

Проект «Инженерные кадры Зауралья»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра автоматизации производственных процессов

ИЗУЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДАТЧИКОВ РАСХОДА

Методические указания
для выполнения лабораторных работ
по дисциплине «Технические измерения и приборы»
для студентов очной и заочной форм обучения
направления 220700.62 «Автоматизация технологических процессов и
производств»

Курган 2015

Кафедра: «Автоматизация производственных процессов»

Дисциплина: «Технические измерения и приборы»
(направление 220700.62).

Составили: канд. техн. наук, доцент О.В. Дмитриева.

Утверждены на заседании кафедры 27 ноября 2014 г.

Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта
«Инженерные кадры Зауралья» 20 декабря 2013 г.

Содержание

Введение.....	4
1. Требования, предъявляемые к средствам измерения расхода и количества жидкостей и газов	4
2. Классификация методов и средств измерения расхода	6
3. Объемные счетчики количества (расхода) жидкости	8
4. Магнитоиндукционные расходомеры	9
5. Порядок выполнения лабораторной работы.....	11
6. Контрольные вопросы.....	11
7. Список использованных источников.....	12

Введение

Измерения параметров движения жидких и газообразных веществ широко применяется в нефтегазодобывающих и транспортирующих системах (магистральных трубопроводах), а также при контроле технологических процессов во многих других областях промышленности, в том числе машиностроении.

Основными параметрами движения потоков жидких, газообразных веществ и плазмы является расход, определяемый как количество вещества, протекающее через сечение трубопровода (канала) в единицу времени, и полный расход, т. е. общее количество протекающего вещества. В ряде случаев необходимо определять скорость потока.

Единицы расхода могут быть объемными - метр кубический в час, в секунду, литр в секунду и т. д. и массовыми - килограмм в секунду, в час и т. д. Погрешность измерения расхода в производственных условиях в настоящее время составляет 1-2% и более. В ряде отраслей требуются более точные измерения, погрешность которых не превышает 0,2-0,5%.

Приборы для измерения расхода называются расходомерами, для измерения количества вещества - счетчиками, а для измерения скорости потоков - анемометрами. Расходомеры нашли широкое применение, поскольку позволяют дифференцированно определять значение расхода мгновенного или среднего за определенный период времени. Счетчики количества определяют количество протекающего вещества за определенный временной интервал. Расход по счетчику можно вычислить как средний за определенный интервал времени.

Цель лабораторной работы: изучить методы и средства измерения расхода жидкостей и газов; приобрести навыки работы с измерительной системой измерения расхода.

1 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

В настоящее время к средствам измерения расхода и количества жидкостей и газов предъявляются следующие требования:

1 Высокая точность измерений. Значительная часть приборов, служащих для измерения расходов и количества вещества имеет невысокую точность. Относительная погрешность этих измерений составляет $\pm 2...4\%$. С учетом же нестабильности различных влияющих величин действительная погрешность будет еще выше. Между тем многие современные технологические процессы требуют значительно более точного измерения. Отсюда возникает необходимость разработки и создания приборов, имеющих класс 0,2...0,5.

2 Независимость результатов измерения от изменения параметров состояния среды. В большинстве случаев применения расходомеров и счетчиков изменение плотности среды, ее давления и температуры, существенно сказывается на результатах измерения. При этом возникает дополнительная погрешность, которая достигает достаточно больших величин, особенно при измерении расхода или количества газа. Для уменьшения негативных последствий изменения среды необходимо, во-первых, внедрение приборов (силовых и тепловых), которые по принципу своего действия измеряют массовый расход и количество, а также разработка и создание новых приборов, измеряющих расход и количество в единицах массы. Во-вторых, применение в обычных расходомерах и счетчиках автоматических устройств коррекции показаний в зависимости от изменения давления, температуры или плотности среды.

3 Надежность средств измерений. Широкое внедрение автоматизации технологических процессов и производства повышают требования к надежности измерительных приборов и средств автоматизации.

4 Улучшенные динамические свойства средств измерений. В связи с увеличением скорости протекания технологических процессов и широким применением расходомеров в системах автоматического управления возникла необходимость динамических измерений быстроменяющихся расходов, что вызвало необходимость увеличения быстродействия средств измерений и улучшению их динамических характеристик (уменьшению постоянной времени, увеличению частоты свободных колебаний и т.п.). Особенно актуально данное замечание для тепловых расходомеров. В случае невозможности изменения динамических характеристик применяют различные типы корректирующих устройств.

