

# Многофункциональные многопараметрические вихревые расходомеры-корректоры Pro-V



Многопараметрические вихревые расходомеры Pro-V M22 и M23 являются инновационным развитием приборов, известных под торговыми марками Vorflo, V-Bar, PhD. Расходомеры оснащаются дополнительными датчиками давления и температуры, а также встроенным интеллектуальным вычислителем, обеспечивающим измерение массовых расходов различных газов и жидкостей с изменяющейся плотностью без изменения заводской калибровки.

ООО «АППЭК», г. Санкт-Петербург

## Немного истории

Одной из первых областей, где были удачно применены вихревые расходомеры, стало измерение расходов пара. Зависимость амплитуды сигнала от энергии в вихре, то есть от произведения  $\rho V^2$ , где плотность

пара — еще не плотность газа, а скорости уже много выше скоростей жидкости, отсутствие импульсных линий, вращающихся частей и связанных с ними проблем — все факторы вместе и определили привлекательность и востребованность данного типа средств измерения.

Зависимость частоты образования вихрей  $F$  от скорости потока  $V$  и геометрического характеристического параметра возбудителя вихрей (тела обтекания)  $d$  пропорционально постоянному значению коэффициента Струхала  $St$  ( $Re$ ) = const в некоторой области чисел Рейнольдса  $Re$ :  $F = St * [V/d]$ .

Это позволило признать возможной для некоторых моделей вихревых расходомеров беспроливную поверку (то есть имитационную, не требующую остановки оборудования), что повысило привлекательность данного продукта.

Вихревые расходомеры Pro-V M22 (полнопроходная конструкция на рис. 1) и M23 (погружная конструкция на рис. 2) являются следующим поколением вихревых расходомеров, известных в России под торговыми марками VORFLO V-Bar (погружная конструкция)

и PhD (полнопроходная конструкция) уже почти 20 лет. Их патенто-обладатель — Jim Storer (Longmont, Colorado, USA).



Рис. 1. Полнопроходной расходомер серии M22



Рис. 2. Погружной расходомер серии M23

В новом поколении расходомеров Pro-V реализован ряд запатентованных инноваций. Так, вместо струнного датчика пульсаций давления (датчика вихрей) применяются сдвоенные пьезодатчики. Это позволило у всех модификаций прибора:

1) расширить температурный диапазон применения. Теперь он составляет от  $-200$  до  $+450$  °С;

2) существенно снизить зависимость измерений от внешних вибраций. Как известно, вихри, генерируемые возбудителем потока, срываются попеременно с двух сторон возбудителя. Каждая полуволна снимается одним из пьезодатчиков. В то же время внешние вибрации трубопровода воздействуют на датчики синхронно, и сигналы пьезодатчиков под данным воздействием находятся в противофазе, так что их результирующая равна нулю. Вибрация, вызываемая неоднородным газовым потоком, генерирует амплитуду сигнала пропорционально  $\rho V^2$ . Этот тип вибрации проявляется при низких скоростях потока и с ростом скорости быстро подавляется полезным сигналом.

Кроме того, запатентован новый профиль возбудителя потока, обеспечивающий устойчивый срыв вихрей при более низких числах Re.

Наибольшей модернизации подвергся электронный блок расходомера. По сравнению с известными моделями вихревых расходомеров с дополнительно встроенным датчиком температуры и коррекцией массового расхода только насыщенного пара (Prowirl 73, Digital YEWFL0 и пр.) расходомеры Pro-V со встроенным микропроцессорным вычислителем можно назвать многофункциональными и интеллектуальными электронными приборами.

#### Интеллектуальные средства измерения расходов

Сегодня выпускается много интеллектуальных приборов. Интеллектуальная составляющая, отличающая расходомеры Pro-V, связана прежде всего с вычислением в электронном блоке в реальном времени значений числа Re, плотности и вязкости достаточно большого числа различных сред при изменении скорости, давления и темпе-

ратуры потока. При этом переконфигурирование на другую среду измерения производится по месту эксплуатации расходомера.

Другой составляющей является база знаний прибора. Хранение и использование алгоритмов коррекции плотности газообразных и жидких сред позволяет расходомеру:

- корректировать значения расходов сжимаемых газов, в том числе природного газа, в соответствии с уравнением состояния AGA8-92DC;

- измерять массовый расход сжимаемых жидкостей с учетом коррекции их плотности и вязкости при изменении температуры;

- автоматически распознавать состояние пара и непрерывно выполнять измерение его массового расхода в области насыщения и в перегретом состоянии.

Хранение зависимости коэффициента Струхала от значения числа Re позволяет измерять расходы жидкости в области низких скоростей потока, вплоть до  $Re = 5000$ .

Также приборы компенсируют температурное расширение материалов, исключая его влияние на расходомерные характеристики прибора.

Имея встроенный микропроцессор, многопараметрические расходомеры Pro-V обладают определенной гибкостью в выборе выходных аналоговых и аварийных сигналов.

Пользователь может выбрать самостоятельно по месту использования прибора три конфигурируемых аналоговых выхода  $4-20$  мА, с которых можно снять значения трех из пяти измеряемых и/или вычисляемых физических величин (объемный расход при рабочих условиях, массовый (приведенный) расход, температура, давление, плотность).

