

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОРРЕЛЯЦИОННОГО РАСХОДОМЕРА ВЗВЕСЕНЕСУЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Кулаков М.И., студент; Гавриленко Б.В., доц., к.т.н.
(*Донецкий государственный технический университет*)

В промышленных условиях часто требуется проводить измерения расходов потоков взвесенесущих жидкостей с наличием абразивных частиц или химически агрессивных сред. Из существующих конструкций расходомеров наибольшее применение для этих целей нашли корреляционные расходомеры основаны на нахождении общей корреляционной функции при измерении ультразвуковыми преобразователями 1 и 2 параметров взвесенесущего потока жидкостей в сечениях А и Б трубопровода (рис.1,а).

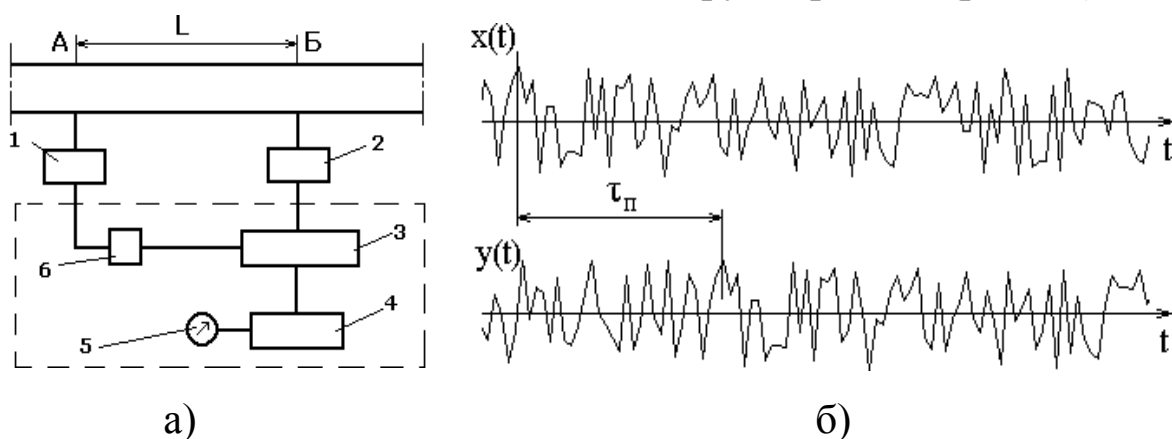


Рисунок 1. а – схема корреляционного расходомера, б – вид сигнала на входе преобразователей

Сигналы $x(t)$ и $y(t)$ носят случайный характер, но при сравнительно небольшом расстоянии L они имеют тесную корреляционную связь. Сигнал $x(t)$ опережает сигнал $y(t)$ на время перемещения τ_{π} частиц потока от сечения А до сечения Б (рис.1,б). Блок 6, имея регулирующее устройство для изменения времени задержки τ , преобразует сигнал $x(t)$ в сигнал $x(t-\tau)$. Блок 3 перемножает сигналы $x(t-\tau)$ и $y(t)$, а интегратор 4 находит среднее значение корреляционной функции $R_{xy(\tau)}$ за период времени T из выражения:

$$R_{xy(\tau)} = \lim(1/T) \int_0^T x(t-\tau)y(t)dt. \quad (1)$$

Абсцисса максимальной ординаты взаимной корреляционной функции двух идентичных параметров потока определяет время его перемещения τ_n на расстояние L . С учетом поперечного сечения трубопровода S , объемный расход Q_o определяется из выражения:

$$Q_o = kSL/t_n$$

где k – коэффициент, учитывающий влияние профиля скоростей, свойств вещества и характера информационно-измерительного устройства. При корреляционном методе измерения, в отличие от ультразвуковых расходомеров погрешность измерения практически не зависит от параметров среды.

Наибольший вклад в погрешность измерения вносит $\Delta\tau_{\Pi}$. Время перемещения τ_{Π} и расстояние L взаимосвязаны. Чем меньше L и τ_{Π} , тем больше абсолютные погрешности ΔL и $\Delta\tau_{\Pi}$. Величина L также влияет на значение и крутизну корреляционной функции. С целью уменьшения погрешности и времени измерения разработана компьютерная модель, реализующая оптимальный алгоритм обработки сигналов корреляционного расходомера на базе микроконтроллера типа К1816 (рис. 2).

