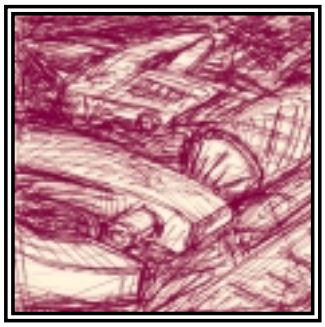


Интеллектуальный теплосчетчик-расходомер ТАРАН-Т

Игорь Бирюков

Современные технологии открывают новые возможности для повышения надежности и улучшения эксплуатационных характеристик приборов для измерения количества жидкости и теплоты. Статья посвящена опыту использования индустриальных контроллеров в теплосчетчиках ТАРАН-Т.

Научно-производственное предприятие «Флоу-Спектр» разрабатывает и производит расходомеры-счетчики количества жидкости и теплоты ТАРАН-Т. Первичные преобразователи расхода — вихревые. Принцип работы таких расходомеров заключается в следующем. Если в поток жидкости (или газа) поместить некое тело обтекания (турбулизатор), например цилиндр или треугольную призму, то в определенном диапазоне скоростей жидкости за ним образуются вихри, которые отрываются от турбулизатора и образуют вихревую дорожку (рис. 1). При этом вихри следуют друг за другом в шахматном порядке. Частота вихреобразования прямо пропорциональна скорости жидкости. Если тем или иным способом преобразовать пульсации скорости или давления в некоторой точке за телом обтекания в электрический сигнал, то, измеряя его частоту, можно на основании градуировки однозначно определить скорость жидкости, а значит, и ее расход в единицу времени. Принципиальными здесь являются как форма и размер турбулизатора, так и способ преобразования пульсаций жидкости в электрический сигнал. Что касается геометрии, то сейчас для нас это несущественно, отметим лишь, что в расходомерах ТАРАН-Т, как и в большинстве других вихревых расходомеров, применяется призма в виде равнобедренного треугольника. А вот способ преобразования оказывает особенно сильное влияние на точность и надежность прибора, диапазон перекрываемых расходов и конфигурацию аппаратных средств, используемых для обработки электрических сигналов, вырабатываемых первичным преобразователем.

Традиционно для преобразования применяется пьезоэлемент, зажатый между пластинами, расположенными за телом обтекания. Такой «сэндвич» образует некое подобие крыла. При правильно подобранных параметрах жесткости системы обеспечивается сильный периодический сигнал, который через усилитель и компаратор может быть подан непосредственно на счетчик импульсов. Этот способ, как, впрочем, и все другие, не лишен недостатков, но сейчас не об этом. Расходомеры ТАРАН-Т работают иначе. Здесь использован известный физический закон, согласно которому через проводник, перемещающийся в магнитном поле, протекает электрический ток. Вода — проводник. Магнитное поле создают термостойкие постоянные магниты. Остается помес-

