

ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХЧАСТОТНОГО МЕТОДА ЗОНДИРОВАНИЯ В УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ЛОКАТОРАХ

М.А. Костина¹, Е.С. Солдатова²

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: mashenkasoldatova@mail.ru

USING THE TWO-FREQUENCY SONDING LOKATOR

M.A. Kostina¹, E.S. Soldatova²

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: mashenkasoldatova@mail.ru

Annotation. This article discusses the use of two-frequency sounding locator for testing of pallet. This method allows you to reduce the error of the ultrasonic locator. The maximum error depends on the echo phase in which the comparator was triggered.

В наше время трудно представить предприятие массового производства продукции, которое обходится без транспортировочной и упаковочной тары. Использование унифицированных поддонов для упаковки продукции, обеспечивает сохранность товара, увеличивает удобство погрузочно-разгрузочных работ, тем самым позволяет сократить затрачиваемое на это время. Деревянные поддоны являются многооборотной тарой, т.е. могут использоваться неоднократно для перевозки, как тяжелых малогабаритных грузов, так и крупногабаритных. Во время перемещения груза паллеты могут быть повреждены в той или иной степени, что может привести к необратимой порче произведенного товара. Нарушение геометрических параметров паллет приводит к отклонению в работе устройства автоматической укладки выпускаемой продукции.

Для контроля геометрических параметров паллет широко применяют время-импульсный акустический метод [1–3], недостатки которого хорошо известны. В первую очередь это неопределенность временного интервала между началом эхо-сигнала и срабатыванием порогового устройства.

Для точного определения момента прихода эхо-сигнала предлагается использовать способ двухчастотного зондирования [4]. При этом объект контроля зондируется двумя сигналами с разной частотой, а затем фиксируются временные координаты для каждого сигнала по моменту срабатывания компаратора (рисунок 1) [5].

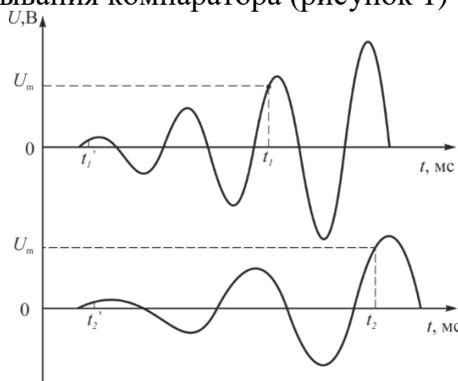


Рис. 1. Принцип определения момента прихода акустического импульса способом двухчастотного зондирования

По формуле (1) определяется разность между моментами срабатывания компаратора при ряде значений i .

$$(\Delta t_1 - (i - 1) \cdot T_1) - (\Delta t_2 - (i - 1) \cdot T_2) = \min, \quad (1)$$

где T_1 – период колебаний первой ультразвуковой волны;

T_2 – период колебаний второй ультразвуковой волны;

i – номер коррекции;

Δt_1 – первый измеренный временной интервал;

Δt_2 – второй измеренный временной интервал, полученное значение временного интервала $\Delta t_1 - (i - 1) \cdot T_1$ используют при определении расстояния до отражающей поверхности.

Минимальное значение разности будет получено при таком значении i , которое будет соответствовать номеру периода сигнала, в котором сработал компаратор. Далее для дальнейших вычислений выбирается более высокочастотный сигнал (для уменьшения максимальной ошибки способа). В выражение $\Delta t_1 - (i - 1) \cdot T_1$ подставляется вычисленное значение i , временная координата сигнала перемещается в начало эхо-сигнала.

Двухчастотный способ позволяет определить момент прихода эхо-сигнала с максимальной ошибкой, которая будет зависеть от фазы сигнала, в которой произошло срабатывание компаратора. Фазу эхо-сигнала, в которой амплитуда эхо-сигнала превысила пороговый уровень и произошло срабатывание порогового устройства, можно определить из сигналов на выходе компаратора:

$$\varphi_1 = \pi \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\Delta t_1}{T_1} \right),$$

где Δt_1 – длительность импульсного сигнала на выходе порогового устройства,

T_1 – период эхо-сигнала.

Вычисление временной координаты начала эхо-сигнала согласно формуле:

$$t_0 = (t_1 - n \cdot T_1) - \left(\frac{T_1}{4} - \frac{\Delta t_1}{2} \right),$$

где n – номер периода, в котором произошло срабатывание порогового устройства.

В докладе обоснованы основные принципы реализации двухчастотного способа зондирования с фазовой коррекцией для задач неразрушающего контроля геометрических параметров паллет. Предложенный способ двухчастотного зондирования с фазовой коррекцией позволяет получить погрешность определения временной координаты эхо-сигнала менее 1%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Introduction to phased array ultrasonic technology applications: R/D Tech Guideline: Guideline coordinator Noel Dube. – Quebec, Canada: R/D Tech Inc., 2004, – 348 p.
2. Thomenius K. Evolution of ultrasound beamformers // Proceedings of the IEEE Ultrasonics Symposium. – vol. 2. – Pp. 1615–1622.
3. Крауткремер Й., Крауткремер Г. Ультразвуковой контроль материалов: справочник. – М.: Металлургия, 1991. – 752 с.
4. Shulgina Yu. V., Soldatov A.I., Rozanova Ya.V., Soldatov A.A., Shulgin, E.M. The increase of ultrasound measurements accuracy with the use of two-frequency sounding // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2015. – vol. 81. – no.1. – Article number 012103.

5. Gruber F.K., Marengo E.A., Devaney A.J. Time-reversal imaging with multiple signal classification considering multiple scattering between the targets // J. Acoust. Soc. Am. – 2004.– vol.115.–no.6–Pp. 3042–3047.