

Вахрушев Рустам Саитнурович

студент

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет

им. М.Т. Калашникова»

г. Ижевск, Удмуртская Республика

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ВИХРЕВОГО ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА ЖИДКОСТИ В УСЛОВИЯХ ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

***Аннотация:** в данной статье поднимается актуальный вопрос повышения качества информационно-измерительных систем, позволяющих измерить скорость потока жидкости в условиях вибрационного воздействия. Решением данной задачи предлагается добавление в типовую структуру дополнительного компонента, отвечающего за измерение воздействующей на систему вибрационной составляющей. Целью является исключение ложного результата в экстремальных условиях и, как следствие, возможность применения данной системы в подобных условиях эксплуатации. На основе анализа сигналов предлагается выделение отдельных составляющих сигнала, отвечающих за вибрацию и вихреобразование. Была разработана простейшая структурная схема системы, содержащая предлагаемое в статье улучшение.*

***Ключевые слова:** акселерометр, ускорение, усилитель, вихревой, расходомер.*

Вихревой расходомер – устройство для расчета скорости потока жидкости, основанное на вихревом методе измерения.

Суть вихревого измерения расхода жидкости заключается в создании вихреобразования в движущемся потоке жидкости, газа или пара. Возникающее вихреобразование появляется за счет установленного в проточной части препятствия, выполненного обычно в форме трапеции. В стабильном потоке, разбиваясь об это препятствие, именуемое телом обтекания, возникают вихревые образования, именуемые вихревой дорожкой Кармана. При этом частота этих вихрей

F пропорциональна скорости потока жидкости V и зависит от безразмерного критерия Sh , а также ширины тела обтекания D . Таким образом, зависимость частоты вихреобразования от скорости можно описать формулой 1.

$$(1) F = Sh \cdot V / D$$

Преимуществами вихревых расходомеров является отсутствие подвижных элементов внутри проточной части, довольно низкая нелинейность в достаточно широком диапазоне измерений, а также частотный выходной сигнал.

Первые образцы вихревых расходомеров жидкости появились еще в далеких 1960-ых годах, но несмотря на столь длительное время освоения данного метода измерения расхода жидкости в измерительной технике, теоретическая и практическая часть вихревых расходомеров продолжают непрерывно развиваться, всё более и более совершенствуясь. Проводятся поиски лучших схемотехнических решений, более эффективных и технологических конструкций первичных преобразователей.

Наиболее распространенная типовая схема конструкции вихревого расходомера состоит из пьезоэлектрических датчиков давления, выступающих в роли преобразователей энергии потока в электрический сигнал. Такая конструкция включает в себя проточную часть и содержащееся в ней тело обтекания, за которым парно установлены датчики давления. Пульсации давления, возникающие в потоке в результате вихреобразования, регистрируются датчиками, а частота процесса пропорциональна скорости потока. Парное расположение датчиков даёт возможность усилить полезный сигнал вихреобразования, а также минимизировать вибрационные и акустические составляющие, т.к. в таком случае сигнал одного из них инвертируется и суммируется с сигналом другого датчика в согласующем устройстве, что позволяет вычесть на сумматоре сигнал помехи. Вычислительный модуль расходомера обеспечивает оцифровку информационного сигнала, расчет суммарного количества жидкости, прошедшей через напорную трубу за промежуток времени, индикацию мгновенного и суммарного расхода, самодиагностику прибора, хранение информации в энергонезависимой памяти и

передачу ее на компьютер верхнего уровня измерительной или управляющей системы.

Несмотря на описанные выше преимущества, при использовании расходомера вихревого типа в определенных условиях, в частности в нефтяных скважинах, возникают определенные сложности с корректным расчетом скорости потока жидкости, так как воздействующая на устройство вибрация от насоса и двигателя вносит ложную составляющую, ошибочно принимаемую вихревым расходомером как вибрацию от вихреобразования. Наиболее ярко выражена данная проблема на малой скорости потока жидкости и воздействии низкочастотной вибрации.

В качестве одного из методов решения данной проблемы является усовершенствование структуры системы путём добавления дополнительного компонента, обеспечивающего корректный расчёт вибрационной составляющей. Таким элементом может выступать акселерометр, измеряющий проекцию кажущегося ускорения, то есть разности между истинным ускорением объекта и гравитационным ускорением.

При добавлении акселерометра в состав структуры системы появляется возможность выделить из сигнала с чувствительного элемента, находящегося в области появления вихреобразования, ту составляющую, что характеризует интенсивность вихреобразования, фильтруя тем самым ложные данные, возникающие по причине общей воздействующей на устройство вибрации.

Таким образом, общая структура простейшей системы, позволяющей с достаточно высокой точностью измерять скорость потока жидкости, в условиях вибрационных воздействий, сводится к схеме, представленной на рисунке 1, где представлены следующие компоненты:

1. Датчик вихреобразования, преобразующий энергию потока жидкости в аналоговый сигнал.
2. Акселерометр, измеряющий проекцию кажущегося ускорения.
3. Усилитель, регулирующий амплитуду сигнала.

4. Аналого-цифровой преобразователь, позволяющий представить аналоговый сигнал в цифровой форме.

5. Устройство обработки, которое занимается обработкой сигналов и расчетом остальных измерений.



Рис. 1. Структурная схема системы

Список литературы

1. Оппенгеймер А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгеймер, Р. Шафер. – М.: Техносфера, 2006. – 856 с.
2. Кремлевский П. Расходомеры и счетчики количества веществ. Справочник. – СПб: Политехника, 2002. – 409 с.