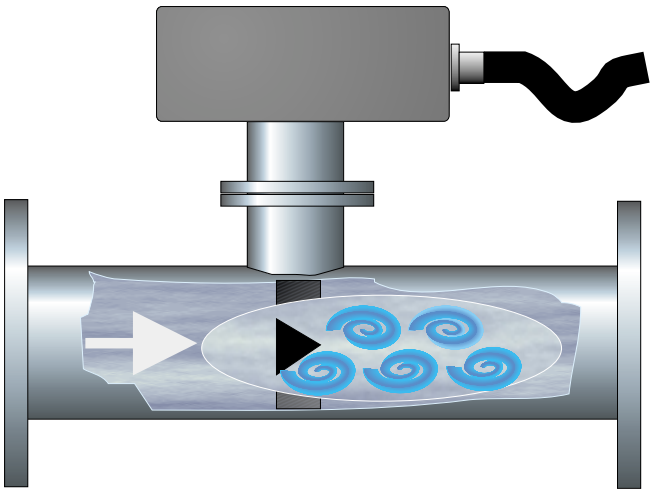


Рис. 1. Принцип работы расходомера-счетчика

(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

Таблица 1

Основные технические характеристики расходомера ТАРАН-Т

Условный проход проточной части первичного преобразователя, мм	15, 20, 25, 32, 50, 65, 80, 100, 150, 200, 300
Диапазон измеряемых расходов, $м^3/ч$	0,12-1880
Предел допускаемой приведенной погрешности измерения расхода и объема жидкости, %	± 0,2
Предел допускаемой погрешности измерения тепловой мощности, приведенной к ее максимальному значению (при максимальном расходе и максимальном перепаде температур $\Delta t = 100°C$), %	± 0,5
Относительная погрешность измерения расхода и объема при минимальном измеряемом расходе ($0,025\ D_{max}$), не более, %	0,8
Относительная погрешность измерения расхода и объема на нижней границе оптимальных режимов ($0,2\ D_{max}$), не более, %	0,4
Относительная погрешность измерения тепловой мощности и количества теплоты при $\Delta t = 10°C$ и $D = 0,2\ D_{max}$ ($q = 0,02\ q_{max}$), не более, %	2,0
Относительная погрешность измерения тепловой мощности и количества теплоты при $\Delta t_{min} = 3°C$ и $D = 0,025\ D_{max}$ ($q = 0,00075\ q_{max}$), не более, %	4,0
Температура контролируемой среды, °С	от 2 до 200 (до 370 по спецзаказу)
Давление контролируемой среды, МПа	от 0 до 2,5 (до 22 по спецзаказу)
Температура окружающей среды, °С	5-50
Исполнение	IP-65
Вероятность безотказной работы за 8000 часов, $P_{дов} = 0,95$	0,85
Технический ресурс и срок службы, не менее, лет	10

Здесь D – расход жидкости, $м^3/ч$; q – тепловая мощность, Гкал/ч

тить в воду пару электродов, и с них уже можно снимать электрический сигнал. Правда, полученный таким образом сигнал довольно слабый, зашумленный и подвержен влиянию наводок от сети электропитания. Непосредственно подавать такой сигнал на счетчик нецелесообразно. В этой ситуации выручают методы спектрального анализа. О достоинствах использованного в теплосчетчиках ТАРАН-Т принципа измерения расхода можно судить по характеристикам прибора, представленным в табл. 1.

Принято считать, что для реализации быстрого преобразования Фурье в реальном времени требуется применение высокопроизводительных процессоров цифровой обработки сигналов (ЦОС). Однако в нашем случае это не совсем так. Дело в том, что реальный спектр сигнала, генерируемого вихревыми расходомерами, занимает область низких частот (от единиц герц до немногим более одного килогерца) и при использовании арифметики с фиксированной точкой становится возможным использование популярных процессоров невысокой производительности, таких как отечественный 1801ВМ2 или i8088, всем знакомый по персональным компьютерам IBM PC. Но процессор — это еще не все. Важную роль играет его обвязка.

Контроллеры наших первых теплосчетчиков строились полностью на отечественной элементной базе с использованием процессора 1801ВМ2 и были вполне работоспособны. Что же подтолкнуло нас к поиску новых решений? Ответ тривиальный: необходимость повышения общей надежности и улучшения эксплуатационных характеристик. Трудно ожидать высокой надежности от электронного устройства, выполненного в виде трех битком забитых микросхемами не самой высокой степени интеграции печатных плат формата А4 и использующего для регистрации данных самописцы и электромеханические счетчики. Немаловажную роль сыграла и возросшая конкуренция со стороны как отечественных, так и зарубежных фирм-производителей средств измерения расхода жидкости и тепловой энергии. Кроме того, и это ни для кого не секрет, наибольшее количество средств разработки и отладки программного обеспечения создано для IBM PC совместимых компьютеров. Поэтому была поставлена задача найти на российском рынке контроллер, желательно совместимый по системе команд с персональными компьютерами IBM, отвечающий требованиям высокой надежности при эксплуатации в экстремальных условиях (для большинства тепловых узлов характерна высокая температура окружающего воздуха, часто требуется обеспечивать работу в условиях повышенной вибрации), имеющий компактное исполнение и интегрирующий на одной плате наибольшее число требуемых периферийных устройств. Причем весь этот широкий спектр возможностей должен обеспечиваться по приемлемой цене.

