

**Отзыв официального оппонента**  
**на диссертацию Полевого Егора Владимировича**  
«Разработка ресурсосберегающей технологии дифференцированной  
термической обработки длинномерных железнодорожных рельсов»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 05.16.01 –  
«Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

**Актуальность темы диссертационного исследования.**

Представленная диссертационная работа Полевого Е.В. посвящена разработке ресурсосберегающей технологии дифференцированной термической обработки длинномерных железнодорожных рельсов с использованием остаточного тепла предпрокатного нагрева, включая обоснование химического состава стали и параметров закалочного охлаждения.

Данная тема имеет значительную актуальность для науки, промышленности и экономики Российской Федерации, что связано с произошедшими в последние четыре года коренными изменениями в области производства и эксплуатации рельсовой продукции. Еще совсем недавно отечественный железнодорожный транспорт испытывал острый недостаток в рельсах современного мирового уровня качества и эксплуатационной стойкости, длиной не менее 100 м, повышенных классов точности профиля и прямолинейности, предназначенных для эксплуатации в условиях грузового, в том числе тяжеловесного, совмещенного и высокоскоростного движения. Закупки рельсовой продукции с необходимым уровнем свойств за рубежом не могли способствовать стабильности научно-технического развития железнодорожной отрасли и экономической и политической безопасности государства.

Проведенная в 2014 году реконструкция рельсового производства на АО «ЕВРАЗ ЗСМК», освоение новой технологии производства рельсов длиной 100 м с применением технологии дифференцированной термической обработки воздухом с использованием остаточного тепла предпрокатного нагре-



ва, осуществленные с непосредственным участием автора, позволили начать реализацию масштабных проектов повышения пропускной и провозной способности на дорогах Восточного полигона, увеличения грузонапряженности и веса поездов, повышения скорости движения и подготовку к реализации проекта высоко-скоростной магистрали.

Таким образом, разработанные и выносимые автором на защиту результаты исследований, включающие закономерности влияния химических элементов и режимов термообработки на формирование структуры рельсовой стали, кинетику распада горячедеформированного аустенита новой марки стали Э76ХФ, ресурсосберегающие режимы воздушоструйной дифференцированной термической обработки, зависимости влияния параметров технологии термообработки на скорость охлаждения в сечении рельсов, представляют значительный научный и практический интерес.

Реализованные Полевым Е.В. **методы исследования** не только соответствуют поставленным задачам и научно обоснованным путям их решения, отвечают общим требованиям к комплексу проводимых испытаний в рамках классического металловедческого подхода, но и содержат новизну в части применения физического моделирования процессов охлаждения на специально разработанной опытной установке. Применение методов электронно-микроскопического исследования микроструктуры рельсовой стали позволило установить ряд особенностей структурообразования, включая формирование участков нежелательных структурных составляющих мартенсита и бейнита.

**Научная новизна** диссертации подтверждается следующими результатами:

- закономерностями влияния горячей деформации рельсовой стали на ширину интервала перлитного превращения и устойчивость переохлажден-



ного аустенита, что определяет риск образования нежелательных закалочных структур;

- влияние химического состава рельсовой стали и величины предварительной деформации на кинетику структурообразования в рельсах;

- закономерности влияния давления воздуха на скорость охлаждения в различных местах сечения рельса, являющиеся определяющим фактором оценки эффективности применяемой технологии в достижении необходимого уровня свойств рельсов.

**Практическая значимость работы** определяется непосредственным применением результатов работы, в том числе и характеризующих ее научную новизну, в освоении производства дифференцированно термически упрочненных рельсов длиной 100 м общего назначения категории ДТ350 и специального назначения: низко-температурной надежности ДТ350НН и повышенной износостойкости и контактно-усталостной выносливост и ДТ370ИК. В настоящее время дифференцированно-термоупрочненные рельсы сертифицированы и в массовом порядке укладываются в пути ОАО «РЖД» при проведении капитальных ремонтов и модернизации пути. Применение данных рельсов позволило реализовать повышение скоростей движения и пропускной способности на ряде направлений РЖД, повысить износостойкость в кривых малого радиуса, увеличить среднесетевой межремонтный эксплуатационный ресурс с 700 до 1100 млн. т брутто.

**Оценка содержания работы и её оформления.** Архитектоника и содержание диссертационной работы Полевого Е.В. характеризует ее логичное построение, обоснованность постановки целей и задач исследования, выбора методов их решения, достоверность результатов исследования, достаточность применяемых источников и их исчерпывающий анализ, единство стиля и оформления, завершённый характер работы, показывающий высокую квалификацию ее автора. Работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, двух приложений, изложена на 132 страницах, содержит 15 таблиц, 61 рису-



нок и список литературы из 151 наименования. Автореферат в полной мере отражает содержание и результаты диссертационного исследования.

