

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Симачева Артема Сергеевича на тему «Исследование технологической пластичности непрерывно-литой заготовки рельсовой электростали и повышение эксплуатационных свойств рельсов на основе совершенствования технологии термомеханической обработки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Актуальность темы

Диссертационная работа Симачева А.С. направлена на исследование технологической пластичности непрерывно-литой заготовки рельсовой электростали и повышение эксплуатационных свойств рельсов на основе совершенствования технологии термомеханической обработки. Возрастающая потребность в использовании железных дорог ведет к увеличению спроса на железнодорожные рельсы повышенной надежности, контактно-усталостной прочности, вязкости разрушения и живучести. Требуется необходимость в повышении качества заготовок из непрерывно-литой электростали, а также совершенствование технологии термомеханической обработки. Представленная работа, направленная на разработку ресурсосберегающих температурных режимов нагрева и прокатки, основанных на эффективном использовании технологической пластичности стали, обеспечивающих производство железнодорожных рельсов с повышенным уровнем ударной вязкости, является актуальной с научной и практической точек зрения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Предметом исследования диссертационной работы является изучение поведения степени деформации сдвига (критерий пластичности) при изменении температуры испытаний в трех зонах (корковой, столбчатых кристаллов, цен-

тральной), а также влияние структуры и неметаллических включений на данный показатель рельсовых сталей марок Э76Ф, Э76ХФ и Э90ХАФ в зонах по сечению непрерывно-литых заготовок. Исследовательские работы в этом направлении позволяют совершенствовать процессы производства рельсовой продукции.

Результаты работы свидетельствуют об их высокой научной и практической значимости, соответствующей уровню кандидатской диссертации, что подтверждается следующими достижениями автора:

- экспериментально исследованы особенности изменения пластичности в интервале температур 900 – 1200 °С различных зон по сечению непрерывно-литых заготовок рельсовых сталей, установлен максимальный ресурс пластичности стали марки Э76Ф при температуре $1150 \pm 10^\circ\text{C}$ и сталей марок Э76ХФ, Э90ХАФ – $1100 \pm 10^\circ\text{C}$, дальнейшее повышение температуры приводит к снижению пластичности исследуемых марок сталей;

- получены новые уравнения регрессии и эмпирические зависимости влияния температуры на степень деформации сдвига рельсовых сталей марок Э76Ф, Э76ХФ, Э90ХАФ;

- установлены виды, определены морфология, химический и фазовый составы неметаллических включений в различных зонах по сечению непрерывно-литых заготовок исследуемых марок сталей;

- в результате экспериментальных исследований установлено, что для рельсовой стали марки Э76ХФ с повышенным, по сравнению со сталью марки Э76Ф, содержанием хрома в диапазоне температур 1050 – 1250 °С характерны меньшие на 27 – 31 % средний размер зерна стали, в диапазоне температур 1100 – 1200 °С – меньшая на 4 – 10 % глубина обезуглероженного слоя;

- разработан ресурсосберегающий температурный режим нагрева и прокатки рельсов, основанный на эффективном использовании пластичности металла при высоких температурах, обеспечивающий увеличение значения ударной вязкости рельсовой стали на 20 %;

- рекомендовано снижение температуры нагрева непрерывно-литых заго-

товок в методической печи с шагающими балками с 1200 – 1240 °С до 1180 – 1170 °С и осуществление максимальной деформации в процессе прокатки при температурах максимальной пластичности стали;

– апробирован и принят к внедрению в рельсобалочный цех АО «ЕВРАЗ ЗСМК» г. Новокузнецк разработанный температурный режим (внесены соответствующие изменения в технологическую инструкцию по производству рельсов 899-РБЦ-02-2017);

– достигнут совокупный экономический эффект от внедрения результатов работы, основанный на снижении доли несоответствующей продукции и экономии природного газа составляет 6,3 млн. руб. в год;

– результаты диссертационной работы используются в учебном процессе Сибирского государственного индустриального университета при подготовке магистров по направлению 22.04.02 – «Металлургия».

Следует отметить, что степень обоснованности выводов, сформулированных в диссертации, обеспечена совместным использованием современных методов исследования, обеспечивается комплексным подходом решения поставленных задач; сопоставлением литературных данных с результатами экспериментов, а также оценкой погрешности эксперимента статистическими методами и внедрением технологии в производство.

Степень научной и практической новизны

В результате выполнения диссертационного исследования соискателем получены новые научные данные, влияющие на технологическую пластичность рельсовых сталей марок Э76Ф, Э76ХФ, Э90ХАФ в различных зонах по сечению непрерывно-литых заготовок; установлены основные неметаллическими включениями во всех зонах непрерывно-литого слитка исследуемых марок сталей; определены интервалы температур максимальной пластичности, позволяющие рационально использовать данные показатели в производственных условиях; разработан и научно обоснован ресурсосберегающий температурный режим нагрева непрерывно-литых заготовок и прокатки рельсов, основанный на

эффективном использовании технологической пластичности металла, обеспечивающий повышение ударной вязкости рельсовой стали.