5 Расширение диапазона измерения расхода. Большинство серийно выпускаемых расходомеров и счетчиков предназначены для измерения средних расходов. В связи с расширением сферы применения средств измерения расхода значительно расширились диапазоны его измерения как в сторону малых, так и в сторону больших расходов.

6 Расширение границ условий измерений. Широкое применение расходомеров в системах автоматизации и управления технологическими процессами обусловило необходимость измерения расхода как при высоких, так и при низких давлениях. Аналогичным образом расширился и температурный диапазон. Широкое развитие криогенной техники и процессов, в которых в качестве рабочих тел участвуют сжиженные газы, в частности, водород и кислород, потребовало создания расходомеров, могущих работать при низких температурах вплоть до -270°C . С другой стороны, необходимость измерения расхода расплавленных металлов и газов при высоких температурах повысило верхний температурный предел применения расходомеров до $800\text{...}1000^{\circ}\text{C}$.

7 Большое разнообразие измеряемых жидкостей и газообразных сред. Кроме традиционных измерений расхода воды, водяного пара и газа

существует необходимость измерять расходы около тысячи разнообразных жидкостей, имеющих разные плотности и вязкости и отличающихся агрессивными, абразивными, токсичными или взрывоопасными свойствами.

Многообразие требований явились причиной разработки большого числа различных методов и приборов для измерения расхода и количества.

2 КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА

Расход относится к величинам, которые невозможно непосредственно измерить с помощью электрических методов. Большинство методов измерений расхода основано на измерении каких-либо параметров движения исследуемой среды: развиваемое усилие, перепад давлений, скорость потока, частота завихрений и других - которые несут информацию о расходе.

Существующие методы и средства измерений расхода можно разделить на бесконтактные и контактные.

К **бесконтактным** относятся методы и средства измерений, в которых не используются подвижные или вращающиеся элементы, помещенные внутрь потока и отсутствуют какие-либо нагружения потока жидкости или газообразной среды. К неконтактным методам относится значительное число скоростных методов, для которых характерно малое или незначительное взаимодействие средства измерения и потока. Скоростные (кинематические) методы основаны на измерении скорости потока, которая прямо пропорциональна объемному расходу.

Гидродинамические (силовые) методы в основном являются **контактными** методами со свойственными им погрешностями за счет «энергетического» взаимодействия объекта (потока) и средства измерения. Гидродинамические основаны на силовом взаимодействии потока и помещенного в него тела,

По методам измерения расходомеры можно подразделить на следующие виды:

1 Пневмометрические (напорные) расходомеры измеряют расход по скорости потока в одной или нескольких точках поперечного сечения канала или трубопровода;

2 Расходомеры переменного перепада давления позволяют определить расход по перепаду давления: с сужающими устройствами (стандартного и нестандартного профиля); с гидравлическими сопротивлениями; центробежные; с напорными устройствами; с напорными усилителями; струйные;

3 Расходомеры постоянного перепада давления измеряют расход по сечению потока у подвижного сопротивления, обтекаемого измеряемой средой: постоянного перепада давления (ротаметры; поплавковые; поршневые); поплавково-пружинные; с поворотной лопастью;

4 Электромагнитные или индукционные расходомеры измеряют расход в зависимости от ЭДС, индуцируемой электропроводной жидкостью, протекающей в магнитном поле;

5 Ультразвуковые расходомеры определяют расход по смещению звуковых колебаний движущейся средой; доплеровские;

6 Тахометрические расходомеры измеряют расход по скорости вращения ротора, крыльчатки или диска, расположенных в потоке измеряемой среды, в зависимости от расхода: турбинные (с аксиальной турбинкой; с тангенциальной турбинкой); шариковые; камерные (поршневые; дисковые; с кольцевым поршнем; с овальными колесами; роторные; лопастные; ковшовые);

7 Силовые расходомеры: с внешним воздействием (кориолисовые; гироскопические; турбосиловые); с внутренним воздействием (кориолисовые; турбосиловые), силовые перепадные;

8 Тепловые: с электрическим нагревом (калориметрические; с внешним нагревом; термоанемометрические); с индукционным нагревом; с нагревом жидкостным теплоносителем.

