

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель Генерального директора по
вопросам путевой инфраструктуры,
вагонного хозяйства и материаловедения
АО «ВНИИЖТ»,
кандидат технических наук



А.В. Сухов

2025 г.

ведущей организации Акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» на диссертацию ЛИВАНОВОЙ НАДЕЖДЫ ОЛЕГОВНЫ, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Актуальность темы исследования

Железнодорожные рельсы и колеса являются ответственными железнодорожными деталями и элементами конструкций. Внезапное хрупкое разрушение этих элементов совершенно недопустимо и грозит нарушением безопасности движения поездов с тяжелыми последствиями. Поэтому замедленные хрупкие разрушения колес и рельсов должны быть полностью исключены из железнодорожной практики. Это определяет актуальность изучения причин и условий вероятности возникновения задержанных хрупких разрушений рельсов и колес, а также рельсовых и колесных сталей.

Следует согласиться с утверждением автора о том, что задержанные хрупкие разрушения мало- и среднеуглеродистых сталей изучены гораздо больше, чем такие же разрушения высокоуглеродистых сталей, к которым относятся рельсовые и колесные стали. Это еще более увеличивает актуальность данной диссертационной работы.

Известные случаи появления задержанных хрупких разрушений колес и рельсов связаны со случаями грубых нарушений технологии их производства. В случае колес это было следствием неоправданного резкого понижения температуры отпуска для получения «твердых» колес. В случае рельсов это было связано со сменой поставщика непрерывнолитых заготовок из рельсовой стали для относительно нового рельсопрокатного завода ТОО «АРБЗ», в которых происходило наследование неоднородностей макроструктуры из заготовки в готовую продукцию с образованием в микроструктуре шейки участков мартенсита.

Структура и содержание диссертации

Построение диссертационной работы традиционно: имеется достаточно полный литературный обзор, который заканчивается постановкой задач и цели работы. Целью работы являлось установление закономерностей замедленного хрупкого разрушения высокоуглеродистых рельсовых и колесных сталей, определение причин образования мартенсита в дифференцированно закаленных рельсах и разработка способов предотвращения этого.

Подробно описаны методики исследований. Наибольший интерес представляют методика ускоренных испытаний на замедленное хрупкое разрушение при низкой скорости деформации в условиях сосредоточенного изгиба по снижению параметров сопротивления разрушению в результате уменьшения скорости деформации в 40 раз.

Среди методик рентгеноструктурного анализа следует отметить определение локальной концентрации микроискажений кристаллической решетки по вкладу периферических участков дифрактограмм со слабой интенсивностью в общую интегральную интенсивность.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Рецензируемая диссертация полностью соответствует специальности 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Соответствие автореферата диссертации её содержанию

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Степень достоверности результатов исследований

Достаточно высокая степень достоверности результатов исследований автора диссертации обеспечивается современными методами металлографии, оптической и растровой электронной микроскопии, фрактографии, рентгеноструктурного анализа и механических испытаний. Выводы, полученные автором на этапе лабораторных исследований, хорошо подтвердились на стадии заводских экспериментов. Повышению степени достоверности проведенных исследований способствовал и широкий опыт исследований замедленных хрупких разрушений низко- и среднеуглеродистых сталей, имевшийся в лаборатории. Основные материалы работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях и доложены на международных конференциях.

Теоретическая значимость полученных автором диссертации результатов

1. Установлено важное отличие замедленного хрупкого разрушения высокоуглеродистых (в частности, колесных и рельсовых сталей со структурой мартенсита) от низко- и среднеуглеродистых сталей. При замедленном хрупком разрушении высокоуглеродистых закаленных сталей практически полностью отсутствует II стадия замедленного разрушения (стадия стабильного роста трещины) и из-за малой ее критической длины, разрушение переходит в хрупкий долом.

2. Установлено решающее влияние температуры отпуска на уровень остаточных микронапряжений и склонность к замедленному хрупкому разрушению высокоуглеродистых колесной и рельсовой стали. Отсюда следует необходимость обеспечения нужной температуры отпуска (самоотпуска) после закалочного охлаждения рельсов в потоке прокатного стана и предотвращения образования мартенсита.

3. Установлена зависимость уровня неоднородности микроискажений кристаллической решетки в закаленном

высокоуглеродистом мартенсите от величины приложенного упругого напряжения.

В высокоуглеродистой закаленной стали установлена связь между склонностью к замедленному хрупкому разрушению, оцениваемому по величине снижения работы разрушения при снижении скорости нагружения и уровнем микроискажений кристаллической решетки.

