

## Отзыв

официального оппонента на диссертацию Головатенко Алексея Валерьевича «Исследование и разработка энергоэффективных режимов прокатки длинномерных железнодорожных рельсов на универсальном рельсобалочном стане», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05-«Обработка металлов давлением»

### 1.Актуальность темы

Сегодня в России 80% грузовых и 40% пассажирских перевозок осуществляется железнодорожным транспортом. Протяженность действующих железных дорог по России более 85 тысяч километров. Одной из многочисленных проблем развития этого вида транспорта являются производство высококачественных железнодорожных рельсов. Требования к повышению качества рельсовой продукции диктуются повышением скорости и грузоподъемности перевозок, необходимостью учета Российского климата. Использование устаревшей технологии и оборудования, рельсобалочных станов линейного типа, для производства рельсов, отечественными металлургическими комбинатами не позволяло выполнять возрастающие требования потребителей в России и требований мировых стандартов. Это вело к потери рынка: как внутреннего и тем более зарубежного. Учитывая, эти обстоятельства в последние годы, выполнена серьезная реконструкция рельсового производства с учетом мирового опыта.

Введены в эксплуатацию современные универсальные рельсобалочные станы на АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно- Сибирский металлургический комбинат» и ПАО « Челябинский металлургический комбинат». Указанные рельсобалочные станы предназначены для производства дифференцированно- термоупрочненных железнодорожных рельсов длиной до 100 метров. Производство рельсовых профилей на универсальном рельсобалочном стане в России осуществляется впервые.

В связи с этим тема диссертационной работы Голованенко А.В. посвященная изучению, разработки и апробированию отечественных методик создания режимов горячей прокатки на универсальных прокатных станах длинномерных железнодорожных рельсов с необходимыми служебными характеристиками является своевременной и весьма актуальной.



## 2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автором выполнен анализ современных технологических схем производства железнодорожных рельсов, на всех станах, построенных в 21 веке. Рассмотрены и оценены калибровки валков новых прокатных станов. Определены основные преимущества получения рельсовых профилей в универсальных клетях. На основании анализа предложена новая схема проката железнодорожного рельса типа Р65 с использованием отдельно расположенной чистовой клетки. В предложенной технологической схеме проката отсутствует режим непрерывности деформации в предчистовом и чистовом проходах. Обосновано и доказано, что данная схема обеспечивает получение высокой точности геометрических размеров прокатанных рельсов. Прокатанные по данной технологической схеме рельсы соответствуют европейским стандартам и могут использоваться при строительстве в России высокоскоростных железнодорожных магистралей.

Актуальной научно-практической задачей является проведение экспериментальных исследований влияния физико-химических параметров на сопротивление деформации рельсовых сталей. Выполнен аналитический обзор технической специальной литературы, патентов и сформулированы задачи диссертационного исследования. Экспериментальные исследования сопротивления деформации рельсовой стали при различных термомеханических параметрах выполнялись на комплексе для физического моделирования термомеханических процессов «Gleeble System 3800». При этом использовался один из сменных модулей установки «Hydrawedge II». Исследование проводили на образцах прямоугольной и цилиндрической формы полученных из непрерывнолитых заготовок и рельсов стали марки Э78ХСФ четырех плавов. Образцы вырезались по разработанной схеме в вертикальном и горизонтальном положениях. Деформация образцов проводилась со скоростями 0,1; 1 и 10 с<sup>-1</sup> в диапазоне температур от 1150°С до 900°С с интервалом 50°С. методом горячего сжатия. В результате проведенных экспериментальных исследований получены графические зависимости сопротивления деформации от термомеханических параметров. Получено подтверждение общепринятого представления теория прокатки: при повышении температуры прокатки рельсовой стали в диапазоне температур 900 – 1150°С снижается сопротивление деформации. При повышении скорости деформации в интервале от 0,1 – 10 с<sup>-1</sup> сопротивление деформации растет.

Для создания универсальной методики определения сопротивления деформации использованы данные двадцати серийных плавов марки Э78ХСФ текущего производства. Испытание образцов проводили на горячее сжатие. При проведении исследования использовали методику



множественного регрессионного анализа. В результате проведенных исследований установлено влияние содержания элементов на сопротивление деформации. Разработанная статистическая модель расчета сопротивления деформации рельсовых сталей может использоваться при проектировании новых и совершенствовании действующих режимов прокатки рельсов в промышленных условиях.

Проведен анализ контрактной схемы прокатки рельсов на рельсобалочном стане АО «ЕВРАЗ ЗСМК» и предложен вариант интенсифицированного режима прокатки. При использовании нового режима в первой обжимной клетки в ящичных калибрах производится 5 проходов, шестой проход выполняется в калибре «лежащая трапеция», седьмой проход в трапецевидном калибре. Прокатка рельса во второй клетки производится за три прохода. Первые два прохода производят в косорасположенных рельсовых калибрах с уклоном боковых стенок до 18% и использовании упорных конусов с уклонами до 25%, последний проход производят в симметричном рельсовом калибре. Уменьшение количества проходов на второй клетки обоснована выполненными расчетами усилий прокатки, с использованием ранее разработанных методик расчета сопротивления деформации. Технологичность нового режима прокатки проверена опытно-промышленным исследованием загруженности главных двигателей обжимных клеток рельсобалочного стана АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

О степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций свидетельствует акт об использовании результатов диссертационной работы. Разработанный новый эффективный режим прокатки рельсов тип Р65, включая новую калибровку валков, используется в рельсобалочном цехе АО «ЕВРАЗ ЗСМК» с июня 2014 года.

