

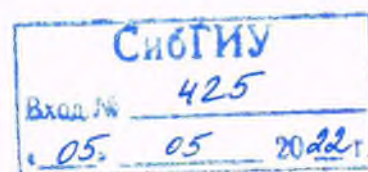
Отзыв

**Официального оппонента на диссертацию Кузнецова Романа Вадимовича
«Структурно-фазовые состояния, дефектная субструктура и свойства
длинномерных рельсов после экстремально длительной эксплуатации»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния**

Актуальность диссертационной работы

Рассмотрение поведения рельсов при длительной эксплуатации и анализ причин их изъятия вызывает в последнее время большой интерес. Расширение информации в этой области связано как со стремлением к более глубокому пониманию фундаментальных проблем физического материаловедения, так и с практической значимостью, диктуемой непрерывным возрастанием требований к надежности рельсов в современных условиях высоких нагрузок на ось и скоростей движения. Одним из наиболее важных направлений, способствующих развитию представлений о физической природе структурно-фазовых превращений, является установление количественных закономерностей изменения соответствующих параметров в головке рельсов.

Несущие элементы рельсового пути подвергаются в процессе эксплуатации значительным знакопеременным механическим нагрузкам, температурным воздействиям, что совместно с изменениями структурного состояния объекта, его механических характеристик, в том числе ударной вязкости, уровня остаточных напряжений, микрповреждениями может приводить к разрушению и катастрофическим последствиям. Поэтому выявление природы и закономерностей эволюции структуры, фазового состава и дефектной субструктуры в головке рельсов при длительной эксплуатации приобретает особую актуальность.



Научная новизна.

Успешное выполнение поставленной в работе цели позволило диссертанту получить впервые ряд оригинальных результатов, среди которых к наиболее значимым можно отнести следующие:

1. Новые знания о структурно-фазовых состояниях, дислокационной субструктуре и механических свойствах длинномерных термоупрочненных рельсов в сечении головки после экстремально длительной эксплуатации (пропущенный тоннаж 1770 млн. тонн брутто).

2. Градиентный характер изменения относительного содержания различных типов структуры, скалярной и избыточной плотности дислокаций в сечении головки рельсов.

3. Количественная оценка перераспределения карбидной фазы и атомов углерода в головке рельсов при эксплуатации.

4. Сравнение суммарного предела текучести по разным направлениям в головке рельсов после различного объема пропущенного тоннажа.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается комплексным подходом к решению поставленных задач и большим объемом экспериментальных результатов, полученных современными методами физического материаловедения, согласованием полученных экспериментальных данных с результатами, полученными другими авторами, справками об использовании результатов работы. Научные положения, выводы и рекомендации, приведенные в работе, достаточно достоверны и обоснованы.

Научная и практическая значимость

Научная значимость диссертационной работы заключается в том, что в ней методами современного физического материаловедения получены данные о закономерностях формирования структуры, фазового состава, дефектной субструктуры и механических свойств в головке рельсов после экстремально

длительной эксплуатации (пропущенный тоннаж 1770 млн. тонн брутто). Это позволило установить физическую природу и количественно оценить механизмы упрочнения поверхности головки рельсов в процессе экстремально длительной эксплуатации. Выявлен градиентный характер изменения структуры, фазового состава, дислокационной субструктуры рельсовой стали, характеризующийся определенными закономерными изменениями скалярной и избыточной плотности дислокаций, относительного содержания типов структуры, карбидной фазы и атомов углерода в сечении головки рельсов.