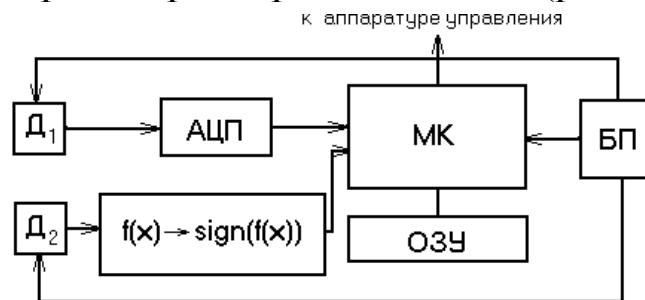


Рисунок 2 - Структурная схема цифрового расходомера

Применение микроконтроллера позволяет реализовать блоки 3, 4, 5, 6 (рис.1а) программно. Выходные сигналы бесконтактных ультразвуковых преобразователей (D_1, D_2) по двум каналам отбора измерительной информации А и Б усиливаются, фильтруются и поступают на вход 8-ми разрядного АЦП, где дискретизируются с частотой в два раза большей граничной высокочастотной составляющей $f_{\max}=20\text{кГц}$. Влияние времени интегрирования и

расстояния между преобразователями на корреляционную функцию получено с помощью модели и изображено на рис.3. Время интегрирования задано в количестве шагов дискретизации $h=1/2f_{\max}$. Эти графики позволяют определить оптимальное расстояние L и время интегрирования в выражении (1). Путем упрощения сигнала с $f(x)$ на $\text{sign}(f(x))$ [2] можно снизить объем используемой оперативной памяти с 32кб до 24кб, а также увеличить скорость поиска максимума корреляционной функции, так как операция умножения в выражении(1) заменяется суммированием.

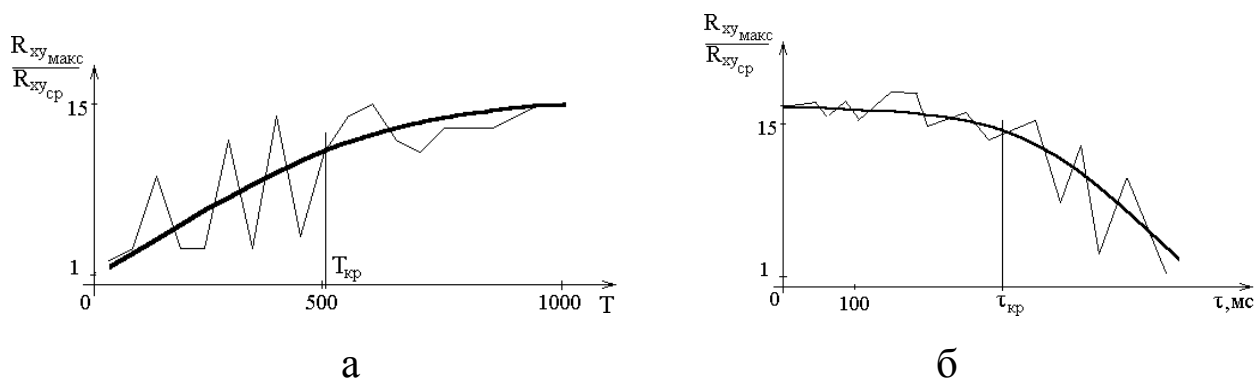


Рисунок 3 - Зависимость $R_{xy}(\tau)$ от времени интегрирования –а, и от расстояния между преобразователями - б.

Задаваясь границами интервала поиска корреляционной функции τ_{\min} и τ_{\max} ($\tau_{\min}(0)=0$) и последовательно изменяя величину τ на $\Delta\tau$, программа находит значение $R_{xy}(\tau)$ по выражению (1), заменяя интеграл конечной суммой, с числом шагов интегрирования $T = T_{kp}$. Выбираем $T=T_{kp} \approx 500h$ по двум причинам: если $T < T_{kp}$ – максимум корреляционной функции определяется уже нечетко (рисунок 3,б), если $T > T_{kp}$ – требуется больше времени для вычисления максимума функции, а значит и больше задержка получения значения расхода. После нахождения первого максимума, границы τ_{\min} и τ_{\max} устанавливаются в значения незначительно отличающиеся от τ искомого. Это снижает время вычисления. Погрешность, при использовании данного алгоритма, не превышает 0,2%, а отставание показаний прибора не более 1с.

Перечень ссылок

1. Бухгольц В.Н., Скрипка В.Л. Корреляционно-акустический метод контроля за производительностью пульповодов/ В кн. "Совершенствование технологии и средств комплексной механизации при подземной добыче угля".-Вып.149.- М.:ИГД им. А.А. Скочинского, -1977.- с.27-33.