

Изобретение относится к области контрольно-измерительной техники и может быть использовано для определения координат течей в трубопроводах в процессе их эксплуатации по вибрационным сигналам гидравлических ударов, которые генерируются в трубопроводе вытекающей под давлением жидкостью или газом.

Известное устройство [1], решающее задачу определения места утечки в трубопроводе, характеризуется тем, что содержит первый и второй каналы, каждый из которых включает последовательно соединенные датчик вибраций, предварительный усилитель и полоснопропускающий фильтр, индикатор, клавиатуру, блок аналого-цифровых преобразователей, микропроцессор.

Устройство, обладая существенным достоинством, которое заключается в том, что вычисление корреляционных функций выполняется с помощью представлений входных сигналов, имеет, однако:

- ограниченное быстродействие из-за необходимости обращения вычислителя к единому оперативному запоминающему устройству через общую шину, а это ограничивает число усреднений для фильтрации помех;
- небольшой динамический диапазон из-за отсутствия возможности автоматического регулирования коэффициентами усиления в сигнальных каналах.

В основу изобретения поставлена задача повышения достоверности определения координат утечек.

Поставленная задача решается за счет расширения динамического диапазона и увеличения быстродействия путем введения в каждом канале последовательно соединенных с выходом полоснопропускающего фильтра цифрууправляемого сопротивления, преобразователя с фильтром нижних частот, блока выборки и хранения и регистра, вход которого соединен с соответствующим вторым выходом микропроцессорного контроллера, а выход - со вторым входом цифрууправляемого сопротивления этого же канала, первый вход первого многоразрядного аналого-цифрового преобразователя соединен с выходом блока выборки и хранения первого канала, также введения второго аналого-цифрового преобразователя, первый вход которого соединен с выходом блока выборки и хранения второго канала, а выход - с третьим входом микропроцессорного контроллера, синхронизатора, вход которого соединен с третьим выходом микропроцессорного контроллера, а выход - с управляющими входами блоков выборки и хранения и аналого-цифровых преобразователей, оперативного запоминающего блока прямого доступа, «ход которого соединен с четвертым выходом микропроцессорного контроллера, и многоразрядного цифрового коррелятора, информационный вход которого соединен с выходом оперативного запоминающего блока прямого доступа, а выход - с четвертым входом микропроцессорного контроллера.

Сущность изобретения поясняется чертежом. На фиг.1 приведена структурная схема предлагаемого устройства определения течи в трубопроводах. Устройство содержит датчики 1, предварительные усилители 2, полоснопропускающие фильтры 3, цифрууправляемые сопротивления (ЦУС) 4, регистры 5, преобразователи с фильтром нижних частот (ПФНЧ) 6, устройства выборки-хранения (УВХ) 7, аналого-цифровые преобразователи (АЦП) 8, синхронизатор 9, микропроцессорный контроллер (МПК) 10, оперативный запоминающий блок (ОЗБ) прямого доступа 11, многоразрядный цифровой коррелятор 12, блок клавиатуры 13, блок индикатора 14. На фиг. 2 изображен преобразователь с фильтром нижних частот 6. На фиг. 3 дан ОЗБ прямого доступа 11.

Действительно, повышение достоверности определения координат течи в предлагаемом устройстве достигается тем, что:

- введено аналого-цифровое автоматическое регулирование усилением с помощью блоков 4, 5 и 10, благодаря чему увеличивается динамический диапазон, причем предлагаемая структура позволяет во время записи рабочих выборок устанавливать коэффициенты в блоках 5 постоянными, при этом исключаются дополнительные помехи, имитирующие искусственную течь;
- реализовано многоразрядное вычисление корреляционной функции, введен многоразрядный цифровой коррелятор вместо знакового коррелятора, что уменьшает дисперсию вычисления корреляционной функции;
- введен блок ПФНЧ 6, который позволяет уменьшить высокочастотные шумы ЦУС 4, обеспечить при этом приемлемую точность как амплитудно-частотных, так и фазочастотных характеристик;
- введено УВХ 7, что позволило увеличить точность устройства за счет исключения рассогласования интервалов времен преобразования АЦП 8 сигналов с выхода ПФНЧ 6 в цифровой код;
- введен ОЗБ прямого доступа 11, который совместно с многоразрядным коррелятором 12 и МПК 10 с собственным оперативным запоминающим устройством (ОЗУ) дает возможность увеличить общую производительность всего устройства, что, в свою очередь, позволяет увеличивать объем выборок, применять усреднение с большим числом вычислений корреляционной функции, сложные способы цифровой фильтрации.