На наше счастье, в это время на российском рынке уже предлагались контроллеры серии MicroPC, производимые корпорацией Octagon Systems. Так мы и познакомились с промышленным контроллером 6012, принадлежащим к знаменитой «космической» серии и интегрирующим на небольшой плате, помимо IBM PC совместимого ядра, также восьмиканальный 12-разрядный АЦП и порт цифрового ввода/вывода. Кроме того, в каталоге Octagon Systems мы нашли практически все необходимые для построения контроллера дополнительные устройства. Благодаря всему этому первый теплосчетчик на базе MicroPC был готов к установке у потребителя уже через два месяца после получения заказа, на что, правда, ушло также более двух месяцев. На сегодняшний день на различных тепловых пунктах установлено несколько десятков теплосчетчиков ТАРАН-Т, построенных на базе этих прекрасных устройств (рис. 2).

Теплосчетчик ТАРАН-Т имеет одну особенность, отличающую его от всех известных аналогов, часто решающую при выборе прибора и облегчающую его эксплуатацию. Это обычный привод гибких дисков, в ряде случаев позволяющий отказаться от подключения принтера для распечатки отчета непосредственно к контроллеру, снижающий бумагооборот, не требующий дополнительных устройств для съема данных, а также облегчающий контроль со стороны поставщиков тепловой энергии (во внутренней энергонезависимой памяти всегда хранится подробный почасовой отчет за последние 6-10 месяцев). Использовать достаточно дорогой дисковод и контроллер от Octagon Systems не хотелось, к тому же к этой подсистеме не предъявлялось особо жестких требований по надежности. Поэтому мы попробовали в работе с платой 6012 стандартную мультикарту и дисковод, которые можно найти в любом компьютерном магазине, заплатив

(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

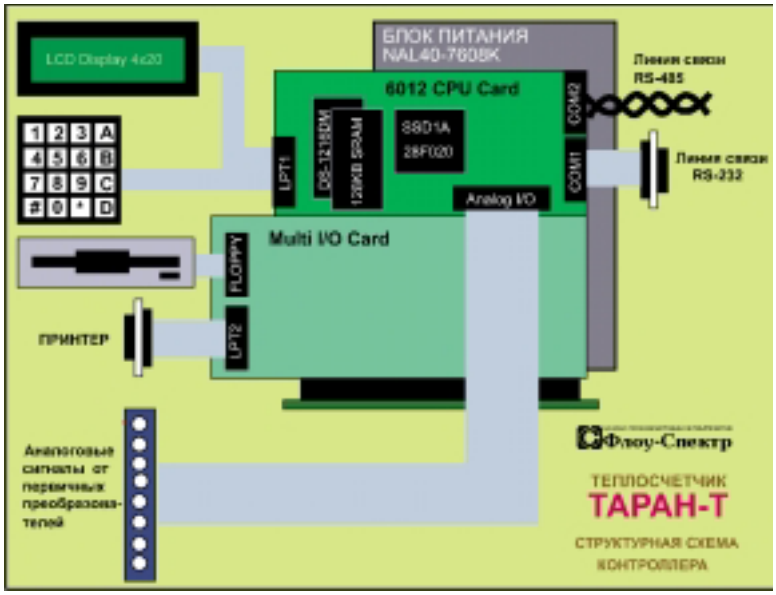


Рис. 2. Структурная схема контроллера теплосчетчика

при этом какие-то 50 долларов. К мультикарте мы подключаем также принтер, таким образом дополнительно защищая дорогой MicroPC.