Существуют и менее распространенные виды расходомеров: *калориметрические, оптические, термометрические, ионизационные, радиоизотопные и др.*

Для каждого вида расходомеров существуют оптимальные сферы применения.

Наиболее универсальны расходомеры переменного перепада давления. Их используют для измерения жидких, газовых и паровых сред практически любых давлений и температур. Стандартные расходомеры переменного перепада давления имеют ограничения, они неприменимы для сред, протекающих по трубопровод небольших диаметров и сред с большой вязкостью. Однако нестандартные устройства часть этих ограничений снимают. Остальные же разновидности расходомеров имеют значительно большие ограничения. Как правило, их не применяют для измерения расхода пара. Кроме того, возникают, часто значительные, ограничения по давлению и температуре измеряемой среды и по диаметру трубопровода.

Счетчики количества применяют только для измерения расхода жидких или газовых сред. По методам измерения существуют две основных разновидности:

1 Скоростные (тахометрические) счетчики аналогичны тахометрическим расходомерам, но не имеют устройства для отсчета мгновенного расхода;

2 Объемные счетчики позволяют определить количество протекающей среды в условиях, когда измеряемая среда измеряется отдельными, равными по объему, дозами.

Счетчики количества имеют большие ограничения — их используют только для невысоких давлений и небольших температур. Для больших расходов многие конструкции счетчиков количества неприменимы. Используют их обычно на вспомогательных участках технологических процессов.

Ранее расходомеры по конструкции существенно отличались от счетчиков или измерителей количества. Например, турбинные и камерные преобразователи расхода применялись лишь в счетчиках количества. Однако в настоящее время преобразователи, особенно турбинные, стали широко применяться также и в расходомерах. С другой стороны, известно, что любые расходомеры, снабженные интегрирующими устройствами, становятся одновременно счетчиками или измерителями количества. В соответствии с этим классификацию и конструкции основных расходомеров и счетчиков жидкости, газа и пара рассматривают вместе.

3 ОБЪЕМНЫЕ СЧЕТЧИКИ КОЛИЧЕСТВА (РАСХОДА) ЖИДКОСТИ

Объемные счетчики осуществляют измерение количества жидкостей в широком диапазоне вязкостей с высокой степенью точности. Существуют многообразные конструкции объемных счетчиков. Большое распространение получили объемные счетчики жидкости с овальными шестернями (рисунок 1).

