

ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧЕСКИЙ РАСХОДОМЕР ГАЗА

Х.М. Мирзаев, Х.М. Мирзаев, студенты 4-го курса каф. КИПР;

*Руководитель проекта Д.В. Озеркин, к.т.н. доцент каф. КИПР, г. Томск, ТУСУР, РКФ,
hasan096@mail.ru*

Принцип работы термоанемометрических расходомеров основан на зависимости от скорости потока вещества тепловой постоянной времени чувствительного элемента (ЧЭ) термоанемометра.

Для измерений скорости и расхода газовых потоков в настоящее время широко применяют термоанемометрические расходомеры, которые при всей своей простоте имеют большой диапазон измерений, высокую чувствительность, выходной электрический сигнал, не требующий дополнительного усиления. Кроме того, термоанемометры не содержат подвижных механических элементов, сразу измеряют массовую скорость и практически не вносят возмущений в поток.

Большим недостатком классических термоанемометрических измерителей постоянного тока и постоянной температуры является зависимость их показаний от температуры потока газа, что существенно усложняет их градуировку.

Предполагается избавиться от этого недостатка, за счет использования импульсного режима работы, при котором измеряется тепловая постоянная времени чувствительного элемента термоанемометра. Известно, что при этом температура чувствительного элемента изменяется по экспоненциальному закону, причем тепловая постоянная времени является функцией скорости потока вещества и слабо зависит от его температуры.

Для определения теплового режима чувствительного элемента необходимо провести моделирование.

Моделирование чувствительного элемента термоанемометрического расходомера

Чувствительный элемент представляет собой нихромовую спираль толщиной 0.2 мм. Для исследования теплового режима чувствительного элемента было проведено моделирование при разных скоростях потока газа в программе SolidWorks Flow Simulation. Эксперимент проводился в три этапа:

1 – Этап. Для проведения эксперимента были заданы граничные условия:

- давление окружающей среды $p = 101,325$ кПа;
- мощность тепловыделения чувствительного элемента $P = 0,5$ Вт;
- скорость потока газа $v = 0$ м/с.

2 – Этап. В втором этапе скорость потока составила 10 м/с.

3 – Этап. В третьем этапе скорость потока достигала 30 м/с.

Результаты исследования приведены следующих рисунках:

