

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, директора Департамента по развитию рельсового проката Дирекции по продажам и развитию рельсовой продукции ООО «Евраз торговая компания» Борца Алексея Игоревича на диссертацию Ливановой

Надежды Олеговны «Закономерности замедленного хрупкого разрушения высокоуглеродистого закаленного мартенсита в рельсовой и колесной стали», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Диссертация Ливановой Н.О. посвящена актуальной проблеме исследования физической природы явления замедленного хрупкого разрушения (ЗХР) в высокоуглеродистой рельсовой и колесной стали, а также установлению причин формирования мартенситно-бейнитных неоднородностей в дифференцированно-закаленных рельсах и разработке способов, направленных на предотвращение образования закалочных структур (мартенсита и бейнита) в контролируемой области головки железнодорожных рельсов.

Актуальность темы диссертационной работы

Освоение современной технологии производства железнодорожных колес и рельсов из непрерывнолитой заготовки (НЛЗ) является не только ресурсо-, но и наукоемким процессом. Известно, что содержание углерода и легирующих элементов в центральной ликвационной зоне НЛЗ может превышать их среднеплавочное значение в несколько раз. Хрупкое разрушение в закаленной стали может возникать под воздействием неоднородных структурных микронапряжений при мартенситном превращении, также неоднородность по химическому составу и структурные неоднородности уменьшают сопротивление замедленному хрупкому разрушению (ЗХР). Микроструктура рельсовой стали после процесса термической обработки определяет уровень механических свойств и эксплуатационную надежность рельсов, поэтому выявление особенностей изменения микроструктуры при изменении схемы термической обработки является важной задачей для обеспечения качества готовых железнодорожных рельсов. Следует учитывать произошедшее изменение схемы термической обработки с отказом от технологии объемной закалки рельсов в масле после печного нагрева и внедрение технологии дифференцированной термической обработки, при которой происходит принудительное охлаждение головки и подошвы рельса, а в шейке рельса происходит процесс самоотпуска.

Однако именно в шейке рельса преимущественно формируется структурная неоднородность и вследствие повышения уровня остаточных микронапряжений возникает

опасность развития замедленного хрупкого разрушения. На сегодняшний день проявилась недостаточность знаний о замедленном разрушении закаленной высокоуглеродистой стали.

Поэтому диссертационная работа Н.О. Ливановой «Закономерности замедленного хрупкого разрушения высокоуглеродистого закаленного мартенсита в рельсовой и колесной стали» является актуальным научным исследованием, решающим важную научную и техническую проблему.

Диссертационная работа написана понятным научным языком, изложена на 130 страницах, включает в себя 75 рисунков и 14 таблиц. По своей структуре диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и списка литературы, включающего 142 источника.

Во введении автор описал степень разработанности вопроса в момент начала работы, цели, задачи, объект исследования, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, методологию и методы исследования. Было отмечено достаточно полное описание природы замедленного хрупкого разрушения для средне- и низкоуглеродистых сталей, отсюда автор определил **цель работы**: «выявление закономерностей влияния структурного состояния на уровень остаточных микронапряжений и склонность к замедленному хрупкому разрушению высокоуглеродистой рельсовой и колесной стали, определение причин образования мартенситно-бейнитных неоднородностей в дифференцированно-закаленных рельсах и разработка способов предотвращения их формирования в контролируемой области»

В первой главе приведен обзор литературных источников, в котором проанализированы результаты основных исследований, направленных на изучение влияния структурного состояния высокоуглеродистых сталей на сопротивление разрушению, а также особенности технологии производства железнодорожных колес и рельсов из высокоуглеродистой стали, влияние технологии производства железнодорожных рельсов и колес на структурное состояние и образование дефектов, структурное состояние закаленной стали и склонность к ЗХР.

Во второй главе приведены сведения о материалах и методах исследования.

В третьей главе рассмотрены особенности явления замедленного хрупкого разрушения высокоуглеродистого закаленного мартенсита. Показано влияние структуры стали на склонность к ЗХР и уровень остаточных напряжений высокоуглеродистой стали. Проанализировано влияние остаточных микронапряжений на склонность высокоуглеродистого закаленного мартенсита к замедленному хрупкому разрушению. Установлена физическая природа порогового напряжения при ЗХР высокоуглеродистой стали т.е. напряжения, при нагружении ниже которого не наблюдается разрушение.

В четвертой главе рассматриваются дефекты мартенситно-бейнитного происхождения, возможность их наследования из непрерывнолитой заготовки в различных областях профиля рельсового проката. Рассмотрено влияние мартенситно-бейнитных неоднородностей на качество и свойства рельсовой стали. Металлографические и рентгеноструктурные исследования по определению температуры самоотпуска шейки рельсов с участками мартенситной структуры показали, что температура самоотпуска металла шейки рельса составляет 220 ± 10 °С. На основании проведенных исследований выданы рекомендации по снижению скорости охлаждения шейки дифференцированно-закаленных рельсов с целью повышения температуры самоотпуска и более полного протекания релаксационных процессов.

В пятой главе приводятся рекомендации по совершенствованию технологии производства НЛЗ и рельсов.

В конце каждой главы приводится отдельное заключение. Основные выводы диссертационной работы содержатся в заключении.

Однако, наряду с несомненными достоинствами диссертационной работы Н.О. Ливановой, следует отметить ряд **замечаний**:

1. В работе не приведена статистика отбраковки на ТОО «АРБЗ» готовых рельсов по дефекту мартенситно-бейнитной неоднородности.
2. В работе отсутствует развернутый анализ макро и микроструктуры НЛЗ, изготовленной с учетом выданных технологических рекомендаций.
3. В работе не приведены виды микроструктуры в контролируемой зоне головки рельса и в шейке рельса после применения выданных технологических рекомендаций.

Заключение

Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на хорошем научно-методическом уровне. Тематика исследования соответствует пунктам 1, 2, 3, 4, 5 и 6 Паспорта специальности ВАК 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

В целом, диссертационная работа Ливановой Надежды Олеговны на тему «Закономерности замедленного хрупкого разрушения высокоуглеродистого закаленного мартенсита в рельсовой и колесной стали» по актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости отвечает требованиям п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013. а Ливанова Надежда Олеговна заслуживает присуждения степени кандидата

технических наук по специальности 2.6.1. – Metalловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Официальный оппонент,
к.т.н., директор Департамента по развитию рельсового проката
Дирекции по продажам и развитию рельсовой продукции
ООО «Евраз торговая компания»

Борц А.И.

21.05.2025.

Подпись А.И. Борца заверяю