Основные положения и результаты диссертации изложены в научно-технических изданиях и обсуждены на международных и всероссийских научных и научно-практических конференциях в достаточной степени. По результатам выполненных исследований опубликовано 18 печатных работ, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования результатов кандидатских диссертаций и 2 статьи в зарубежных и переводных изданиях.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, основных выводов, заключения и приложений. Изложена на 148 страницах машинописного текста, содержит 78 рисунков, 17 таблиц, список литературы из 162 наименований.

Во введении рассмотрены актуальность и степень разработанности темы исследования, намечены цель и задачи диссертационной работы, показана научная новизна, практическая значимость и реализация результатов работы, изложены положения, выносимые на защиту, показаны степень достоверности и апробация результатов, а также соответствие диссертации паспорту научной специальности.

В первом разделе выполнен анализ научных работ, посвященных тематике диссертации, проведена оценка современного состояния научной проблемы высокотемпературной пластичности непрерывно-литых заготовок, исследований структуры и свойств рельсовой стали, полученной способом непрерывной разливки, а также особенностей формирования неметаллических включений в непрерывно-литых заготовках.

Во втором разделе с помощью установки для исследования технологической (высокотемпературной) пластичности металлов и сплавов производилось исследование высокотемпературной пластичности зон кристаллизации непрерывно-литой заготовки рельсовых сталей марок Э76Ф, Э76ХФ и Э90ХАФ. По полученным результатам были построены зависимости степени деформации

сдвига от температуры испытаний. Установлены причины снижения пластичности в стали марки Э76ХФ.

По результатам экспериментальных данных с использованием методики регрессионного анализа была определена количественная взаимосвязь между температурой деформации и степенью деформации сдвига при испытаниях образцов методом высокотемпературного кручения.

В третьем разделе проводилось исследование влияния структуры и неметаллических включений на высокотемпературную пластичность. Выявлены основные неметаллические включения в зонах по сечению непрерывно-литых заготовок, которые совместно с ростом зерна аустенита приводят к снижению показателей степени деформации сдвига, способствуют развитию трещинообразования и ускорению разрушения рельсов. Получены данные о влиянии легирования стали марки Э76Ф хромом, которое приводит к уменьшению среднего размера зерна при высоких температурах, а также снижает величину обезуглероженного слоя.

В четвертом разделе даны рекомендации по использованию и проведению промышленного внедрения результатов исследований высокотемпературной пластичности рельсовых сталей. Предложено снижение температуры нагрева непрерывно-литых заготовок перед прокаткой, которое не изменит технологический процесс, но способствует уменьшению глубины обезуглероженного. Рекомендовано и внедрено в производство проведение процесса прокатки с максимальной деформацией при температурах максимальной пластичности сталей, что привело к наилучшей прорабатываемости.

По рекомендациям автора диссертационной работы в производственных условиях АО «ЕВРАЗ ЗСМК» проведен эксперимент, после которого выявлены более высокие и равномерные показатели ударной вязкости, совокупный экономический эффект от внедрения результатов работы составляет 6,3 млн. руб. в год.

В приложениях приведены результаты высокотемпературного кручения зон по сечению непрерывно-литых заготовок исследуемых марок сталей Э76Ф,

Э76ХФ и Э90ХАФ; представлены акты внедрения в производство и в учебный процесс.

Замечания к работе

По представляемой работе имеются следующие замечания:

1. Автором предложено снижение температуры начала прокатки и связанное с этим уменьшение расхода природного газа, но не рассмотрен вопрос расхода электроэнергии и износа прокатных валков.

2. В главе 4 диссертационной работы автор представил результаты промышленного эксперимента для рельсов из стали марки Э76ХФ, но отсутствуют данные по другим исследуемым в работе маркам сталей.

3. Возможно ли использовать полученные результаты исследований применительно к рельсовым сталям конвертерного производства?

4. Повлияют ли изменения, предложенные диссертантом, в технологии прокатки на дальнейший процесс дифференцированной закалки?

Общая оценка

В целом диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную для металлургической промышленности тему. Полученные автором результаты имеют существенное значение для развития и совершенствования процессов производства рельсовой продукции и имеют возможность широкого применения. Работа проведена с использованием современных методов теоретических и экспериментальных исследований, сформулированная цель и поставленные задачи решены. Выводы являются достоверными и основываются на обработке большого объема экспериментальных данных, что позволяет оценить личный вклад автора.

Диссертационная работа составлена технически грамотно, написана на понятном научно-техническом языке, содержит достаточное количество рисунков, графиков и таблиц. Автореферат диссертации достаточно полно раскрывает содержание, отражает структуру диссертационной работы и полностью соответствует ее основным положениям.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа, выполненная на тему «Исследование технологической пластичности непрерывно-литой заготовки рельсовой электростали и повышение эксплуатационных свойств рельсов на основе совершенствования технологии термомеханической обработки», полностью соответствует требованиям п. 9 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а её автор, Симачев Артем Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Директор ООО «ПРОММЕСТ»,

д.т.н.



Ефимов Олег Юрьевич

«29» ноября 2017 г.

Адрес: 654034, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Анодная, д. 13

Телефон: 89617079241

E-mail: shef.efimov@yandex.ru

Подпись Ефимова О.Ю. удостоверяю:

Начальник отдела кадров



Т.С. Поличная