

ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ В РАДИАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ ОСЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Г. Г. БАСОВ, В. Л. МАРКОВ, А. Н. КИРЕЕВ, С. А. ВОЛКОВА

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния радиуса кривизны цилиндрической поверхности чистовых осей колесных пар подвижного состава железных дорог на амплитуду эхосигнала от искусственных отражателей при ультразвуковом контроле эхоимпульсным методом контактным способом с цилиндрической поверхности оси продольными волнами в радиальном направлении на отсутствие внутренних недопустимых несплошностей. Результаты работы имеют практическое значение и использовались при внедрении в ОАО Холдинговая компания «Лугансктепловоз» УЗ контроля осей в радиальном направлении.

The paper gives the results of experimental studies of the influence of curvature radius of a cylindrical surface of finish axles in wheel pairs of railway rolling stock on the amplitude of echo signals from artificial reflectors in ultrasonic testing by echo-pulse method using contact technique from the cylindrical surface of the axle by longitudinal waves in the radial direction for absence of inadmissible inner discontinuities. Results of the studies are of practical importance and were used in introduction of UT control of the axles in the radial direction at OJSC "Luganskteplovoz" Holding Company.

Для обеспечения безопасности движения на железных дорогах оси колесных пар подвижного состава должны подвергаться ультразвуковому контролю (УЗ) на «прозвучиваемость» и на отсутствие внутренних недопустимых несплошностей [1–3].

Одним из обязательных вариантов УЗ осей является контроль эхоимпульсным методом контактным способом с цилиндрической поверхности чистовой оси продольными волнами в радиальном направлении на наличие внутренних недопустимых несплошностей.

Настройка чувствительности УЗ дефектоскопа является наиболее ответственной методической операцией в технологическом процессе УЗ контроля [4]. При УЗ контроле в осевом направлении настройку чувствительности дефектоскопа проводят по искусственным отражателям в виде плоского дна цилиндрического отверстия, расположенного перпендикулярно оси цилиндра. Такой тип искусственного отражателя применяется в США и во многих странах Европы [5].

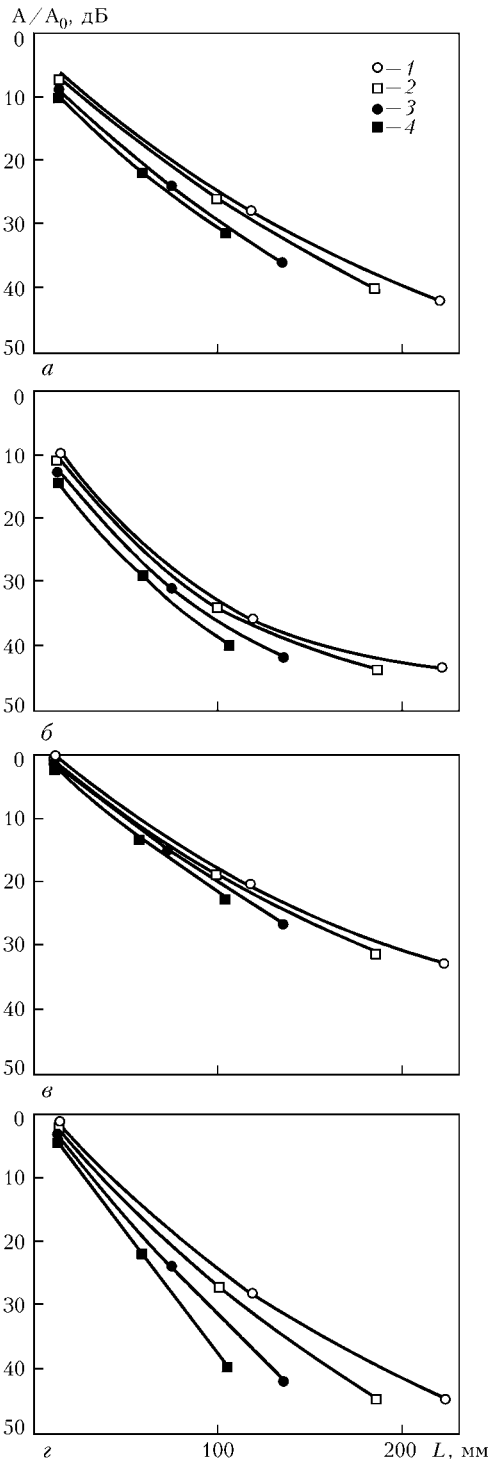
При УЗ контроле осей в радиальном направлении кривизна поверхности изделия влияет на акустический тракт, и соответственно, на амплитуду эхосигнала. Контроль контактным способом преобразователем с плоской контактной поверхностью изделия с выпуклой цилиндрической поверхностью исследован в работе [6]. Толщина контактного слоя будет меньше для центральной и больше для краевых точек преобразователя. Таким образом, между контактной поверхностью преобразователя и цилиндрической поверхностью изделия образуется расфокусирующая линза для ультразвука. Кроме того, большая толщина контактного слоя у краевых точек уменьшит эффективность их работы. В результате уменьшится действующая площадь преобразователя, а следовательно, еще больше увеличится расхождение УЗ

лучей. Согласно экспериментальным оценкам работы [7], формулами акустического тракта при контроле контактным способом на частотах 1,8...2,5 МГц можно пользоваться, если радиус кривизны поверхности больше 500 мм. Радиус кривизны цилиндрической поверхности осей изменяется в пределах от 60 до 118 мм.