Практическая значимость работы определяется

1. Прежде всего тем, что автор не ограничился лабораторными экспериментами, а от них перешел к изучению заводской технологии производства рельсов. Его положение осложнялось тем, что прокатка, упрочняющая термическая обработка, правка и приемка рельсов проходили в условиях Актюбинского рельсобалочного завода (ТОО «АРБЗ»), а выплавка и непрерывная разливка - на Оскольском электрометаллургическом комбинате (АО «ОЭМК»). Контроль качества непрерывнолитых заготовок затруднен из-за большого поперечного сечения заготовок и проводится на готовых рельсах. В условиях одного завода с полным металлургическим циклом это сделать легче. Автором выявлены дефекты непрерывнолитых заготовок в виде ликвации углерода и легирующих элементов, а также трещины, что является причиной повышенной отбраковки.

2. Автором разработаны рекомендации по изменению температуры разливки и скоростного режима вытяжки с целью обеспечения необходимой однородности химического состава заготовок, отсутствия мартенсита и трещин расслоя. Внесены соответствующие изменения в технологическую документацию на производство рельсов.

3. Выданы рекомендации по повышению температуры самоотпуска после закалочного охлаждения рельса в потоке прокатного стана в ТОО «АРБЗ» с целью исключения образования участков с мартенситной структурой.

4. По результатам технологических рекомендаций изготовлена достаточно большая партия рельсов в условиях ТОО «АРБЗ», в которой не было отбраковки по дефектам микроструктуры (мартенсит) и дефектам макроструктуры.

Замечания по диссертационной работе.

Наряду с перечисленными достоинствами, по нашему мнению, следует отметить некоторые недостатки:

1. Основные эксперименты в работе проведены на образцах со структурой мартенсита во всем объеме образцов. В то же время в рельсах и в шейке, и в головке мартенсит присутствует в виде отдельных участков в общей перлитной структуре. Не было сделано попыток воспроизвести такую неоднородную структуру реальных рельсов и оценить склонность к замедленному хрупкому разрушению образцов с такой структурой. Испытаний образцов, вырезанных из рельсов, недостаточно, т.к. не дает возможности широко варьировать размерами и количеством участков мартенсита в общей перлитной структуре.

2. Нужно по-разному подходить к участкам мартенсита, которые могут образовываться в шейке из-за локального повышения содержания углерода и легирующих элементов, и в головке, где это связано с повышением скорости охлаждения при закалке и понижением температуры самоотпуска. Нельзя без разделения говорить о влиянии бейнитно-мартенситных структур на чувствительность к замедленному хрупкому разрушению без рассмотрения влияния верхнего-, нижнего бейнита и мартенсита в отдельности.

3. В работе отсутствует информация об оптимальных и допустимых режимах закалочного охлаждения и отогреве при самоотпуске для различных элементов профиля рельсов. Говорить о самоотпуске применительно к шейке рельсов вообще неправильно, т.к. самоотпуск может идти вслед за закалкой, а закалочное охлаждение в шейке отсутствует и температура в ней понижается непрерывно, хотя и с разной интенсивностью.

4. При большом внимании в работе к микроискажениям кристаллической решетки II рода, полностью отсутствуют данные об остаточных макронапряжениях I рода. В чувствительности к замедленному хрупкому разрушению эти остаточные макронапряжения играют роль внешних упругих напряжений, сильно зависящих от холодной правки и действуют в течение всей жизни рельса. Практика показывает, что макронапряжения I рода сильно влияют на разрушение рельсов, особенно вдоль шейки.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертация ЛИВАНОВОЙ НАДЕЖДЫ ОЛЕГОВНЫ на соискание учёной степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, посвященной исследованию особенностей физической природы задержанного хрупкого разрушения высокоуглеродистой рельсовой и колесной стали со структурой мартенсита. На основании лабораторных и натурные испытаний, в которых автор принимала непосредственное участие, установлены особенности замедленного хрупкого разрушения высокоуглеродистой стали и определены причины образования участков мартенсита в дифференцированно-закаленных рельсах. Это позволило автору разработать способы предотвращения их формирования.

Эти результаты соответствуют требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а её автор заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

В соответствии с п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней» диссертация, написана самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В соответствии с п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней» в диссертации имеются ссылки на других авторов, источники заимствования материалов или отдельных результатов, а также на научные работы, выполненные ею самостоятельно или в соавторстве.

Заключение рассмотрено на заседании Научно-технического совета научного центра «Инфраструктура» (Протокол № НЦИ 2/пр 14.04.2025).

Адрес организации: 129626, Москва, 3-я Мытищинская ул. 10, стр. 1
АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта»
(АО «ВНИИЖТ»)

Заключение составлено:
Научный консультант
АО «ВНИИЖТ»,
доктор технических наук, профессор



Шур Евгений Авелевич

23 апреля 2025 г.

Подпись Шура Е.А. удостоверяю

Темирбеков Р.Р.

