

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ АКУСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТОДОМ ПРИ ДЕТЕКТИРОВАНИИ СИГНАЛА ОДНИМ КОМПАРАТОРОМ

Терентьева О.Ю., Шульгина Ю.В.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», г.Томск*

Научный руководитель: Шульгина Ю.В., ассистент каф. ПМЭ ИНК ТПУ

Повышение точности акустических измерений является очень актуальной задачей для большого количества устройств. Значительная часть погрешности измерения связано с ошибкой определения момента прихода импульса. Это связано с изменением формы акустического сигнала при прохождении через объект контроля.

В ряде устройств время прихода импульса определяется по достижению сигнала определенного уровня. При этом, в случае затянутого фронта сигнала погрешность может составлять несколько периодов несущей частоты, что является существенным недостатком данного метода определения временного интервала. Введение поправочных коэффициентов, учитывающих форму нарастания сигнала, в расчетную формулу, позволит увеличить точность определения расстояния.

Для определения точности определения, рассматривается случай, когда передний фронт огибающей сигнала можно с достаточной точностью аппроксимировать прямой линией, тогда принятый сигнал можно описать уравнением:

$$U(t) = A(t) \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

где $A(t)$ - прямая, описывающая крутизну нарастания переднего фронта сигнала.

При прямом определении времени прихода импульса получим нарастающую с каждым периодом погрешность измерения. В этом случае точность измерений будет определяться уровнем срабатывания компаратора. Для большого количества акустических приборов погрешность в несколько периодов является недопустимой. Для этих случаев вводят поправочный коэффициент, позволяющий увеличить точность определения момента прихода акустического сигнала. С целью повышения точности измерения задаются крутизной нарастания переднего фронта сигнала. Через точку, в которой произошло срабатывание компаратора достраивается прямая, имеющая такой же

наклон, как выбранная крутизна нарастания переднего фронта сигнала. Момент пересечения этой прямой с временной осью и считается моментом прихода импульса.

На рис. 1 изображена синусоидальная форма сигнала, момент времени t_0 определяет погрешность измерения.

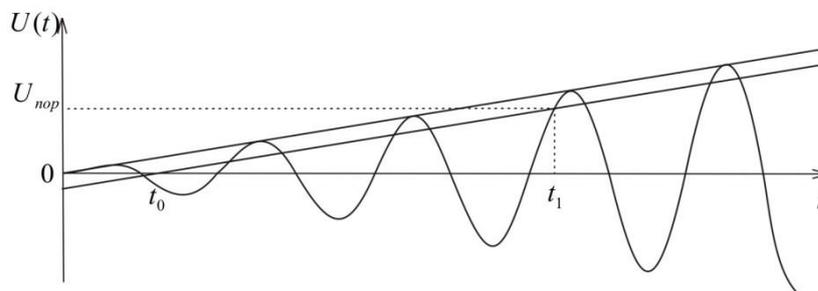


Рис.1. Определение момента прихода акустического сигнала.

Для численного определения погрешности измерения необходимо решить уравнение:

$$U_{\text{пор}} = k \cdot t \cdot \sin(\omega \cdot t),$$

где k – предполагаемый коэффициент наклона огибающей переднего фронта сигнала.

График зависимости ошибки измерения от уровня порога срабатывания компаратора изображен на Рис. 2.

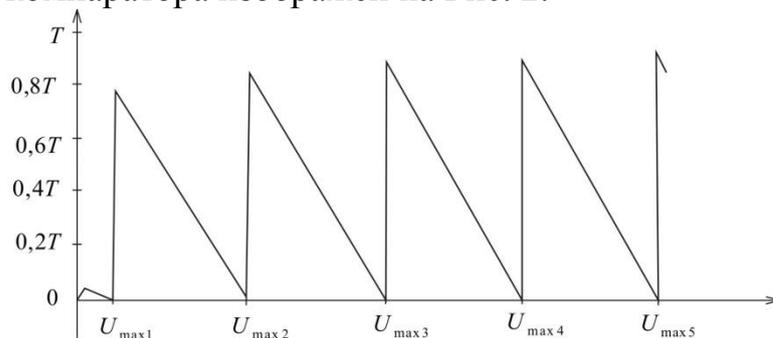


Рис. 2. Зависимость ошибки измерения от уровня порога срабатывания компаратора.

По графику видно, что тем ближе пороговое напряжение компаратора к значению амплитуды напряжения для данного периода, тем меньше погрешность измерения t_0 .

Так как зачастую предсказать форму огибающей переднего фронта невозможно, то необходимо рассмотреть ситуацию для случая, когда крутизна нарастания сигнала не совпадает с заданной в алгоритме вычислительного процесса крутизной.

Построим в одной плоскости графики ошибки измерения в случае ошибочного определения наклона на $\pm 5\%$ относительно истинного наклона Рис.3.

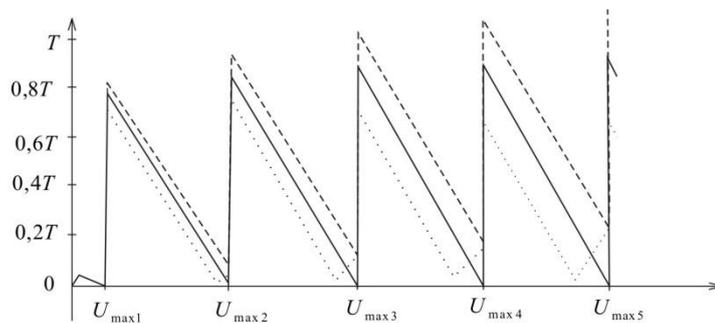


Рис.3

Достоинство описанного метода – простота реализации. В общем случае, не требует процессорного блока для проведения вычислений.

Недостатки: наличие высокого уровня погрешности измерения при неправильно выбранной крутизне нарастания переднего фронта.

Заключение.

В случае, если передний фронт сигнала можно аппроксимировать прямой линией, то предложенный метод расчета момента прихода акустического сигнала позволит получить ошибку в пределах одного периода, что является существенным. Однако, зачастую крутизну переднего фронта невозможно предугадать и заложить алгоритмически, например, для приборов, имеющих дело с распространением сигналов по волноводу, для них следует применять другие методы обработки сигналов, например, «метод двух компараторов» [1], который позволяет определить с определенной точностью крутизну переднего фронта огибающей.

Список информационных источников

1.Повышение точности ультразвуковых измерений методом двух компараторов. // Шульгина Ю.В., Солдатов А.И. Известия ЮФУ. Технические науки. 2010. – № 9 (110). – С. 102-106.

2.Пат. № 2013146205 РФ. Способ компенсации погрешности измерения ультразвукового локатора/А. И. Солдатов, Ю. В. Шульгина, А. А. Солдатов, Н. В. Дичев. – Заявлено 17.10 2014.

3.Теоретическое и экспериментальное исследование акустического тракта скважинного глубиномера // Солдатов А.И., Чиглинцева Ю.В. // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315, № 4. – С. 85-89.