

Изобретение относится к технике ультразвукового контроля и может быть использовано для измерения скорости звука в жидких средах.

Наиболее близким к заявляемому устройству по технической сущности и достигаемому результату является устройство для измерения скорости звука, содержащее последовательно соединенные мультивибратор, пьезоэлектрический преобразователь и находящийся на фиксированном расстоянии от него отражатель.

Однако устройство-прототип не обеспечивает требуемой точности измерений. Это объясняется тем, что при работе пьезоэлектрического преобразователя в движущейся жидкой среде возникает помеха, обусловленная гидроакустической (гидроакустический шум) и гидродинамической (от обтекающего пьезоэлектрический преобразователь потока) составляющими. В результате возникает дополнительное запаздывание сигнала и период следования импульсов на выходе мультивибратора будет зависимым от величины помех.

Таким образом, наличие помехи приводит к ошибкам измерения периода на выходе мультивибратора, что отрицательно сказывается на точности измерения скорости звука и ограничивает применение устройства-прототипа.

В основу настоящего изобретения поставлена задача усовершенствования функциональной схемы устройства для измерения скорости звука путем минимизации влияния помехи на точность измерения скорости звука.

Эта задача решается устройством для измерения скорости звука, содержащим последовательно соединенные мультивибратор, пьезоэлектрический преобразователь и находящийся на фиксированном от него отражатель, в котором согласно изобретению, оно снабжено процессором, входом подключенным к выходу мультивибратора, при этом процессор выполнен из последовательно соединенных периодомера, счетный вход которого является входом процессора, умножителя, сумматора, вычитателя и микроЭВМ, причем первые информационные выходы микроЭВМ соединены с управляющими входами периодомера, а вторые, третьи и четвертые информационные выходы микроЭВМ соединены, соответственно, со вторыми информационными входами умножителя, сумматора и вычитателя.

Совокупность всех существенных признаков предлагаемой конструкции, включая отличительные в схемах предлагаемого устройства и процессора позволяет получить код, независимый от влияния помех и на его основе измерить скорость звука методом оптимального оценивания периода на выходе мультивибратора. Суть алгоритма оптимального оценивания заключается в следующем.

Сигнал на выходе мультивибратора преобразуется в периодомере в код

$$Z(k) = X(k) + V_n(k), \quad (1)$$

где $X(k) = 2LF_0/C(t_k)$ - число импульсов, пропорциональное скорости звука $C(t_k)$ без учета помехи $V_n(k)$, возникающей при работе пьезоэлектрического преобразователя в движущейся среде в момент времени измерений t_k ; $k = 1, 2, \dots$; F_0 - частота синхронизации периодомера; L - расстояние между пьезоэлектрическим преобразователем и отражателем.

Оптимизация измерения периода заключается в нахождении оценки $X(k/k)$ по измерению $Z(k)_z$ в момент времени t_k ; $k = 1, 2, \dots$ на основе алгоритма

$$X(k/k) = X(k-1) + K[Z(k) - X(k-1/k-1)], \quad (2)$$

где $K = R_0/R_n$, R_0 - дисперсия ошибки оценивания; R_n - дисперсия помехи $V_n(k)$; $X(k-1/k-1)$ - оценка кода на предыдущем цикле; $Z(k)$ - код на выходе периодомера в t_k ; $k = 0, 1, 2, \dots$ момент времени.

Учитывая, что дисперсии R_0 и R_n являются известными величинами, их отношение можно вычислить заранее и поместить в память микроЭВМ.

Таким образом, уравнение (2) реализуется на цифровых элементах, обеспечивая оптимальную оценку периода с минимальным влиянием помех.

На фиг. 1 представлена функциональная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - вариант выполнения процессора.

Устройство для измерения скорости звука (фиг. 1) содержит последовательно соединенные мультивибратор 1, пьезоэлектрический преобразователь 2, находящийся на фиксированном расстоянии от него отражатель 3 и процессор 4, входом подключенный к выходу мультивибратора 1.

Процессор 4 (фиг. 2) состоит из периодомера 5, умножителя 6, сумматора 7, вычитателя 8 и микроЭВМ 9. Счетный вход периодомера 5, являющийся входом процессора 4, подключен к выходу мультивибратора 1. Периодомер 5 последовательно соединен с умножителем 6, сумматором 7, вычитателем 8 и микроЭВМ 9, первые информационные выходы которой соединены с управляющими входами периодомера 5, а вторые, третьи и четвертые информационные выходы микроЭВМ 9 соединены, соответственно, со вторыми информационными входами умножителя 6, сумматора 7 и вычитателя 8.

Устройство для измерения скорости звука работает следующим образом.

После включения питания срабатывает мультивибратор 1, в результате чего формируется импульс ударного возбуждения. Этим импульсом возбуждается пьезоэлектрический преобразователь 2 и в исследуемую среду распространяется акустический импульс. После отражения от отражателя 3 акустический импульс вновь поступает на пьезоэлектрический преобразователь 2, где он преобразуется в электрический сигнал и в мультивибраторе 1 формируется последующий импульс ударного возбуждения.

Таким образом, на выходе мультивибратора 1 получается последовательность $Z(t)$ с периодом следования

$$T(t) = [2L/C(t)] + T_n(t), \quad (3)$$

где $T(t)$ - период следования импульсов на выходе мультивибратора 1; L - расстояние между пьезоэлектрическим преобразователем 2 и отражателем 3; $C(t)$ - скорость звука в исследуемой среде; T_n - дополнительное запаздывание сигнала в мультивибраторе, обусловленное помехами при работе пьезоэлектрического преобразователя 2 в движущейся среде; t - время.

Одновременно с этим микроЭВМ 9 по командам вывода формирует коды начальных условий измерений, в результате чего на управляющих входах периодомера 5 получается код $E(k)$, запрещающий его работу; на вторых информационных входах умножителя 6 - код

$$N_k = N_0/N_H, \quad (4)$$

где N_0 , N_H - коды, соответствующие дисперсии ошибки оценивания R_0 и дисперсии R_H помехи, соответственно; на вторых информационных входах сумматора 7 микроЭВМ 9 формирует код $X(k - 1/k - 1) = X_0$, где X_0 - начальная оценка; на вторых информационных входах вычитателя 8 записывается код

$$N_B(k) = N_k X(k - 1/k - 1), \quad (5)$$

где N_k - коэффициент отношения кодов дисперсий из (4); $X(k - 1/k - 1)$ - предыдущая оценка измерения.

Затем микроЭВМ 9 формирует код $E(k)$, разрешающий работу периодомера 5/ По окончании счета на информационных выходах периодомера 5 получается код

$$Z(k) = X(k) + V_H(k), \quad (6)$$

где $X(k)$ - код, отражающий измерение периода на выходе мультивибратора 1 без учета помехи $V_H(k)$, наблюдаемый в момент измерения t_k ; $k = 0, 1, 2, \dots$

В умножителе 6 код $Z(k)$ преобразуется в код

$$N_Y(k) = N_k Z(k), \quad (7)$$

где N_k - код, определяемый по формуле (4); $Z(k)$ - код на выходе периодомера 5.

Затем в сумматоре 7 код $N_Y(k)$ преобразуется в код

$$N_C(k) = N_Y(k) + X(k - 1/k - 1), \quad (8)$$

где $N_Y(k)$ - код на информационных выходах умножителя 6; $X(k - 1/k - 1)$ - как предыдущей оценки.

Окончательно, в вычислителе 8 получается оценка

$$X(k/k) = N_C(k) - N_B(k), \quad (9)$$

где $N_C(k)$ и $N_B(k)$ - коды на информационных входах вычитателя 8.

МикроЭВМ 9 считывает код $X(k/k)$ с информационных выходов вычитателя 8, формирует код $E(k)$, запрещающий работу периодомера 5 и измеряет скорость звука по алгоритму

$$C(k) = 2LF_0/X(k/k), \quad (10)$$

где $C(k)$ - измеренное значение скорости звука в момент времени $t(k)$; $k = 1, 2, \dots$; L - расстояние между пьезоэлектрическим преобразователем 2 и отражателем 3; F_0 - частота синхронизации периодомера 5; $X(k/k)$ - оценка кода периода следования импульсов на выходе мультивибратора 1.

Затем микроЭВМ 9 формирует начальные условия на вторых информационных входах сумматора 7 и вычитателя 8. При этом оценка $X(k/k)$ будет начальной для последующего цикла. МикроЭВМ 9 после этого формирует код $E(k)$, разрешающий работу периодомера 5 и цикл измерений повторяется. В результате скорость звука измеряется с минимальным влиянием дополнительного запаздывания сигнала в мультивибраторе 1, обусловленного наличием помех при работе пьезоэлектрического преобразователя 2 в движущейся жидкой среде и тем самым достигается требуемая точность предлагаемого устройства.

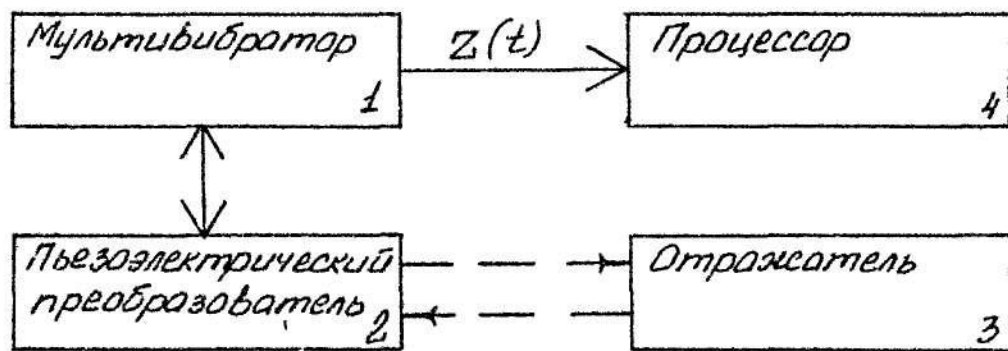
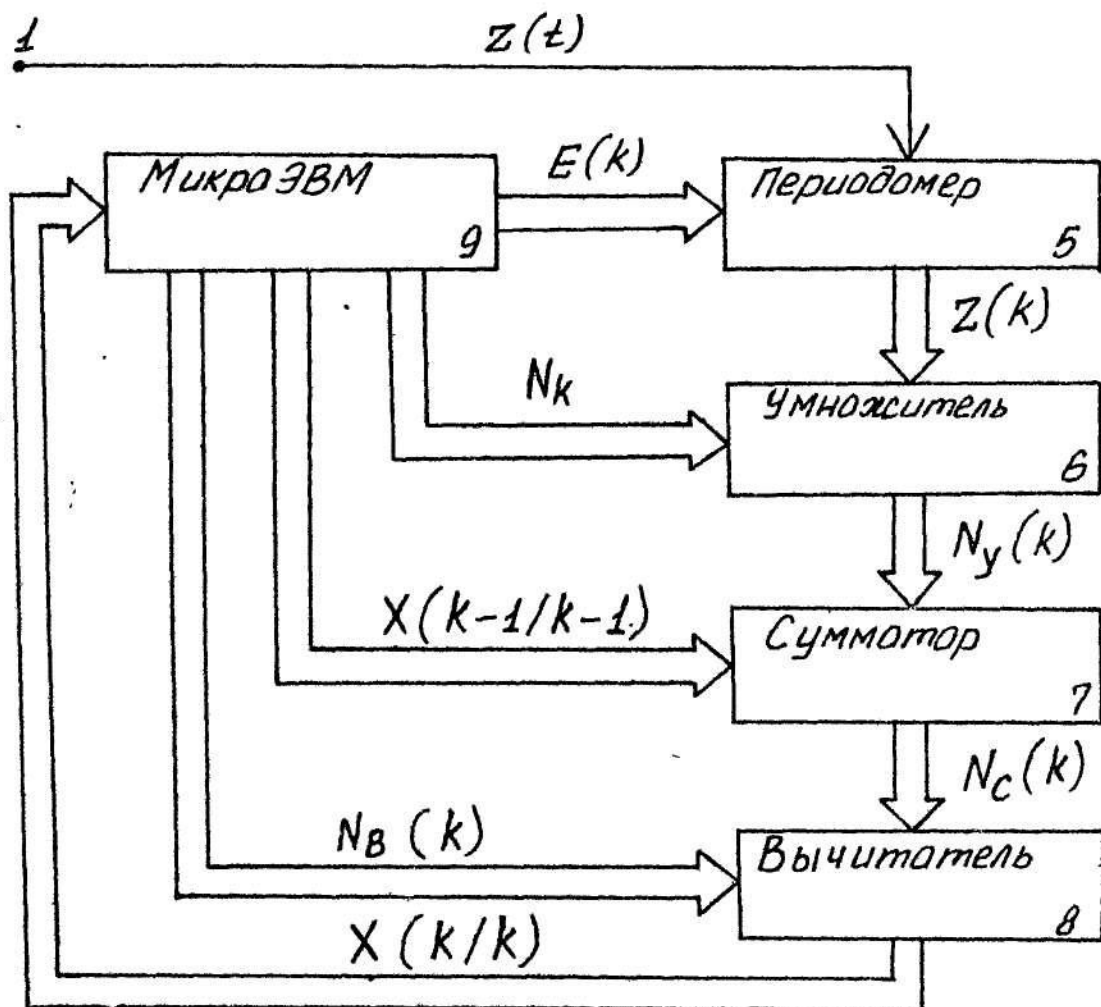


Рис. 1



Фиг. 2