В целом контроллер 6012 оказался на высоте. Однако время предъявляет новые требования и к аппаратному обеспечению. Типовым для нас стало решение, когда на один контроллер «навешиваются» сразу две теплосистемы или используется другая нестандартная конфигурация теплосчетчика. В настоящее время в стадии утверждения находится методика беспроливной корреляционной поверки расходомеров, не требующей разгерметизации контура и демонтажа системы. Создаются новые алгоритмы спектрального анализа, еще более повышающие точность и устойчивость измерения расхода. Все это привело к тому, что часто стало недоставать дополнительных каналов АЦП, все более остро ощущаются ограничения производительности процессора V20 и недостаточное быстродействие АЦП. Новый микроконтроллер 6040 фирмы Octagon Systems может решить большинство из названных проблем. Если же к системе не предъявляется жестких требований по надежности и диапазону рабочих температур, более дешевым решением может оказаться комбинация аппаратных средств компаний Advantech и M-Systems.

Использование для передачи информации от датчиков аналоговых сигналов ведет к необходимости прокладки большого числа кабельных соединений, требует принятия дополнительных мер для обеспечения помехозащищенности, затрудняет диагностику и локализацию неисправностей. Поэтому в НПП «Флоу-Спектр» в настоящее время создается система, в которой вся обработка аналоговых сигналов осуществляется непосредственно на первичном преобразователе, а в контроллер информация передается в цифровой форме по единственной магистрали RS-485. Эта система будет иметь беспрецедентные возможности по расширению конфигурации, увеличению числа датчиков, предоставит возможность простой замены неисправных первичных преобразователей, обеспечит надежную диагностику и 100% локализацию неисправностей, на порядок облегчит монтаж линий связи.

На рис. 3-6 представлены внешний вид контроллера теплосчетчика ТАРАН-Т и его начинка, а также первичные преобразователи расхода двух основных модификаций, установленные на узле теплоучета. На корпусе датчика большего типоразмера виден выход дополнительного электрода, используемого для беспроливной поверки непосредственно в контуре. Для осуществления поверки требуются дополнительная магнитная система, которая «навешивается» поверх электрода, и дополнительный усилитель. В датчиках мало-

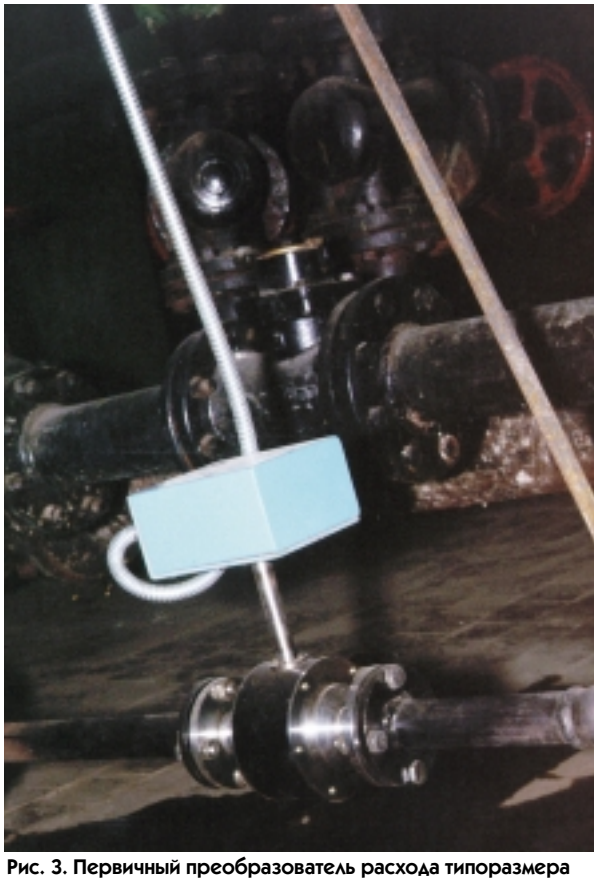


Рис. 3. Первичный преобразователь расхода типоразмера 32 мм



Рис. 4. Первичный преобразователь расхода типоразмера 80 мм

(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru



Рис. 5. Внешний вид контроллера



Рис. 6. Внешний вид контроллера со снятой лицевой панелью

го типоразмера оба электрода (основной и поверочный) скрыты под общей магнитной системой и для проведения поверки нужен только дополнительный усилитель.

(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru