

СОЗДАНИЕ ОПОРНОГО АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА
НА ОСНОВЕ МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ ЗВУКОПРОВОДОВ

А. Р. БАЕВ, *О. С. СЕРГЕЕВА, Д. А. КОСТЮК, И. В. СТОЙЧЕВА

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Могилев, Беларусь

При проведении ультразвукового контроля в эхо-режиме объектов с неоднородными акустическими свойствами (объемными, поверхностными), вызванными изменчивой структурой материала, его кривизной или микрогеометрией поверхности достаточно часто необходимо создание стабильного опорного сигнала. Последний необходим для выявления и сравнительной оценки размеров дефекта. В традиционных УЗ-методиках для этих целей используется отражение упругой моды (объемной, поверхностной, пластинчатой и др.) от оппозитной поверхности объекта, двугранного угла, характерных технологических выступов. Предлагается создание акустического контакта между отражающим звук телом (ОЗТ) и объектом осуществлять с помощью магнитной жидкости (МЖ) [1], удерживаемой с помощью магнитного поля. ОЗТ и источником (приемником) УЗК могут быть соединены жесткой связью и расположены на некотором расстоянии L друг от друга или автономны. Пример использования разработки поясняется на рис. 1, где прозвучивание объекта производится поверхностными волнами (ПАВ).

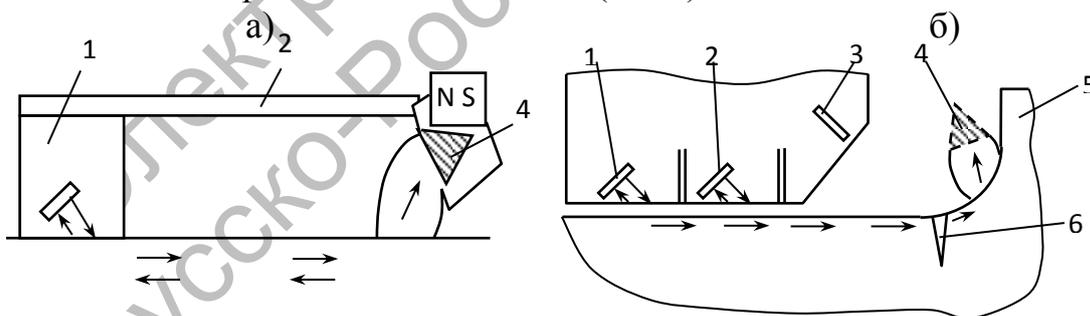


Рис. 1. Схемы ультразвуковых устройств с магнитожидкостным отражателем звука для УЗ-контроля: 1–3 – ПЭП; 4 – ОЗТ; 5 – объект контроля; 6 – трещина

Непосредственно отражающая поверхность является внешней поверхностью полого цилиндра, внутри которого расположен магнит, поляризованный перпендикулярно оси отражающей поверхности. Установка конкретного положения магнита, формирующего МЖ-звукопровод, определяется преимущественно магнитной проницаемостью объекта, его кривизной, а также намагниченностью МЖ, описываемой функцией

Ланжевена в зависимости от напряженности магнитного поля: $M=M(H)$. Моделирование этих процессов проводится на основе модифицированного уравнения статики намагничивающихся жидкостей [2]. Рассмотрены условия формирования МЖ, обеспечивающие устойчивость его поверхности и отсутствие объемных несплошностей, что достигается путем направления градиента давления ponderomotorных сил $\nabla P \sim M \nabla H$ в область звукового канала.

Проведен анализ акустического тракта измерительной системы в двумерной постановке при наличии поверхностного дефекта в поисковой зоне с отражающей способностью R_d и эффективной шириной b . Так что амплитуды отраженных волн от дефекта P_d и отражателя P_{Ld} примут вид:

$$P_d = bKP_0R_d \exp(-2 \int_0^{L_d} \alpha dx); P_{Ld} = KP_0R_0a [(1-R_d)(1-R'_d)]^{-1} \exp(-2 \int_0^{L_d} \alpha dx - 2 \int_{L_d}^L \alpha' dx),$$

где K – коэффициент, характеризующий нестабильность акустического контакта и электронной схемы возбуждения – приема УЗК; R_0 – коэффициент отражения от ОЗТ шириной a , зависящий от акустических свойств МЖ-звукопровода, отражающего тела и формы последнего; α – коэффициент ослабления волны; L и L' – расстояние от ПЭП до ОЗТ и до дефекта соответственно.

Показано, что при достаточной близости ОЗТ к дефекту достигаются наилучшие условия «отстройки» от нестабильных внешних факторов, причем если контролируется объект с невысоким затуханием, а мощность ПЭП достаточно высока, то наиболее оптимальной формой отражающего тела является сфера. На основе данных по акустическим свойствам МЖ получены зависимости влияния акустических свойств МЖ на амплитуду опорного сигнала при прохождении акустического сигнала на участке преобразования волн ПАВ→LW→ПАВ. Показано, что, в этом случае, амплитуда сигнала $\sim q$, где q – объемная концентрация магнетика в МЖ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ермолов, И. Н.** Неразрушающий контроль: справочник в 7 т. Ультразвуковой контроль / И. Н. Ермолов, Ю. В. Ланге; под ред. чл.-корр. РАН В. В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2004. – Т. 3. – 832 с.
2. **Баев, А. Р.** Магнитные жидкости в технической акустике и неразрушающем контроле / А. Р. Баев, Г. Е. Коновалов, А. Л. Майоров; под ред. П. П. Прохоренко. – Минск: Беларуская навука, 2000. – 118 с.