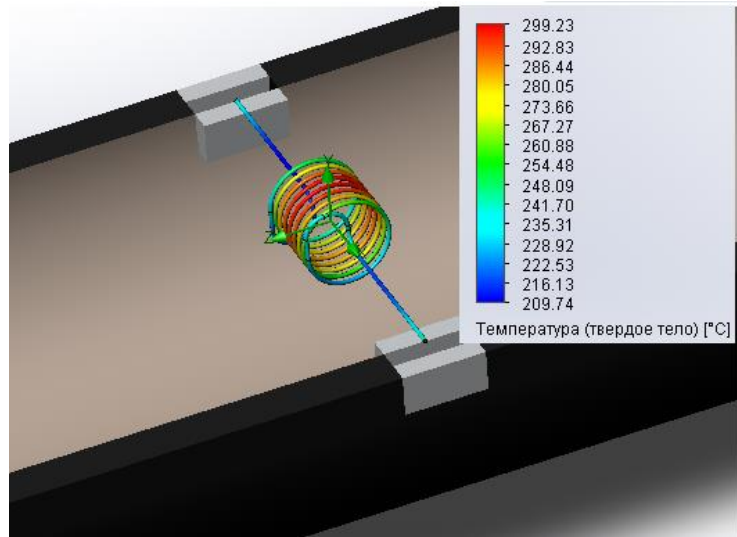


Рисунок 1 – Чувствительный элемент при скорости потока газа 0 м/с

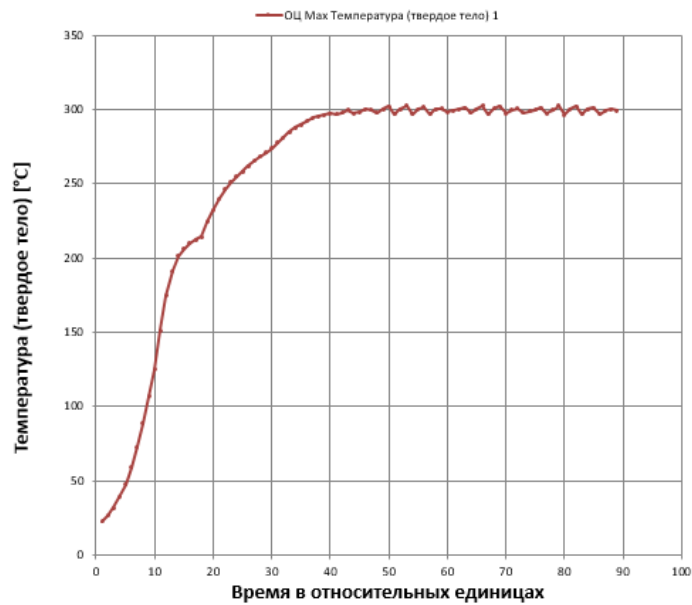


Рисунок 2 – График зависимости температуры от времени при скорости потока газа 0 м/с

