

## ОТЗЫВ

Официального оппонента, кандидата технических наук, Мосягина

Владимира Валентиновича по диссертации Тапкова Кирилла

Александровича «Научное обоснование методики оценки остаточных напряжений в дифференцированно-упрочненных рельсах на основе явления акустоупругости и математического моделирования» выполнена на кафедре «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 - «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

На отзыв представлена рукопись диссертационной работы и ее автореферат. Диссертационная работа представлена на 164 страницах машинописного текста, состоящая из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 133 наименований и трёх приложений. Работа содержит 18 таблицы и 85 рисунков. Содержание автореферата изложено на 25 страницах машинописного текста, в составе которого 10 рисунков и 3 таблицы. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации

**Актуальность темы** заключается в том, что возникающие во время прокатки и термообработки рельсов остаточные технологические напряжения вносят существенный вклад в развитие дефектов в рельсах и оказывают непосредственное влияние на ресурс рельса. Неразрушающий контроль значений остаточных напряжений в рельсах при их производстве в настоящее время не проводится в связи с недостаточным уровнем научных знаний по данной тематике. В качестве перспективного метода контроля напряжённого состояния автором диссертационного исследования предлагается использовать метод акустической тензометрии. В связи с указанным, тема диссертационной работы К.А. Тапкова «Научное обоснование методики оценки остаточных напряжений в

дифференцированно-упрочненных рельсах на основе явления акустоупругости и математического моделирования» является актуальной и обладает научной новизной.

### **Научная новизна работы**

Автором разработана математическая модель, позволяющая оценивать напряжённое состояние элементов рельса в зависимости от уровня напряжений, полученного при прозвучивании всего сечения рельса методом акустической тензометрии.

Представлена математическая модель, позволяющая проводить оценку наработки рельса до критического роста усталостной трещины в головке рельса в зависимости от уровня остаточных технологических напряжений и температурных напряжений, возникающих при эксплуатации рельса.

Предложена основанная на эффекте акустоупругости методика неразрушающего контроля напряженного состояния рельса, согласно которой уровень измеренных остаточных напряжений должен лежать в пределах от минус 80 МПа до минус 50 МПа.

Установлено наличие обратной линейной зависимости между значениями напряжений, получаемых методом акустической тензометрии при прозвучивании со стороны поверхности катания, и напряжениями в шейке рельса, оцениваемых по расхождению прорезанного паза в образце рельса.

Установлено наличие прямой линейной зависимости между значениями напряжений, получаемых методом акустической тензометрии при прозвучивании со стороны поверхности катания и напряжениями в поверхностном слое подошвы рельса, оцениваемых тензорезистивным методом после вырезки темплета из образца рельса.

## **Практическая значимость результатов работы**

Разработанная в диссертации методика позволяет решить задачу неразрушающего контроля напряжённого состояния рельсов при их изготовлении.

Разработанная методика моделирования развития дефекта позволяет проводить прогнозирование роста поперечных трещин в головке рельса в процессе эксплуатации рельсов до перехода их в остродефектное состояние.

### **Степень достоверности и обоснованности результатов исследований**

Достоверность и обоснованность полученных результатов исследования, научных положений и выводов обеспечивается с помощью методов математического и компьютерного моделирования, в том числе методом конечных элементов в программной среде Comsol Multiphysics, статистических методов планирования и обработки эксперимента, а также согласованностью результатов моделирования напряжённого состояния рельсов с результатами, полученными при экспериментальном исследовании рельса.

При выполнении расчётов для обоснования и оценки результатов и выводов диссертант использует элементы теории упругости, теоретические положения, касающиеся применения метода акустической тензометрии, метод конечных элементов, методику оценки развития усталостного разрушения согласно кривой Веллера.

### **Вопросы и замечания по диссертационной работе**

1. В работе использована информация по морально устаревшим приборам ультравукового контроля рельсов (Рельс-5, Поиск-10, АВИКОН-01). В настоящее время используются более современные дефектоскопы типа АВИКОН-31 и РДМ-22, обладающими более широкими возможностями.

2. В обзоре современного состояния вопроса не приведены данные по зарубежным приборам для контроля напряженного состояния рельсов, основанного на шумах Баркгаузена. Например, венгерский прибор RailScan.

3. На стр. 50 указана расчётная формула (2.24) для вычисления коэффициента акустоупругости, после чего приведено его значение. Далее указано, что проверка коэффициента была выполнена экспериментально с использованием установки Instron 300DX, при этом отсутствуют данные экспериментального исследования и сравнения результатов. В работе не исследованы вопросы влияния состава стали, способа термообработки рельсов на значение коэффициента акустоупругости.

4. На стр. 71 и стр.76 указано, что погрешность оценки уровня остаточных напряжений составила  $\pm 5$  МПа. Несколько как вычислялась погрешность, является ли это следствием только приборной погрешности, учитывалась ли случайная составляющая, применялись ли правила вычисления погрешностей.

5. В выводах по четвёртой главе на стр.128 говорится о близком значении скоростей роста трещины при различном уровне остаточных напряжений. Скорость роста трещины оценивалась по тангенсу угла наклона кривой по рисунку 4.62, при этом отсутствуют непосредственные значения скорости роста трещины в зависимости от пропущенного тоннажа, что необходимо для прогнозирования выхода остродефектного рельса в процессе эксплуатации.

### **Общая оценка содержания диссертации**

Диссертация, представленная К.А. Тапковым, является актуальной, законченной и самостоятельной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне. В ней предложена методика проведения неразрушающего контроля рельсов текущего производства на основе метода акустического тензометрирования, проведена оценка влияния остаточных технологических напряжений на развитие усталостных дефектов

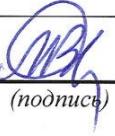
в головке рельса. Заявленная цель исследования достигнута. Основные выводы по работе научно обоснованы. Полученные результаты имеют научную новизну и практическую ценность. Личный вклад автора работы достаточно существенен.

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту научной специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» по следующим пунктам: п. 1 «Научное обоснование новых и усовершенствование существующих методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.» и п. 3 - «Разработка, внедрение и испытания приборов, средств и систем контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, имеющих лучшие характеристики по сравнению с прототипами».

Основные научные результаты диссертационного исследования опубликованы в 14 научных статьях, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК РФ для публикации основных результатов диссертационной работы на соискание учёной степени кандидата наук. Результаты исследования докладывались на конференциях всероссийского и международного уровня.

## **Заключение**

Диссертационная работа «Научное обоснование методики оценки остаточных напряжений в дифференцированно-упрочненных рельсах на основе явления акустоупругости и математического моделирования» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Тапков Кирилл Александрович – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 - «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

<p>Официальный оппонент, кандидат технических наук, начальник отдела методов и средств неразрушающего контроля, ОАО «Радиоавионика»</p> <p>Специальность: 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий</p> <p><i>190005, Россия, Санкт-Петербург, Троицкий пр., д. 4, лит. Б</i></p> <p><i>Тел.: +7(911)279-40-88, e-mail: wwmos@mail.ru</i></p> <p>Согласен на обработку персональных данных</p>	 (подпись)	B.V. Мосягин
--	--	--------------

Подпись B.V. Мосягина заверяю

«11» декабря 2020 г.

