

ОТЗЫВ на автореферат диссертации

Ливановой Надежды Олеговны на тему «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 (технические науки)

Современное производство рельсов и железнодорожных колес осуществляется из высокоуглеродистой стали и включает технологические операции термической обработки с образованием мартенсита. При производстве рельсов в зависимости от температурно-скоростных параметров разливки, в сечении рельса формируется центральная ликвационная зона с повышенным содержанием углерода, легирующих элементов и примесей, что при образовании закалочных структур в процессе термического упрочнения создает условия для формирования неоднородных сдвиговых структур, повышения остаточных микронапряжений и, как следствие, развития замедленного хрупкого разрушения готовых рельсов.

Термическая обработка железнодорожных колес также предполагает неоднородное распределение структур по сечению обода колеса в момент окончания закалки с образованием мартенситной составляющей в приповерхностных слоях в зонах охлаждения и, как следствие, формирование полей временных сжимающих и растягивающих напряжений с протеканием пластических деформаций, которые приводят к формированию полей остаточных напряжений в колесе после полного цикла термообработки. Наличие хрупких мартенситных структур и высокого уровня внутренних напряжений создает условия для возможного формирования микротрещин при охлаждении при закалке и последующего развития замедленного хрупкого разрушения. Таки образом, выявление закономерностей влияния структурного состояния на уровень остаточных напряжений и склонность к замедленному хрупкому разрушению высокоуглеродистой рельсовой и колесной стали является актуальной задачей.

В связи с вышеизложенным, диссертационная работа Ливановой Надежды Олеговны на тему «Закономерности замедленного хрупкого

разрушения высокоуглеродистого закаленного мартенсита в рельсовой и колесной стали» является весьма актуальной и имеет теоретическое и практическое значение.

Соискателем проведены комплексные исследования влияния структурного состояния высокоуглеродистой рельсовой и колесной стали на уровень остаточных микронапряжений, склонности к замедленному хрупкому разрушению и условий образования сдвиговых продуктов превращения при производстве дифференцированно-закаленных рельсов, установлена феноменологическая особенность замедленного разрушения свежезакаленного высокоуглеродистого мартенсита, которая заключается в сокращении длительности («вырождении») стадии роста стабильной трещины из-за малого критического размера; показана ведущая роль остаточных микронапряжений, вызванных мартенситным превращением, в механизме развития этого явления, установлено соответствие величины порогового напряжения при замедленном разрушении напряжению начала микропластической деформации при нагружении в упругой области высокоуглеродистой закаленной стали, приводящей к повышению уровня внутренних микронапряжений и образованию микротрещин замедленного разрушения. Особо следует подчеркнуть, что соискателем впервые установлена связь между уровнем локальных остаточных микронапряжений, определяемых по периферийным участкам рентгеновских интерференций, и склонностью к замедленному хрупкому разрушению высокоуглеродистой закаленной стали.

Оценка достоверности обеспечивается современными методами анализа микроструктуры и механических свойств исследованных материалов на сертифицированном аттестованном оборудовании. Результаты полностью согласуются с научными основами металловедения и термической обработки.

На основании проведенных комплексных исследований влияния структурного состояния высокоуглеродистой рельсовой и колесной стали на уровень остаточных микронапряжений, склонности к замедленному хрупкому разрушению и результатах экспериментов автором установлено, что нагружение и выдержка высокоуглеродистой закаленной стали под напряжением в пределах упругой области приводит к немонотонному изменению ширины рентгеновской линии: при низких напряжениях – уменьшению, а при более высоких нагрузках – увеличению; впервые установлена связь между уровнем локальных остаточных микро-напряжений,

определяемых по периферийным участкам рентгеновских интерференций, и склонностью к замедленному хрупкому разрушению высокоуглеродистой закаленной стали. Особое значение имеет установленное в результате проведенных исследований наличие ликвации основных элементов (углерода, кремния, марганца и ванадия) по сечению непрерывнолитой заготовки рельсовой стали с наибольшей ликвацией углерода.

Степень новизны, обоснованности и достоверности научных положений и выводов диссертации, а также ее практическая и научная значимость являются достаточными.

Основные положения и результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях, а также в материалах международных, всероссийских и национальных научных конференций, что говорит о достаточно широкой апробации результатов диссертации. Результаты выполненных работ отмечены званием лауреата конкурса «Молодые ученые 2019» на 25-й Международной промышленной выставке «Металл-Экспо» (12-15 ноября 2019 г., Москва).

Область исследований, содержание и полученные результаты соответствуют паспорту специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки).

В целом приведенные в автореферате материалы, свидетельствуют, что диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, содержит новые научные результаты и имеет практическую значимость.

По автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. Работа включает результаты обобщения и анализа большого объема комплексных экспериментальных исследований, которые имеют, безусловно, большое значение для развития научных знаний в области термической обработки высокоуглеродистых рельсовой и колесной сталей, а также практическое значение для повышения качества, надежности и долговечности рельсовой и колесной продукции. Выводы по результатам ряда исследований привязаны к процентному содержанию углерода. В то же время, представляет интерес результаты аналогичных исследований при изменении не только процентного содержания углерода, но и сочетания процентного содержания таких элементов как углерод, марганец и кремний.
2. Безусловный интерес представляют результаты оценки влияния температуры отпуска закаленных высокоуглеродистых сталей на

склонность к замедленному хрупкому разрушению, полученные на основе проведенных экспериментальных исследований. Для расширения спектра исследований в области влияния химического состава стали, параметров закалки и температуры отпуска целесообразно сочетание экспериментальных исследований с процессами компьютерного моделирования на основе уникального методологического и программного обеспечения. Результаты, представленные в работе соискателем, носят научно обоснованный характер и могут быть рекомендованы для использования в рамках развития уже существующего методологического и программного обеспечения.

Высказанные замечания носят характер рекомендаций для дальнейшего развития исследований в данной предметной области, а для соискателя предлагается расширить спектр подходов к организации и проведению комплексных исследований с интеграцией в них элементов компьютерного моделирования с целью подготовки и успешной защиты докторской диссертации.

Д.т.н., профессор кафедры
«Управление эксплуатационной
работой и безопасностью на
транспорте» Федерального
государственного автономного
образовательного учреждения
высшего образования «Российский
университет транспорта»

« 28 » 05 2025 г.



А.В. Саврухин

127994, г. Москва, ул Образцова, д 9, стр. 9
savruhin.av@edu.rut-miit.ru

Я, Саврухин Андрей Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в документах, связанных: защитой диссертации Ливановой Надежды Олеговны, и их дальнейшую обработку.



А.В. Саврухин

Подпись: А.В. Саврухина⁴ заверено
Заместитель начальника ОКН УРП Воево / Воинов Т.И.