

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕНИЙ В РЕЛЬСАХ ТЕКУЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ АНАЛИЗА ИХ ВЛИЯНИЯ НА НАРАБОТКУ РЕЛЬСА

© 2021 г. Кирилл Александрович Тапков^{1*}, В.В. Муравьев^{1**}
¹ – *Ижевский государственный технический университет имени М.Т.
Калашникова,*

¹ – *г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 7.*

* - *e-mail1; izhjup@mail.ru; +7(3412)776055 доб. 1132**- e-mail2; pmkk@istu.ru*

Весомую роль в безопасности эксплуатации железнодорожного пути играет надёжность рельсов. [1]. Согласно [2] наибольшую опасность и частоту возникновения имеют усталостные дефекты в головке рельса, возникающие при длительной эксплуатации рельса. Цель данной работы заключалась в исследовании роста усталостной трещины в головке рельса до отнесения рельса в острodefектную категорию (дефект 21.2) в зависимости от уровня экспериментально исследованных напряжений. Переход в острodefектную категорию, согласно НТЦ/ЦП-2-93, осуществляется при пересечении усталостной трещиной оси симметрии рельса, либо выходе трещины на поверхность.

Моделирование проводилось в программной среде Comsol Multiphysics. Расчёт уровня остаточных технологических напряжений по элементам был проведён в [3]: минус 78 МПа в головке рельса, минус 125 МПа в шейке рельса, 107 МПа в подошве рельса. Вертикальная составляющая нагрузки со стороны подвижного состава составляет 114 кН, боковая нагрузка на рельс составляет 66 кН, пятно контакта имеет площадь 95 мм² [4]. Количество шпал 2000 шт/км, общая жёсткость пути составляет 80 МПа [5]. Также при эксплуатации возможно появление термических напряжений, описанных в [6].

Инструментальная оценка напряжений проводилась с использованием установки СЭМА, разработанной в ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, и внесённой в реестр средств измерений (госреестр № 61957-15)

В качестве критерия разрушения использовалась кривая Веллера, характеристики стали регламентированы ГОСТ 51685-2013 (предел прочности $\sigma_b=1180$ МПа, предел текучести $\sigma_{0,2}=800$ МПа, предел выносливости $\sigma_{-1}=370$ МПа).

Результаты моделирования перехода рельса в острodefектную категорию в зависимости от уровня напряжений представлены в табл. 1

Таблица 1

Наработка рельса в зависимости от напряжений в головке рельса

Напряжения в головке, МПа	-40	-80	-120
Наработка, млн. тонн брутто	2011	1883	1709

Результаты моделирования перехода рельса в остродефектную категорию в зависимости от разницы между фактической температурой и температурой закрепления представлены в табл. 2.

Таблица 2

Наработка рельса в зависимости от термических напряжений в рельсовом пути

Разница между фактической температурой, и температурой закрепления рельса ΔT , °C	-50	-25	0	+25	+50
Уровень напряжений в головке рельса, МПа	44	-13	-80	-141	-299
Наработка, млн. тонн брутто	2243	2080	1883	1592	1274

Выводы. 1. Термические напряжения, возникающие в рельсах, могут оказывать более значительное влияние на возникновение и рост усталостного дефекта в головке рельса, чем изменение уровня остаточных технологических напряжений на 50%.

2. При условии эксплуатации рельса в течение большей части времени при перепаде температур не выше +25 усиленный контроль на наличие дефектов в виде трещин в головке рельса необходимо проводить после наработки 1500 млн. тонн брутто.

3. Выявленные зависимости перехода рельса в остродефектную категорию как от остаточных технологических, так и от термических напряжений, носят линейный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хлыст С.В., Кузьмиченко В.М., Резанов В.А., Борц А.И., Шур Е.А. Перспективная технология производства рельсов для высокоскоростного и тяжеловесного движения//Вестник ВНИИЖТ – 2013, №6 – С.14-20.

2. Шур Е.А., Борц А.И., Сухов А.В., Абдурашитов А.Ю., Базанова Л.В., Заграничек К.Л. Эволюция повреждаемости рельсов с дефектами контактной усталости//Вестник ВНИИЖТ – 2015, №3 – С. 3-9.

3. Muravev V.V., Tapkov K.A., Volkova L.V., Platunov A.V.. Strain Stress Model of the Rail with Crack in its Head and Estimation of its Operational Lifetime//Materials Science Forum, Vol. 970 – 2019, pp 177-186.

4. 123. Воробьев А.А. Сорокин П.Г. Исследование напряжённого состояния пятна контакта колеса и рельса//Новые материалы и технологии в машиностроении – 2004, №3 – С. 8-18.

5. Бондаренко И. А. Методика расчета характеристик стабилизирующего слоя / И. А. Бондаренко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. - 2007. - Вип. 14. - С. 76-80.

6. Муравьев В.В., Волкова Л.В., Громов В.Е., Глезер А.М. Оценка остаточных напряжений в рельсах с использованием электромагнитно-акустического способа ввода-приема волн // Деформация и разрушение материалов - 2015. № 12 - С. 34–37.