Практическая значимость диссертационной работы, подтвержденная актами использования ее результатов в промышленности, заключается в возможности корректировки режимов дифференцированной закалки рельсов, формирующих требуемый комплекс свойств, и сокращения сроков регламентных работ по проверке состояния поверхностного слоя, разработке методик неразрушающего контроля. Результаты диссертации апробированы при проведении научных исследований в Сибирском государственном индустриальном университете и учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Материаловедение и технологии материалов», что подтверждено соответствующими актами. Научные результаты, полученные в работе, могут быть использованы в научных учреждениях и в высших учебных заведениях, таких как ИФПМ СО РАН, ИМАШ РАН, ИФМ УРО РАН, ИМЕТ РАН, ЦНИИЧермет, НИ ТПУ, НГТУ, НИТУ «МИСИС», СибГИУ, ВНИИЖТ.

Анализ содержания диссертации

Основное содержание диссертации опубликовано в 19 статьях, в том числе 10 - в журналах, входящих в Перечень, рекомендованный ВАК для публикации результатов диссертационных исследований, и 2 статьях в зарубежных и переводных изданиях, 1 монографии, остальное в трудах российских и международных конференций.

Диссертация включает в себя введение, 6 глав, основные выводы, список литературы из 220 наименований, приложения, изложена на 146 страницах машинописного текста, содержит 55 рисунков, 9 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы, перечислены положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Структурные преобразования в рельсах и изменение свойств при длительной эксплуатации», являющейся обзором литературы, проведен тщательный анализ работ отечественных и зарубежных исследователей по изменению структурно-фазовых состояний, дефектной субструктуры и свойств объемно- и дифференцированных рельсов при эксплуатации.

Во второй главе «Материал и методы исследования» отмечено, что материалом исследования являлись образцы дифференцированно закаленных рельсов категории ДТ350 из стали марки Э76ХФ производства АО «Евраз-ЗСМК» после пропущенного тоннажа 1770 млн. т брутто в процессе полигонных испытаний на Экспериментальном кольце АО «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (г. Щербинка). Приведено описание методик и методов исследования.

В третьей главе «Структурно-фазовое состояние и свойства рельсов на различных масштабных уровнях после экстремально длительной эксплуатации» представлены результаты исследования на макро и микроуровнях структуры, фазового состава, дислокационной субструктуры и механических свойств в исходном состоянии (после дифференцированной закалки) и их эволюция на глубине 10 мм от поверхности катания по разным направлениям в головке после экстремально длительной эксплуатации.

Проведена количественная оценка параметров микроструктуры зерен перлита проанализированы частотные распределения величины перлитных колоний и межпластинчатого расстояния в них вдоль центральной оси симметрии головки и радиуса скругления рабочей выкружки. Отмечено, что значения механических свойств удовлетворяют техническим условиям РЖД.

В четвертой главе «Градиенты структурно-фазового состояния в головке рельсов после ультра длительной эксплуатации» приведены результаты формирования градиентов по радиусу скругления рабочей выкружки и центральной оси симметрии головки рельсов.

Показано, что преобразования зерен и колоний пластинчатого перлита приводит к формированию следующих типов структуры: 1 – перлит пластинчатой морфологии; 2 – перлит разрушенный; 3 – вырожденный перлит (феррито-карбидная смесь); 4 – зерна перлита, пластины феррита в которых декорированы наноразмерными частицами цементита; 5 – зерна феррита с субмикроструктурной зеренно-субзеренной структурой.

Сравнивая результаты относительного содержания различных типов структуры головки рельсов вдоль центральной оси и радиуса скругления рабочей выкружки, автор делает заключение о существенно более высоком уровне термодеформационного преобразования металла рельсов вдоль радиуса скругления рабочей выкружки, по сравнению с металлом рельсов вдоль центральной оси. К такому же выводу автор приходит при анализе изменения величин скалярной и избыточной плотности дислокаций по сечению головки рельсов. При анализе деформационного преобразования перлита рассмотрены механизмы разрушения и растворения пластин цементита. Показано, что выявленная потеря углерода в поверхностных слоях обусловлена как обезуглероживанием поверхностного слоя металла рельсов в процессе сверхдлительной эксплуатации, так и выходом атомов углерода на дефекты структуры стали – линии дислокаций, границы зерен и субзерен.