Устройство работает следующим образом.

Устанавливаемые на оба конца диагностируемой трубы датчики преобразуют в электрические сигналы вибрации стенок трубы, которые (вибрации) создаются вытекающей под давлением транспортируемой средой из искомого отверстия в трубе. Эти вибрации распространяются вдоль трубы со скоростью, которая зависит от геометрических и физических параметров стенок трубы, а также от физических параметров транспортируемой по трубопроводу среды.

Сигналы с выхода датчиков 1 поступают на входы предварительных усилителей 2, где усиливаются и усиленные поступают на полоснопропускающие фильтры 3. В этих фильтрах сигналы отфильтровываются от низкочастотных и высокочастотных электромагнитных и акустических помех.

Отфильтрованные сигналы поступают на вход ЦУС 4, которое преобразует напряжение в ток, величина которого пропорциональна коду, установленному на цифровом регистре 5 с помощью МПК 10, с целью автоматического регулирования усиления. Этот ток преобразуется в напряжение с помощью ПФНЧ 6. ПФНЧ 6 кроме преобразования входного тока, равного выходному току ЦУС 4, отфильтровывает свой выходной сигнал от высокочастотных импульсных помех, которые возникают во входном токе ПФНЧ 6 через цепи (ключи) управления ЦУС 4 от буферного регистра 5.

Схема ПФНЧ 6 (фиг.2) позволяет использовать в качестве ЦУС 4 интегральные умножающие R-2R..

При этом имеется возможность достижения высокой идентичности АЧХ и ФЧХ в обоих каналах соединений ЦУС 4 и ПФНЧ 6, что увеличивает в конечном итоге точность определения места течи в трубе (фазовый разбаланс в каналах является существенным источником погрешности).

Выходные сигналы с ПФНЧ 6 поступают на сигнальные входы УВХ 7. На управляющие входы обоих УВХ 7 поступают одновременно синхроимпульсы с выхода синхронизатора 9. Эти импульсы переводят синхронно оба УВХ 7 в режим хранения. Поэтому, несмотря на разные времена работы обоих АЦП 8, их выходные коды соответствуют одинаковым моментам времени. Таким образом, введение УВХ 7 позволило практически устранить фазовый разбаланс каналов из-за разности времен работы АЦП 8. С выходов АЦП 8 цифровые коды поступают на входы МПК 10, выполняющего следующие операции.

1. Сначала происходит запись в МПК 10 сигналов с АЦП 8. С помощью этих сигналов МПК 10 вырабатывает коды для регистров 5 по одному из известных алгоритмов цифрового автоматического регулирования усилением. После определения требуемых коэффициентов усиления для блоков ЦУС 4 эти коэффициенты фиксируются в регистрах 5.

2. После установки коэффициентов усиления производится запись в собственное ОЗУ МПК 10 (через общую шину) выборки сигналов для каждого канала при постоянных кодах на регистры 5. При этом объемы выборки определяются в МПК 10 с учетом длины трубы и скорости 1 распространения гидравлического удара, задаваемых с помощью блока клавиатуры 13, а также частоты запуска АЦП8, устанавливаемой МПК 10 с помощью синхронизатора 9.

3. После окончания записи выборки сигналов происходит перезапись выборки сигналов из собственного ОЗУ МПК 10 в ОЗБ прямого доступа 11.

4. После окончания записи выборки сигналов в ОЗБ прямого доступа 11 коррелятор 12 начинает вычисления корреляционных интегралов для каждого временного сдвига опорной выборки, в качестве которой берется часть выборки одного из сигналов, относительно сигнала второго канала. После вычисления каждого корреляционного интеграла происходит запись его цифрового значения в собственное ОЗУ МПК 10.

5. Во время совместной работы коррелятора 12 и ОЗБ прямого доступа 11 МПК 10 производит уточнение коэффициентов для АРУ, запись очередных выборок в собственное ОЗУ МПК 10, формирование сигналов для индикатора 14, опрос выходов коррелятора 12, усреднение корреляционных функций (набора значений корреляционных интегралов для ряда временных сдвигов) по нескольким предыдущим вычисленным наборам функций.