В данной работе проведено исследование влияния радиуса кривизны цилиндрической поверхности осей на амплитуду эхосигнала от искусственных отражателей, расположенных на разной глубине, для корректировки чувствительности дефектоскопа при УЗ контроле осей эхоимпульсным методом контактным способом с цилиндрической поверхности продольными волнами в радиальном направлении на наличие внутренних недопустимых несплошностей.

Для исследования использовались образцы, изготовленные из частей оси с радиусами кривизны R (60, 75, 100 и 118 мм). Искусственные отражатели в образцах выполнены в виде цилиндрических отверстий с плоским дном, расположенным перпендикулярно оси цилиндра диаметром 3 и 5 мм, залегающими на минимальной, средней и близко к максимальной глубине зоны контроля. Шероховатость образцов соответствует шероховатости контролируемых осей.

Экспериментально исследовали влияние радиуса кривизны цилиндрической поверхности на амплитуду эхосигнала от искусственных отражателей диаметром 3 и 5 мм при УЗ контроле эхоимпульсным методом контактным способом с цилиндрической поверхности продольными волнами в радиальном направлении. Измерения проводили прямым преобразователем с плоской контактной поверхностью: на частоте 2,5 МГц — диаметр пьезопластины 12 мм, диаметр контактной поверхности 17 мм; на частоте 5 МГц — диаметр



Зависимости амплитуды эхосигналов от радиусов кривизны цилиндрической поверхности образцов: 1 — $R = 118$ мм; 2 — 100; 3 — 75; 4 — 60 (а, б — на частоте 2,5 МГц, диаметр отражателя 5 и 3 мм соответственно; в, г — на частоте 5 МГц, диаметр отражателя 5 и 3 мм соответственно)

пьезопластины 8 мм, диаметр контактной поверхности 10 мм. В качестве контактной жидкости использовали масло индустриальное И-20. Влияние стекания масла исключалось тем, что измерения проводили после нанесения масла на поверхность образца. В качестве опорного сигнала был взят донный сигнал на образце СО-2 [8]. Результаты эксперимента приведены на рисунке, где A_0 — амплитуда опорного сигнала; A — амплитуда сигнала от искусственного отражателя; L — глубина расположения искусственного отражателя.

Из анализа полученных результатов следует, что величина амплитуды эхосигнала от искусственного отражателя зависит от радиуса кривизны по всей контролируемой глубине. Эта зависимость больше при диаметре отражателя 3 мм, и тем больше, чем глубже расположен отражатель. Из этого следует, что для достоверного УЗ контроля эхоимпульсным методом контактным способом с цилиндрической поверхности чистовых осей продольными волнами в радиальном направлении на наличие внутренних недопустимых несплошностей настройку чувствительности дефектоскопа следует проводить на стандартных образцах предприятия с радиусом кривизны, соответствующем радиусу кривизны контролируемой цилиндрической поверхности оси, или можно использовать образец с другим радиусом кривизны цилиндрической поверхности с корректировкой чувствительности на величину, вытекающую из зависимостей, показанных на рисунке.

Результаты этих исследований использовались в Холдинговой компании «Лугансктепловоз» при внедрении УЗ контроля осей колесных пар подвижного состава железных дорог в радиальном направлении.

1. ГОСТ 11018–2000. Колесные пары. Общие технические требования.
2. ГОСТ 30237–96. Оси чистовые для подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм. Технические требования.
3. РД 32.144–2000. Контроль неразрушающий приемочный. Колеса цельнокатаные, бандажи и оси колесных пар подвижного состава. Технические требования.
4. Аleshин Н. П., Белый В. Е. Методы акустического контроля металлов. — М.: Машиностроение, 1989. — 456 с.
5. Ермолов И. Н., Аleshин Н. П., Потанов А. И. Неразрушающий контроль. — Кн. 2. Акустические методы контроля. — М.: Высшая школа, 1991. — 283 с.
6. Голубев А. С., Паврос С. К. Расчет акустического тракта эхо-дефектоскопа при контроле изделий с криволинейной поверхностью контактным способом // Изв. Ленинград. электротехнич. ин-та. — 1970. — 89. — С. 122–124.
7. Розина М. В. Некоторые особенности ультразвукового контроля тел вращения // Дефектоскопия. — 1966. — № 4. — С. 16–21.
8. ГОСТ 14782. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.