

МЕТОДИКА СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ КОНТАКТНО-УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН РЕЛЬСОВ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ ТВЕРДОСТИ ВИХРЕТОКОВЫМ МЕТОДОМ

© 2025 г. Сергей Павлович Шляхтенков^{1*}, В.С. Выплавень¹, Д.Б. Некрасов²

¹ – Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049 Новосибирск,
ул. Дуси Ковальчук, д. 191

² – АО «ЕВРАЗ ЗСМК», 654042 Новокузнецк, Космическое шоссе, д. 16

* - shlyakhtenkow@gmail.com

Сложившийся запрос на увеличение сроков между капитальными ремонтами рельсовых путей, тенденция увеличения грузонапряженности, интенсивности и скоростей движения определяют актуальность задачи продления срока службы рельсов. Это обуславливает необходимость совершенствования технологий повышения эксплуатационной износостойкости и сопротивляемости к образованию дефектов рельсов при их выплавке и обработке [1]. Закономерности образования и развития износов, трещин и выкрашиваний зависят не только от физико-механических свойств рельсовой стали, но также от геометрических параметров пути и эксплуатационных характеристик. Сравнительный анализ развития преддефектных состояний поверхности катания рельсов различных категорий твердости может быть проведен при условии сопоставимости условий эксплуатации и достоверности методов оценки параметров дефектов.

Цель работы – создание методики вихретокового контроля рельсов различных категорий твердости для сравнительной оценки развития трещин поверхности катания.

Исследования выполнялись в границах двух криволинейных участков пути одного перегона с близкими условиями эксплуатации и имеющими поверхностные повреждения в виде выкрашиваний и развитой сетки трещин. Во внутреннюю нить первого участка уложены рельсы категории ДТ350, второго участка – ДТ350НН. Для оценки параметров поверхностных трещин использовался вихретоковый метод. Контроль проводился для каждой кривой в 12 контрольных участках. Поверхность катания на всех контролируемых участках сканировалась на длине 100 мм вдоль продольной оси рельса со смещением на (15 ± 1) мм от середины в сторону нерабочей выкружки рельса, так как в середине поверхности катания имеются развитые поверхностные выкрашивания. Ручным дефектоскопом Вектор-60Д проведена фиксация параметров сигналов от сетки трещин на амплитудно-фазовой развертке. Глубина трещин оценивалась косвенным методом, по методике, описанной в предыдущих исследованиях [2].

Далее для каждого участка оценивалось количество трещин, максимальная и средняя глубина, среднеквадратическое отклонение, проводился частотный анализ распределения трещин по глубине. Полученные результаты глубин в каждой кривой

сравнивались между собой и с абсолютными значениями вертикального износа и глубины выкрашиваний. Также в работе оценивалась критическая линейная плотность трещин в середине поверхности катания, с уже сформировавшимися выкрашиваниями.

Поверхностный слой головок рельсов категории ДТ350 1-го участка изношен менее равномерно, чем у рельсов 2-го участка категории ДТ350НН. Максимальные глубины трещин в границах 2-го участка находятся вблизи среднего уровня, а перекрытие доверительных границ погрешности глубины для большинства контрольных участков составляет от 20 до 95 %. Экспериментально вихретоковым методом показана зависимость между глубинами трещин и вертикальным износом. На 1-ом участке с рельсами ДТ350 интенсивность вертикального износа практически не влияет на развитие глубин сетки трещин, когда как скорость роста трещин на рельсах ДТ350НН сдерживается интенсивным вертикальным износом (рис. 1).

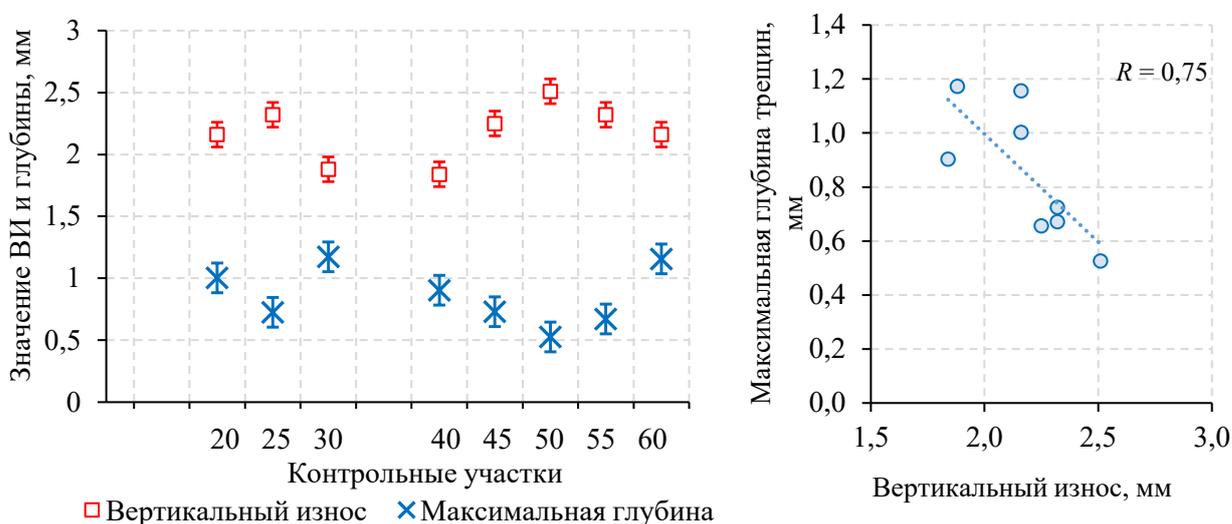


Рис. 1. Изменение глубины трещин и износа в зависимости от расположения контрольных участков в кривой (а) и график зависимости глубины трещин и износа (б)

Критерием для прогнозирования появления усталостных повреждений в виде выкрашиваний могут служить результаты мониторинга изменения линейной плотности трещин на единицу длины по мере наработки рельса, критическое значение которой, по предварительным оценкам, составляет 500 шт/м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Токмакова Е.Н., Перков И.Е., Иванов П.В., Заграничек К.Л. Разработка рельсов новой категории для применения в особо тяжелых условиях эксплуатации // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2022. Т. 81. № 4. С. 339–346.
2. Шляхтенков С.П., Некрасов Д.Б., Палагин С.В., Бессонова О.В., Попков А.А., Бехер С.А. Возможности ручного вихретокового контроля для измерения глубины контактно-усталостных трещин поверхности катания рельсов // Дефектоскопия. 2023. № 4. С. 37–45.