Основные положения и результаты диссертационной работы Полевого Е.В. изложены в **публикациях**, включающих 22 печатных работы, в т.ч. 8 статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ, а также 4 статьи в журналах, входящих в базы данных Web of Science и Scopus. По результатам работы получено два патента на изобретение. Содержание диссертации в полной мере отражено в публикациях и прошло научную апробацию на международных научно-практических конференциях и заседаниях ежегодной межотраслевой Рельсовой комиссии

**В первой главе** соискателем выполнен аналитический обзор химических составов и способов термической обработки, применяемых при производстве рельсов, определены основные тенденции развития железнодорожного движения и проанализированы свойства, предъявляемые к современным рельсам, выделены противоречия в подходах к оптимальной структуре рельсового металла. По результатам анализа соискателем сформулированы цели и задачи диссертационного исследования.

**Во второй главе** исследовано влияние химического состава на распад горячедеформированного аустенита и прокаливаемость рельсовой стали, построены термокинетические диаграммы и кривые прокаливаемости, проведено исследование микроструктуры. Установлены условия формирования микроструктуры, в зависимости от скорости охлаждения и химического состава стали.

**В третьей главе** представлены результаты производственно-экспериментальных исследований на опытной установке, моделирующей условия закалки рельсов в воздушной среде. При проведении опытов были исследованы скорости охлаждения по сечению головки рельсов, в зависимости от параметров термической обработки, а также исследование режимов термической обработки на структуру и механические свойства рельсов.



Большой практический интерес представляют полученные результаты термической обработки с использованием остаточного тепла предпрокатного и тепла повторного нагрева, которые отвечают реальным производственным условиям. Результаты исследований обобщены в виде информативных графиков и таблиц. По результатам исследований разработаны рекомендации по химическому составу и режимам термической обработки для внедрения технологии в производство.

**В четвертой главе** представлены результаты промышленного внедрения разработанных ранее рекомендаций по химическому составу и режимам термической обработки. Отмечены выявленные трудности в обеспечении прямолинейности длинномерных рельсов при охлаждении и меры по их устранению. Всесторонне представлены результаты испытаний рельсов опытных партий, свидетельствующие о высоком их качестве, не уступающим уровню лучших мировых аналогов.

#### **Замечания по диссертации**

1. В проведенных исследованиях отсутствуют расчетные математические модели, которые могли быть использованы при изучении процессов закалочного охлаждения, исследовании прокаливаемости, исследовании влияния режимов закалочного охлаждения на напряженно-деформированное состояние и прямолинейность рельсов. Последнее в диссертационной работе так же не представлено.

2. Несмотря на развитые и широко применяемые в течение многих лет методы испытаний образцов стали на износостойкость и контактно-усталостную выносливость в работе результаты таких испытаний отсутствуют, несмотря на прямую взаимосвязь указанных характеристик с химическим составом и режимами термической обработки.

3. При выборе и обосновании наиболее эффективного химического состава рельсовой стали отсутствуют какие-либо экспериментальные или тео-



ретические, расчетные исследования по сравнительной оценке свариваемости рельсов из сталей с различным содержанием химических элементов.

4. Так же в работе было бы целесообразно представить оценку взаимосвязи предлагаемых химического состава стали, режимов термической обработки и достигаемого комплекса физико-механических свойств с характеристиками эксплуатационного ресурса, общим уровнем потребительских свойств рельсов.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки и высокого уровня проведенных научных исследований и практической значимости их результатов.

**Заключение.** Диссертация Полевого Егора Владимировича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научной работой, демонстрирующей высокий уровень квалификации соискателя, его владение методами исследований и испытаний, знание технологических процессов производства и их научно-технических основ, информированность и компетентность в области научно литературы по вопросам исследований. Работа вносит существенный вклад в развитие металлургической и железнодорожной отраслей.

Представленная диссертация полностью соответствует требованиям, установленным п.9 Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» с изменениями, внесенными постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. № 335 «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней»), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Полевой Егор Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».



Я, Борц Алексей Игоревич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Кандидат технических наук (05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»),  
заместитель директора Научного центра «Рельсы, сварка и транспортное материаловедение» АО «ВНИИЖТ»

Подпись Борца А.И.  
удостоверяю

Начальник отдела управления  
персоналом АО «ВНИИЖТ»  
Даничева Н.А.



Борц Алексей Игоревич

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт  
Железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»)  
129626, Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10

е-mail: borts.aleksei@vniizht.ru  
Тел. 8(499)260-44-33

15.06.2018 г