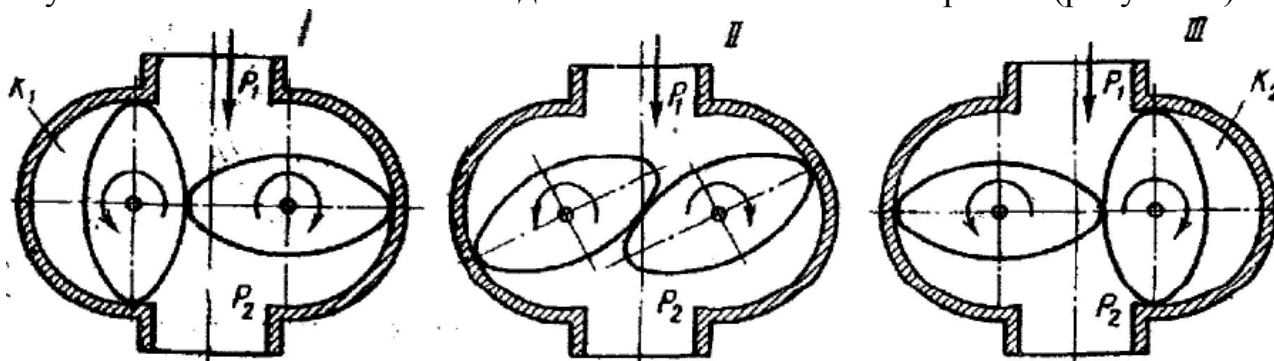


Рисунок 1 – Схема действия счетчиков с овальными шестернями

В измерительной камере счетчика расположены две овальные шестерни, связанные между собой зубчатым зацеплением. Под действием разности давлений до измерительной камеры и после нее возникает вращающий момент из-за овальной формы шестерен. Возникающий момент заставляет вращаться шестерни. С каждым оборотом шестерен перемещается определенный объем измеряемой жидкости. В положении I вращающий момент (рисунок 1) при разности давлений ($P_1 - P_2$) возникает на левой шестерне, заставляя ее вращаться против часовой стрелки и вращать правую шестерню. В положении II вращающий момент возникает на обеих шестернях. В положении III вращающий момент возникает на правой шестерне, а левая является ведомой. За один оборот измерительные полости K_1 и K_2 дважды наполняются и дважды опорожняются. Таким образом, за один оборот счетчик пропускает объем жидкости, равный четырем объемам K_1 (или K_2).

Передача движения от шестерен к передаточному и счетному механизмам производится от одной из шестерен с помощью магнитной муфты.

Счетчики жидкости с овальными шестернями с местным отсчетом показаний предназначены для измерения количества жидкости с вязкостью в широком диапазоне от 0,7 до 300 сст, рабочим давлением до 40 кгс/см² и температурой от -40 до +80°С. Влияние вязкости измеряемой жидкости при одинаковом расходе сказывается лишь на величине потери напора в счетчике. Максимальная величина потери напора равна 0,5 кгс/см², то в зависимости от вязкости устанавливаются различные значения номинальных расходов.

Верхний предел измерения, допускаемый для кратковременных измерений, составляет 150% от номинального. Нижний предел измерения колеблется от 15 до 30% от номинального в зависимости от вязкости жидкости и размеров счетчика.

Основная относительная погрешность показаний счетчика в интервале от нижнего до верхнего предела измерения не должна превышать $\pm 0,5\%$ от действительного количества прошедшей жидкости при температуре последней $+20\pm 5^\circ\text{C}$. Изменение показаний счетчика при изменении температуры жидкости не должно превышать $\pm 0,1\%$ на каждые 10°C . При десятикратной поверке на одном и том же расходе при неизменных условиях вариация показаний не должна быть больше половины основной погрешности.

Для формирования унифицированного электрического сигнала необходимо использовать счетчик в комплекте с преобразователями.

4 МАГНИТОИНДУКЦИОННЫЕ РАСХОДОМЕРЫ

На рисунке 2 показан простейший магнитоиндукционный преобразователь, состоящий из постоянного магнита NS с электрическими обмотками. Турбинку Т, подобную вертушкам скоростных счетчиков, изготавливают из материала с хорошей магнитной проводимостью и располагают в трубопроводе в потоке измеряемой среды. Преобразователи выполняют чаще всего электромагнитного типа: магнитоиндукционные, индукционные или магнитоэлектрические.

При вращении турбинки, вследствие изменения проводимости, возникает пульсация магнитного поля, создающая в обмотке ЭДС с частотой f прямо пропорциональной числу оборотов турбинки. Частота f измеряется частотомерами или счетчиками оборотов, градуированными в единицах количества или расхода. Полученные от турбинки сигналы легко передать на расстояние

Турбинные счетчики-расходомеры применимы для измерения малых расходов жидкостей (порядка 0,015 м³/ч), так и для больших (до 2500 м³/ч). В конструкциях счетчиков может быть предусмотрено устройство для автоматического корректирования показаний при изменении вязкости измеряемой среды.

Погрешность показаний счетчиков малых калибров составляет $\pm 0,5\%$, а больших $\pm 0,3\%$.

