условиях стана 2800 АО «СМЗ». Данная модель внедрена в систему управления станом, что позволило повысить его производительность. Также, повышено качество производимого проката за счёт внедрения в технологический процесс, предложенного автором работы состава эмульсола.

**Достоверность достигнутых результатов исследования** обеспечена использованием современных методов научного исследования, соответствующих поставленным в работе задачам. Методы исследования в теоретической части работы основаны на фундаментальных принципах механики пластической деформации и гидродинамики, применительно к горячей прокатке с использованием технологической смазки. Результаты теоретической части работы подкреплены тщательно спланированными экспериментами по варьированию состава эмульсии на автоматизированном лабораторном стане K220-75/300 и на непрерывном пятиклетевом стане 2800 АО «СМЗ». Лабораторные изыскания выполнены с применением передовых методик и оборудования, в том числе комплекса физического моделирования Gleeble 3800. При проведении экспериментов на промышленном оборудовании автором использован автоматизированный сбор данных с помощью АСУТП.

### **Структура и содержание диссертационной работы.**

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, двух приложений и списка литературы, в количестве 114 наименований. Работа изложена на 171 странице и содержит 60 рисунков и 19 таблиц.

**В первой главе** приведён достаточно подробный обзор известных работ и исследований, посвящённых контактному взаимодействию инструмента и прокатываемого металла, в том числе при прокатке с технологическими смазками. Определены основные параметры плёнки смазочного материала, оказывающие влияние на параметры процесса горячей прокатки. Рассмотрены современные составы прокатных смазок, обладающие рядом преимуществ и обеспечивающие снижение образования дефектов при дальнейшей обработке, полученного с их использованием, плоского проката. Рассмотрены аналитические модели, описывающие влияние параметров очага деформации и свойств смазочных материалов на контактное взаимодействие между валком и поверхностью полосы. Представлен механизм формирования смазочного клина на входе в очаг деформации и рассмотрен подход учёных Т. Wanhaim и N. Bay к определению фактической поверхности контакта валка и полосы.

**Во второй главе** изложена методика и результаты расчёта предложенной автором модели контактного взаимодействия валка и полосы, учитывающей шероховатость их поверхности и объём смазки поступающей в очаг деформации. Модель описывает непрерывный переход от одного режима трения к другому при изменении скорости прокатки, угла захвата, вязкости смазки, состояния поверхности инструмента и прокатываемого металла, и усилия прокатки. Результаты расчёта демонстрируют, что при росте предложенного автором безразмерного показателя, представляющего собой отношение произведения скорости прокатки на вязкость смазки к произведению сопротивления деформации материала на длину очага деформации, происходит переход от граничного к смешанному и затем гидродинамическому трению. Данная зависимость соответствует теории гидродинамического трения и согласуется с кривой Штрибека, что свидетельствует о корректно выбранном подходе к расчёту показателя трения и контактных напряжений.

**Третья глава** работы посвящена экспериментальным исследованиям. В ней описано производственное и лабораторное оборудование, методика экспериментов и характеристика исследуемых эмульсий и присадок. Уточнены коэффициенты математической модели, описанной во второй главе с использованием результатов эксперимента. На основании расчета по уточнённой модели сделано заключение о том, что в процессе горячей прокатки полос из алюминиевых сплавов для черновой стадии характерны условия граничного, а для чистовой – условия смешанного трения. По результатам производственного эксперимента рекомендован рациональный состав эмульсии, который при использовании обеспечивает улучшение качества поверхности и геометрических параметров проката.

**В четвертой главе** описан опыт практического применения результатов работы в промышленных условиях. На основе статистического анализа производственных данных показано, что применение эмульсии разработанного состава позволило достичь снижения анизотропии листовой заготовки, предназначенной для штамповки глубокой вытяжкой, о чем свидетельствует снижение показателя фестонистости до 3%. С применением разработанной модели усовершенствован и интегрирован в систему управления станом 2800 алгоритм расчета фактора трения в зависимости от вязкости масляной фазы эмульсии, скорости прокатки, предела текучести и длины очага деформации, который позволил повысить точность расчетов начальной настройки стана.

**В заключении** приведены общие выводы и результаты работы.

#### **Положительные аспекты работы.**

Работа выполнена на хорошем методическом уровне. Особую ценность работы представляет то, что полученные научные результаты имеют высокую практическую значимость и нашли применение на действующем промышленном объекте – стане горячей прокатки 2800 АО «СМЗ».

По работе имеются следующие **замечания**:

1. Нарушен порядок ссылок на литературные источники по тексту диссертации;
2. Было бы крайне полезно представить в диссертации расчёт экономического эффекта от разработанных и внедрённых решений;
3. В тексте диссертации недостаточно ясно обоснован выбор величины коэффициента захвата частиц эмульсии  $C$ ;
4. В предложении «Падение коэффициента  $m$  способствует локализации деформации и снижению пластичности» на 77 странице диссертации слово «способствует» следовало бы заменить на «свидетельствует о», так как коэффициент является не причиной, а показателем;
5. В выполненных автором расчётах и экспериментах фигурируют несколько сплавов системы Al-Mg, однако отсутствуют какие-либо выводы о влиянии химического состава на условия контактного трения.

Следует отметить, что указанные замечания не снижают общую ценность и высокий уровень исполнения диссертационной работы.

### **Заключение.**

Представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук диссертация Латушкина Ильи Анатольевича и выполненная на тему «Совершенствование технологии непрерывной горячей прокатки алюминиевых сплавов путем учета различий в условиях трения по клетям», безусловно является законченной научно-квалификационной работой. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК РФ и по своему содержанию отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.13 г. № 842 (в редакции от 25.01.2024), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Илья Анатольевич Латушкин, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук,  
доцент Сектора научной деятельности  
Московского Политеха

Кошмин А.Н.

107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38.

Тел.: 8 (499) 230-18-42

e-mail: [koshmin.an@misis.ru](mailto:koshmin.an@misis.ru)

подпись Кошмина А.Н. заверяю  
30.05.2025

ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ПОГОРЕЛОВА А.