При этом за счет прямого обращения коррелятора 12 к ОЗБ прямого доступа 11 (то есть не через общую шину МПК) увеличивается общая производительность всего устройства, поскольку это дает возможность применения быстрых цифровых корреляторов (как известно, наиболее медленной операцией для микропроцессоров, в среднем, является операция обращения к памяти через общую шину), а также обеспечивается совмещение операций (во время работы цифрового коррелятора происходит подготовка очередной выборки сигналов, причем большое число выборок необходимо для получения усредненной корреляционной функции с целью фильтрации помех и увеличения достоверности поиска места течи по максимуму усредненной корреляционной функции).

Таким образом, повышение достоверности координат течи в предлагаемом устройстве достигается тем, что:

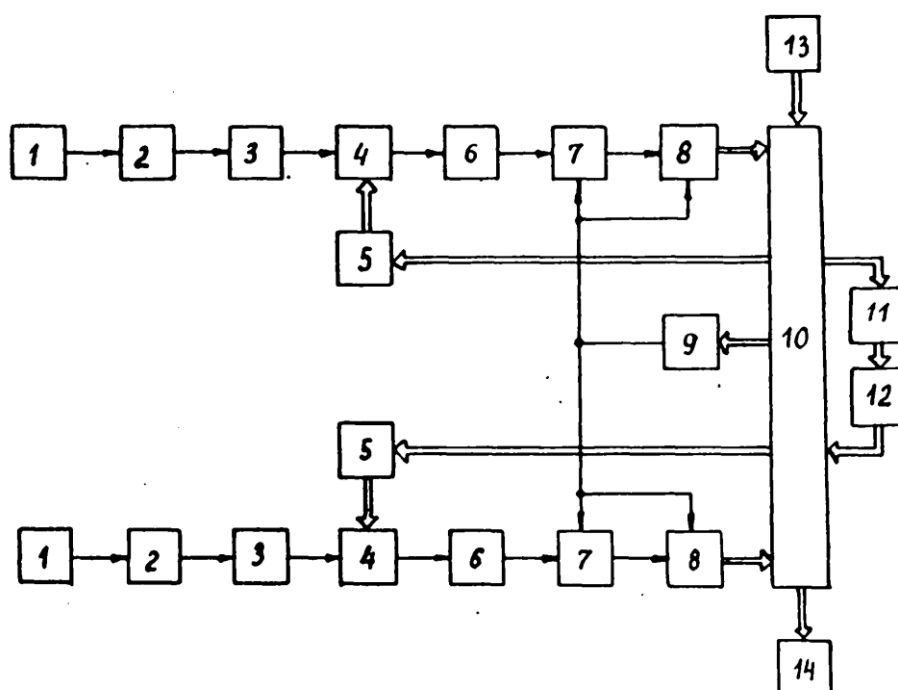
- введено аналого-цифровое автоматическое регулирование усилением с помощью блоков 4, 5 и 10. благодаря чему увеличивается динамический диапазон, причем предлагаемая структура позволяет во время записи рабочих выборок устанавливать коэффициенты в блоках 5 постоянными, при этом исключаются дополнительные помехи, имитирующие искусственную течь;

- реализовано многоразрядное вычисление корреляционной функции, введен многоразрядный цифровой коррелятор вместо знакового коррелятора, что уменьшает дисперсию вычисления корреляционной функции:

- введен блок ПФНЧ 6, который позволяет уменьшить высокочастотные шумы ЦУС 4, обеспечить при этом приемлемую точность как амплитудно-частотных, так и фазочастотных характеристик;

- введено УВХ 7, что позволило увеличить точность устройства за счет исключения рассогласования интервалов времен преобразования АЦП 8 сигналов с выхода ПФНЧ 6 в цифровой код;

- введены ОЗБ прямого доступа 11. многоразрядный коррелятор 12 и МПК 10 с собственным ОЗУ, что дает возможность увеличить общую производительность всего устройства, что, в свою очередь, позволяет увеличивать объем выборок, применять усреднение с большим числом вычислений корреляционной функции, сложные способы цифровой фильтрации.



Фиг. 1