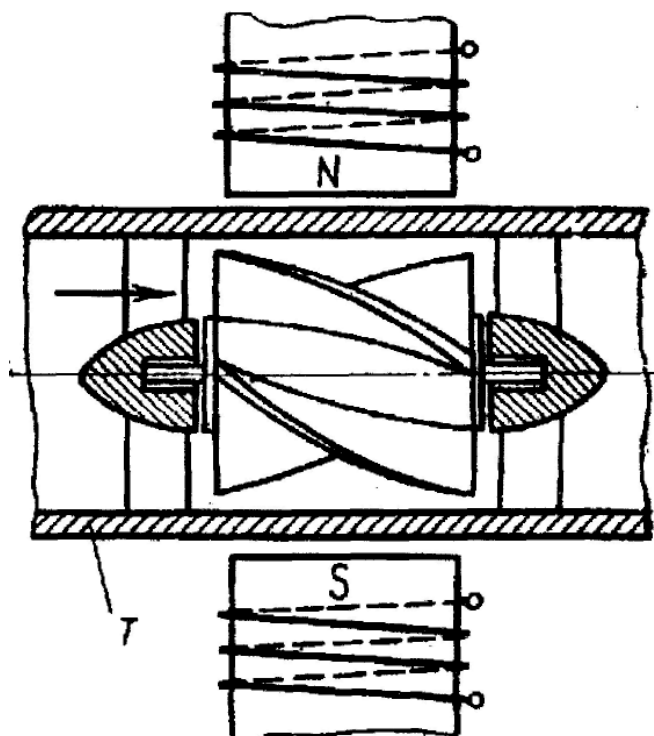


Рисунок 2 – Схема турбинного счетчика-расходомера с индукционным преобразователем

Датчик расхода (рисунок 3), исследуемый в лабораторной работе, предназначен для измерения объемного расхода жидкости, перекачиваемой насосом.



Рисунок 3 – Датчик расхода с роторным колесом и функцией оптоэлектронного (инфракрасного) анализа

Протекающая жидкость вызывает вращение лопастей подвижной части. Лопасты оснащены индуктивным датчиком. Импульсы с первичного

преобразователя подаются на вход преобразователя импульсов, выходное напряжение которого пропорционально объемному расходу. При объемном расходе в пределах 0...7,5 л/мин выходное напряжение изменяется от 0 до 10 В.

Технические характеристики датчика:

Диапазон измерений: 0,3 – 9,0 л/мин

Диапазон частот (выход): 40 – 1200 Гц

Допустимое рабочее напряжение: 8 – 24 В постоянного тока

Потребляемый ток: 18 – 30 мА

Максимальная нагрузка: 2,2 кОм

Коэффициент К (импульсы/дм³): 8000

Электрическое подключение: 3-полюсный кабель

Измерительный преобразователь f/U и кабель

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Внимательно изучите данные методические указания и подготовьте ответы на контрольные вопросы.

2. Выключите систему и вытяните вилку из розетки.

3. Осушите систему через запорный кран.

4. Установите датчик расхода на выходе насоса и подключите его к электропитанию.

5. Наполните системы водой.

6. Запустите программу и откройте меню «Setup».

7. Установите коэффициент равным 0,75, отклонение равным 0.

8. Проведите измерения расхода при различных значениях напряжения, подаваемого на насос.

9. Заполните таблицу.

	Напряжение, В	Расход, л/мин
1		
2		

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Какие требования предъявляются к средствам измерения расхода?

2 Какие методы и средства применяются для измерения расхода жидкостей и газообразных сред?

3 Объясните принцип действия объемных счетчиков количества вещества.

4 Каковы преимущества применения магнитоиндукционных преобразователей расхода?

7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: Учебник для студентов вузов. -М.: Академия, 2004.-311с.

2 Измерение электрических и неэлектрических величин: Учеб. пособие для вузов / Н.Н. Евтихийев, Я.А. Купершмидт, В.Ф.Папуловский, В.Н. Скуров: Под ред. Н.Н. Евтихьева. – М.: Энергоатомиздат, 1990.-352 с.

3 Фарзанае Н.Г., Илясов Л.В., Азим-заде А.Ю. Технологические измерения и приборы: Учеб. для студ. вузов по спец. “Автоматизация технологических процессов и производств”.-М.: Высш. шк. 1989.-456 с.

4 Датчики теплофизических и механических параметров: Справочник в трех томах. Т.1 (кн. 1) / Под общ. ред. Ю.Н.Коптева; Под ред. Е.Е. Багдатьяева, А.В. Горша, Я.В. Малкова.-М.: ИПРЖР, 1998.-458 с.

Дмитриева Ольга Венедиктовна

ИЗУЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДАТЧИКОВ РАСХОДА

Методические указания
для выполнения лабораторных работ
по дисциплине «Технические измерения и приборы»
для студентов очной и заочной форм обучения
направления 220700.62 «Автоматизация технологических процессов и
производств»

Авторская редакция

Подписано в печать 16.03.15	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ.л. 1,0	Уч.-изд.л. 1,0
Заказ 50	Тираж 25	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.