

АКУСТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРОСКОПИЯ И ТЕНЗОМЕТРИЯ РЕЛЬСОВ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ

Ключевые слова: ультразвуковые волны, акустоупругость, напряжения, твердость, структура, наработка, сварной стык, рельсы.

В работе разработана методика контроля остаточных и термических напряжений в рельсах Р65 и в сварных соединениях рельсов методом акустоупругости с электромагнитно-акустическим способом ввода-приема сдвиговых волн [1].

Проведено моделирование механических напряжений и расчетных усилий в зависимости от температуры от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$ в плетевом рельсе и с приложением продольной нагрузки от 0 до 25 тонн к отрезку рельса. Экспериментальная оценка механических напряжений проведена на отрезках рельса, подвергнутого сжатию в направлении продольной оси на машине Instron 300DX. Измерения проведены структуроскопом СЭМА. Начальные напряжения при нулевой нагрузке в отрезке рельса по разным сечениям в направлении от головки до подошвы составляют от -30 до -50 МПа. Значения остаточных напряжений в шейке рельса выше почти на порядок и составляют до 250 МПа. Увеличение нагрузки на 40 кН приводит к увеличению сжимающих напряжений на 5 МПа при погрешности измерения напряжений 2 МПа.

Установлено, что на границах сварного соединения резко изменяются скорости распространения ультразвуковых волн (до 100 МПа), что соответствует изменению структуры от деформированного состояния к литому. Результаты оценки скоростей распространения ультразвуковых волн показывают, что наибольшей чувствительностью к изменениям структуры в зоне соединения с алюмотермитным и электроконтактным способами сварки обладает головная волна. Значения скоростей распространения ультразвуковых волн изменяются неравномерно в области сварных соединений, что позволяет локализовать места с наибольшим изменением структуры по результатам анализа распространения волн по длине рельса.

Оценка продольных напряжений в 800-метровых плетевых рельсах при температурах окружающей среды 4, 24 и 32 °С выполнена на 13 км бесстыкового однопутного перегона Юски – Лудзя участка Агрыз – Ижевск ГЖД. Отмечено уменьшение сжимающих напряжений на 60 МПа с увеличением температуры в этом диапазоне.

Разработан способ оценки акустических структурных шумов в металлоизделиях по слоям на основе анализа осциллограмм контроля, разбитых на временные интервалы. Показано влияние наработки рельсов типа Р65 в процессе эксплуатации на акустические структурные шумы.

Исследована зависимость скорости рэлеевской волны и коэрцитивной силы от глубины обезуглероженного слоя в образцах рельсов. Найдена связь скорости рэлеевской волны и коэрцитивной силы с длительностью отжига, с твердостью поверхности образцов, микротвердостью по глубине обезуглероженного слоя.

Установлено линейное снижение скорости рэлеевской волны с увеличением твердости металла рельсов типа Р65. Экспериментально показано увеличение скорости рэлеевской волны с ростом толщины обезуглероженного слоя в рельсовой стали.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 15-19-00051).

ЛИТЕРАТУРА

1. Электромагнитно-акустический метод исследования напряженно-деформированного состояния рельсов / В. В. Муравьев [и др.]. Дефектоскопия. 2016. № 7. С. 12–20.