2 – Этап

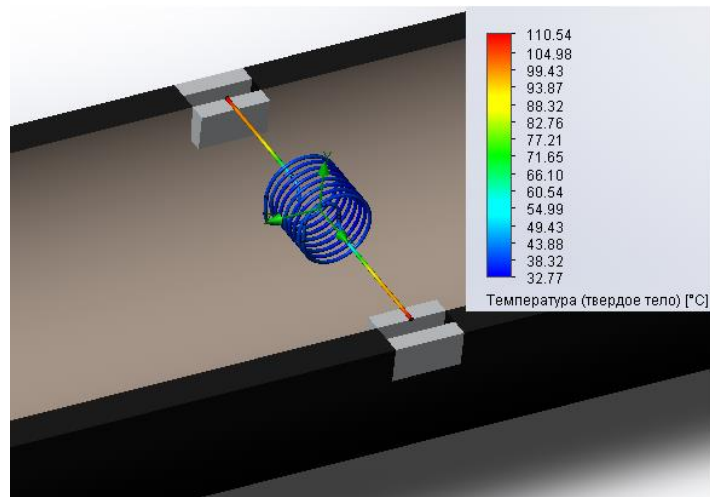


Рисунок 3 – Чувствительный элемент при скорости потока газа 10 м/с

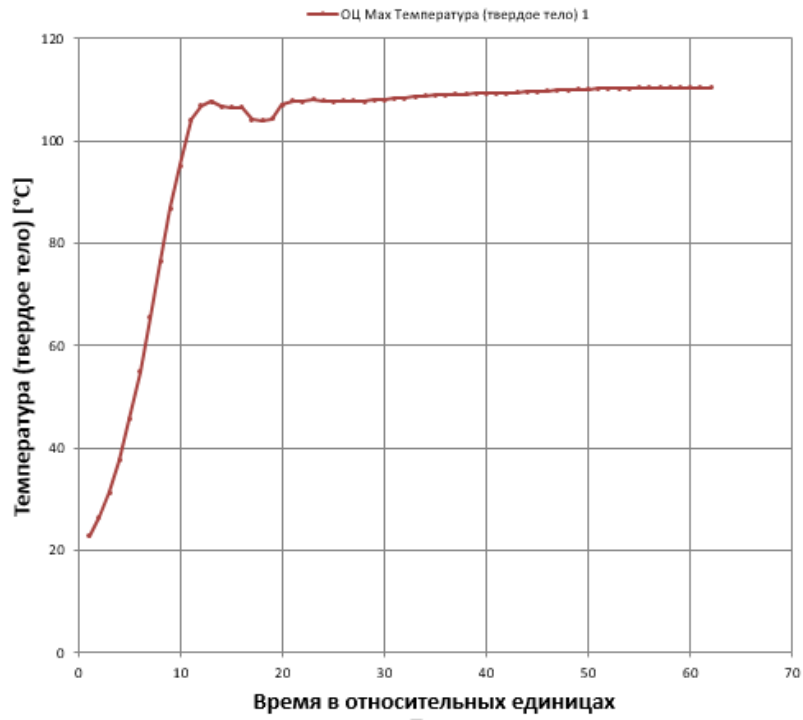


Рисунок 4 – Чувствительный элемент при скорости потока газа 10 м/с

3 – Этап

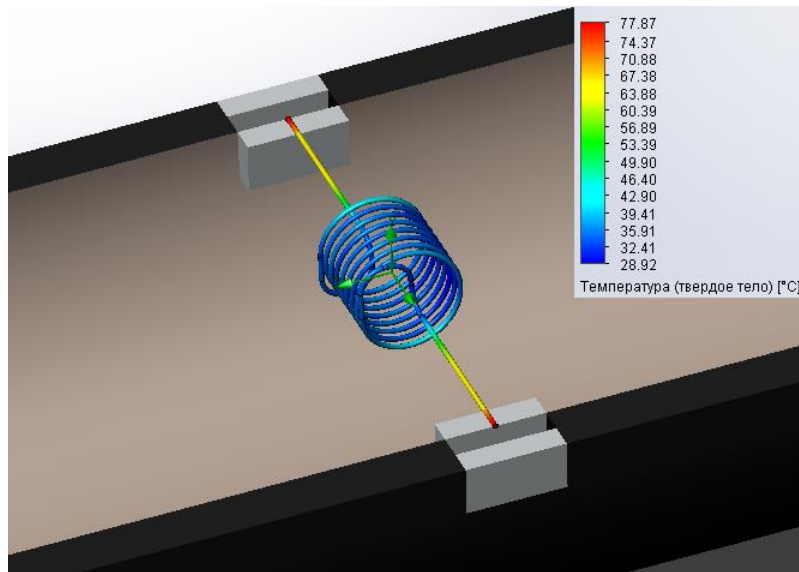


Рисунок 5 – Чувствительный элемент при скорости потока газа 30 м/с

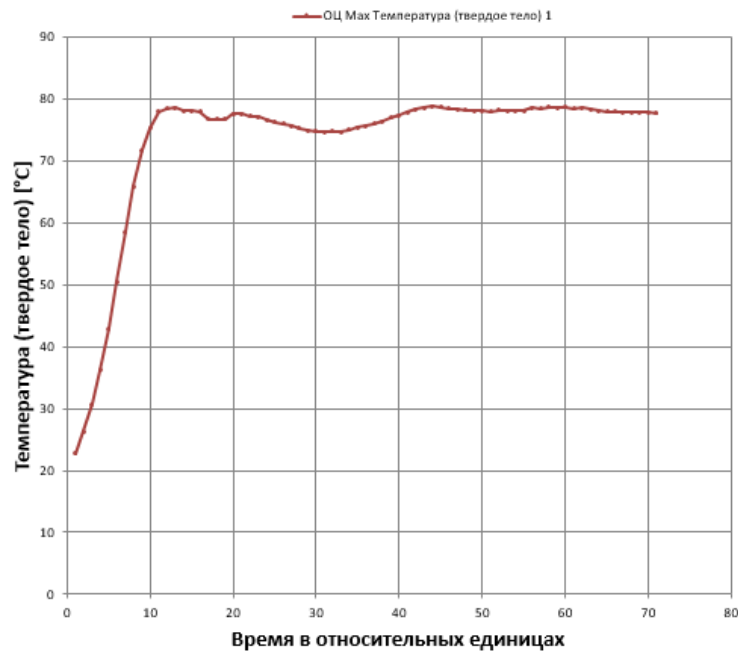


Рисунок 6 – Чувствительный элемент при скорости потока газа 30 м/с

На рисунке 1 приведено температурное поле, которое хорошо согласуется с картиной, наблюдаемой при экспериментах. Самая высокая температура находится в середине спирали, так как витки спирали находятся достаточно близко друг к другу и процесс взаимного разогрева заметно повышает концентрацию тепловой энергии ближе к центру спирали. Из рисунков 3 и 5 видно, что, поток газа полностью омывает спираль и очень эффективно её охлаждает.