В пятой главе «Физическая природа прочности и механизмы упрочнения рельсов при сверхдлительной эксплуатации» проведена количественная оценка механизмов упрочнения поверхностных слоев рельсов по разным направлениям в головке и перераспределения атомов углерода. Это позволило оценить аддитивный (суммарный) предел текучести. При сравнении с ранее полученными результатами по оценке суммарного предела текучести в рельсах с меньшим пропущенным тоннажем (691,8 и 1411 млн. тонн брутто) показано, что увеличение пропущенного

тоннажа до 1770 млн. тонн не привело к ожидаемому повышению предела прочности по сравнению с данными 1411 млн. тонн. Дискутируя с авторами работ Украинской и Томской научных школ, автор приходит к заключению, что повышение ресурса работы рельсов может быть достигнуто за счет как можно более длительного сохранения структуры, способной к развитию обратимых деформационных процессов, исключаящих разрушение цементитных пластин в перлитных колониях с последующим перемещением атомов углерода на дефекты (дислокации) и области решетки α -железа.

Шестая глава посвящена описанию апробации результатов работы в учебном процессе, научной деятельности и промышленности.

В приложении приведены справки и акты использования результатов работы.

Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертации. Диссертация изложена ясно, последовательно, грамотным языком. Ее структура логически обоснована.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Диссертационная работа по своим целям, задачам, содержанию, методам исследования, научной новизне и практической значимости соответствует специальности 01.04.07. – Физика конденсированного состояния пп. 1 и 7 (п. 1 «Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы свойств металлов и их сплавов, неорганических и органических соединений, диэлектриков и в том числе материалов световодов как в твердом, так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления», п.7 «Технические и технологические приложения физики конденсированного состояния»).

Апробация работы

Результаты диссертации обсуждены на профильных конференциях Всероссийского и международного уровня.

В качестве замечаний можно указать следующее:

1. Структурные исследования выполнены на расстояниях 2 мм, 10 мм и вблизи поверхности катания, а твердость и микротвердость измерены на большем удалении от поверхности катания. Механические свойства измерены только в головке рельса. В тексте диссертации не объяснен выбор этих расстояний.

2. Понимание градиентного характера изменения параметров тонкой структуры головки рельсов (скалярная и избыточная плотность дислокаций) могло бы быть усиленно анализом эпюры макронапряжений по сечению головки.

3. В общее содержание работы не вписываются ссылки на публикации академика В.Е. Панина, так как его интерпретация результатов не подтверждена экспериментальными данными.

Приведенные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы.

Заключение

Оценивая работу в целом, необходимо отметить, что по уровню решаемых задач, объему и актуальности выполненных исследований, обоснованности вынесенных на защиту положений, достоверности и научной новизне полученных результатов, их значимости для науки и производства диссертация Кузнецова Р. В. отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. Диссертация соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней. Она является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача, имеющая важное значение для физики конденсированного состояния и заключающаяся в установлении физических механизмов упрочнения, закономерностей и сравнительном анализе структуры, фазового состава, дефектной субструктуры и механических свойств, формирующихся на различных расстояниях по центральной оси и по радиусу округления выкружки в головке длинномерных рельсов после экстремально длительной эксплуатации, а ее автор, Кузнецов Роман Вадимович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 - Физика конденсированного состояния.

На обработку персональных данных согласна.

Официальный оппонент,

кандидат физико-математических наук,

доцент, доцент кафедры физики, химии и теоретической механики

федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования

«Томский государственный архитектурно-

строительный университет»

специальность

01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Никоненко Е.Л.

Подпись Никоненко Елены Леонидовны удостоверяю

Проректор по НР ТГАСУ



С.В. Ефименко

М.П.

20.04.2022 г.

Рабочий адрес: 634003 г. Томск, пл. Соляная, 2

e-mail: vilatomsk@mail.ru

телефон: 8-903-914-39-90

факс: 8-382-2-65-42-63