### 3. Новизна и достоверность основных выводов диссертации

Среди наиболее значимых результатов диссертационной работы, отличающихся научной новизной, можно отметить:

- получены аналитические зависимости, характеризующие совместное влияние температуры, скорости и степени деформации хромистой рельсовой стали на сопротивление пластической деформации на горячую прокатку.

- выявлены новые научно-обоснованные закономерности влияния химического состава рельсовых марок стали на сопротивление деформации при прокатке. Показано, что наиболее значимое влияние на сопротивлении деформации рельсовых сталей пластическому деформированию оказывает сера и ванадий.

- создана модель и методика расчета сопротивления деформации рельсовых сталей при меняющихся термомеханических параметрах



прокатки и колебаниях химического состава стали, позволяющая получать достоверную информацию о силовых параметрах прокатки при разработки новых режимов обжатий на универсальных рельсобалочных станах.

- установлено влияние калибровки валков черновой группы клетей рельсобалочного стана на качество рельсовых профилей, в частности положительное влияние использования «косорасположенных» калибров взамен закрытых калибров «балочного типа» на качество поверхности рельсов, а также улучшение макроструктуры готовых рельсов при использовании разрезки заготовки в трапециевидном калибре.

Достоверность полученных результатов при проведении экспериментальных исследований сопротивления деформации рельсовых сталей не вызывает сомнения, поскольку проводилось с использованием современного исследовательского оборудования «Gleeble System 3800». Испытания образцов проводилось в соответствии с нормативной документацией.

#### 4. Ценность диссертации для науки и практике

Анализ существующих технологических режимов прокатки, на современных рельсобалочных станах мира введенных в строй в 21 веке, а также выполненные исследования сопротивления деформации рельсовых сталей в зависимости от термомеханических параметров позволило автору разработать и реализовать на действующем рельсобалочном стане энергоэффективную технологию проката длинномерных железнодорожных рельсов. Разработанные режимы проката и новая калибровка, внедренная на рельсобалочном стане АО «ЕВРАЗ ЗСМК» позволили снизить удельный расход электроэнергии при производстве рельсов на 0,51 кВт/тн. Уменьшить отбраковку рельсов по поверхностным дефектам «плена, отпечаток» на 0,5 абс.%. Снизить удельный расход прокатных валков клетки BD2 1,41кг/тн до 0,9кг/тн. Увеличить производительность стана за счет уменьшения такта проката на 10сек. до 146,8 тн/час. Увеличен межремонтный объем проката с 3,5 до 6,0 тысяч тонн. Новая технология позволила получить экономический эффект в размере 98,588 млн.руб.

Безусловной научной ценностью диссертации является полученные аналитические зависимости, характеризующие влияние температуры, скорости и степени деформации рельсовой стали легированной хромом на сопротивление пластической деформации при прокатке. Определено влияние калибровки валков клетей универсального рельсобалочного стана на качество поверхности и улучшение макроструктуры готовых рельсов. Разработанная методика расчета и статистическая модель определения сопротивления деформации позволяет получать достоверную информацию по энергосиловым параметрам прокатки при проектировании режимов обжатий



по проходам на универсальных рельсобалочных станах. Полученные автором научные данные о влиянии термомеханических параметров прокатки и химического состава рельсовых сталей на сопротивление деформации используются при проведении лекционных и практических занятий по учебной дисциплине «Теория обработки металлов давлением» в учебном процессе ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет». Данные используются при подготовке бакалавров по направлению подготовки 150400.62 Metallurgy, профиль «Обработка металла давлением»

#### 5. Оценка содержания диссертации. Публикации.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Диссертация изложена на 139 страницах машинописного текста, содержит 11 таблиц, 69 рисунков. Список использованных источников включает 102 наименования.

Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на международных и российских конференциях. Основное содержание диссертационной работы изложено в 19 печатных публикациях, в том числе 3 работы – в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ.

#### 6. Замечания по диссертации

1. Из текста диссертационной работы неясно, почему экспериментальные исследования сопротивления деформации проведены только для одной рельсовой марки стали.

2. По результатам проведенных исследований разработаны три новых режима прокатки железнодорожных рельсов на универсальном рельсобалочном стане. При этом подробное описание изменения технико-экономических показателей производства рельсов с численными характеристиками параметров представлено только для одного режима прокатки.

3. В диссертационной работе сталь марки Э78ХСФ с содержанием хрома 0,50% называется хромистой. В металлургии принято называть хромистой стали с содержанием хрома свыше 10%.

4. В названии диссертационной работы фигурирует «универсальный рельсобалочный стан». При этом исследования, в основном, посвящаются калибровке обжимных клетей.



## 7. Заключение

Представленная диссертация Головатенко Алексей Валерьевича является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842. Автор диссертации, Головатенко А.В., заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 - «Обработка металлов давлением».

Официальный оппонент:

Заместитель генерального директора  
по научно-производственной деятельности  
ФГУП «Центрального Научно-Исследовательского  
института черной металлургии им. И.П. Бардина»  
кандидат технических наук.

30.03.2016г.

Галкин Михаил Петрович

Федеральное государственное  
унитарное предприятие «Центральный  
научно-исследовательский институт черной  
металлургии им. И.П.Бардина»

Москва 105005, ул. Радио 23/9, стр.2.

Тел. (495) 777-94-54

e-mail: mikhailgalkin@yandex.ru

М.П.Галкин

Подпись руки Галкина М.П. заверяю:

Ученый секретарь

ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П.Бардина»



Г.П.Москвина