Из полученных графиков видно, что при разных скоростях потока газа, динамика разогрева чувствительного элемента заметно отличается. При дальнейших разработках полученные графики зависимости при разных скоростях потока газа будут введены в память микроконтроллера для вычисления расхода газа.

Параллельно разрабатывалась 3D-модель конструкции устройства в программе SolidWorks.

Конструкция устройства термоанемометрического расходомера

Внешний вид термоанемометрического расходомера представлен на рисунке 7.

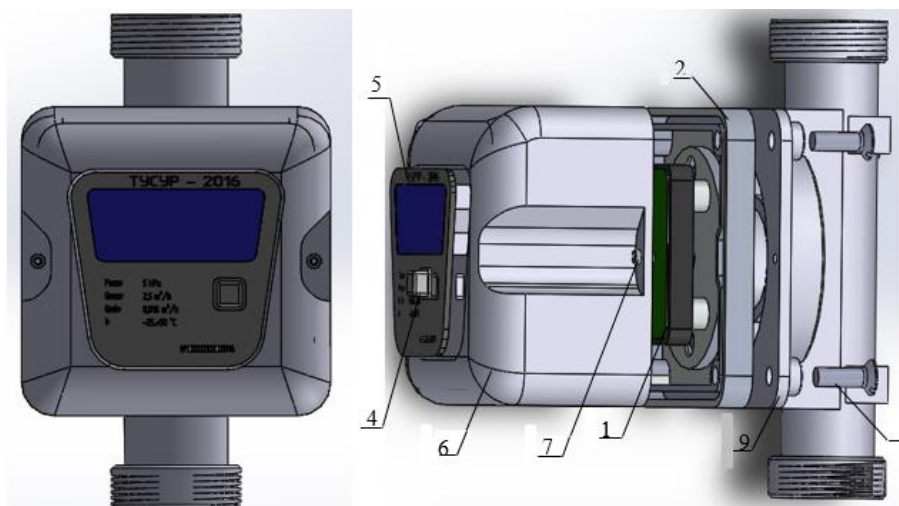


Рисунок 7 – Внешний вид термоанемометрического расходомера газа

В состав термоанемометрического расходомера входит:

1. Печатный узел термоанемометрического расходомера;
2. Основание;
3. Печатный узел измерения и индикации;
4. Кнопка;
5. Передняя панель;
6. Корпус;
7. Пломбировочный винт;
8. Пломбировочный винт;
9. Тройник.

Корпус представленный на рисунке 7 состоит из двух частей: измерительного блока и тройника подключения к газовой трубе. Тройник может крепиться в четырех положениях путем поворота вокруг центральной оси на угол, кратный 90 градусов. Это позволяет устанавливать газовый счетчик при любой ориентации газовой трубы.

Измерительный блок представляет собой пластиковый корпус, в котором размещены: печатный узел измерения и индикации, кнопка переключения режимов, элемент питания.

Передняя панель с прозрачным окном крепится к пластиковому корпусу с помощью клеевого соединения. Корпус крепится к основанию с помощью двух винтов с прорезями, обеспечивающих пломбировку. На алюминиевом основании закрепляется измерительная камера с печатным узлом термоанемометрического расходомера. Измерительный блок и тройник закрепляются с помощью четырех винтов с прорезями для пломбировки.

Заключение

В дальнейшем будет разработан печатный узел с современным микроконтроллером для автоматизации вычислительных процессов. Полученные графики зависимости при разных скоростях потока газа будут введены в память микроконтроллера для вычисления расхода газа.

Список используемых источников

1. Пуговкин А.В., Муслимова Н.И., Купреков С.В. Автоматизация мониторинга и управления теплоснабжением зданий и помещений. Томск: Томск. Гос. Ун-т Систем Упр. И Радиоэлектроники, 2013-291с.
2. Ураксеев М.А., Романченко А.Ф., Абдрашитова Д.Р., Шилова С.А. Перспективы термоанемометрических методов измерения расхода газа или жидкости.// Электронный журнал «Исследовано в России». 2001.51,С. 587-593.
3. Поршнева С.В., Беленкова И.В. Численные методы на базе MathCad. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005-464 с.