Аналогично настраиваются по месту эксплуатации три аварийных сигнала по трем любым параметрам из пяти, описанным выше.

По умолчанию числоимпульсный выход позволяет измерять накопленный расход нарастающим итогом.

Дополнительный нормализованный аналоговый вход расходомеров Pro-V для подключения внешнего преобразователя температуры, давления или плотности в сочетании с возможностями программируемого встроенного вычислителя расширя-

ет область применения расходомера от тепловычислителя закрытых систем теплоснабжения до вычислителя-корректора массовых расходов сжимаемых сред по сигналу поточного плотномера.

Помимо аналоговых выходов, вся измеряемая и вычисляемая информация доступна по интерфейсу RS-485 в протоколе Modbus или по цепям  $4-20$  мА в протоколе HART (для всех модификаций).

Настройка (конфигурирование) прибора на конкретные условия измерения может быть выполнена по месту эксплуатации. Переконфигурирование производится непосредственно на самом электронном блоке расходомера с помощью клавиатуры, магнитного ключа и ЖК-индикатора или с удаленного рабочего места с помощью HART-коммуникатора или HART-модема с применением специализированного ПО.

Пользователь имеет возможность назначить физические величины выходных сигналов, изменить их шкалу, настроить релейные выходы, выбрать среду измерения, установить внутренний диаметр трубопровода (только для погружных расходомеров Pro-V M23), настроить отсечки минимального расхода и адаптивного фильтра.

Иначе говоря, пользователь всегда может перенастроить Pro-V на другие рабочие условия, включая среду, диапазон расходов, а для погружных приборов — и диаметр трубопровода, что недоступно другим типам и моделям приборов. А в процессе эксплуатации прибор как измерит скорость, давление и температуру потока в одной точке присоединения к трубопроводу, так и вычислит массовые характеристики (массовый расход, плотность, вязкость), изменяющиеся при перемене физических условий истечения среды.

Фактически погружные приборы (от Ду80 до Ду1800) являются универсальными — не зависят от среды измерения и диаметра трубопровода. Это также делает их эффективным инструментом диагностики состояния компрессорных, насосных и систем парораспределения, учитывая возможность монтажа/демонтажа расходомеров под давлением.

В расходомер Pro-V встроены режимы диагностики работы вычислителя (корректора) и проверки выходных аналоговых сигналов путем имитации работы сенсоров (скорости, давления и температуры). Это позволяет сравнить текущие показания с проектными показаниями прибора и проверить на месте работу встроенного вычислителя расходов.

#### Калибровка и поверка

Первоначальная калибровка расходомеров Pro-V производится на заводе-изготовителе, в процессе калибровки у расходомера определяется собственный уникальный коэффициент преобразования скорости потока в частоту образования вихрей, который остается неизменным в процессе всей жизни расходомера. Существует определенное отличие в калибровке и соответственно поверке полнопроходных и погружных расходомеров.

Поверка полнопроходных расходомеров серии M22 производится на проливных установках на воде или по воздуху на соответствующем поверяемому расходомеру диаметре установки (Ду15... Ду300). В принципе для полнопроходных вихревых расходомеров справедливо применение беспроливной поверки путем контроля геометрических параметров тела обтекания при  $Re > 10000$ . В этом случае К-фактор для вихревых расходомеров можно считать постоянным, и он не зависит от вида среды, то есть от того, газ это или жидкость.

Погружные расходомеры серии M23 могут поверяться на воде или по воздуху на любом диаметре стенда поверочной установки от Ду = 80 мм и выше (рис. 3). При проведении поверки достаточно в электронном блоке перенастроить расходомер на условия поверочного стенда. Универсальность погружного расходомера существенно упрощает организацию его поверки, которая доступна в любом метрологическом центре, вне зависимости от рабочих условий эксплуатации прибора.

Вместе с тем следует учитывать, что беспроливная методика поверки к погружным расходомерам неприменима.



Рис. 3. Поверка погружного расходомера серии M23

Погружной расходомер является зондовым устройством, измеряющим скорость потока в определенной точке. В зависимости от значения числа  $Re$  эпюра скоростей изменяется. При калибровке расходомер в зависимости от вычисленного значения  $Re$  выбирает соответствующий диаметру трубопровода профиль скоростей, хранящийся в памяти вычислителя, и определяет скорость в точке погружения прибора, а затем вычисляет среднюю скорость в данном сечении по известному профилю скоростей. Среднестатистическая калибровоч-

ная кривая коэффициентов преобразования датчика скорости записывается в памяти прибора и используется при рабочих измерениях.

#### Интеграция узлов учета и АСУ ТП с применением расходомеров Pro-V

Вихревые расходомеры Pro-V M22 (полнопроходная конструкция) и Pro-V M23 (погружная конструкция) благодаря встроенным датчикам скорости, температуры, давления и встроенному вычислителю-корректору обеспечивают измерение параметров теплоносителя (воды, пара) или газа в одной точке, что существенно снижает затраты на создание измерительного комплекса, упрощает монтажные работы, снижает риск утечек и погрешность измерения расхода.

Расходомеры Pro-V формируют на выходе:

- ▶ три назначаемых аналоговых выходных сигнала 4–20 мА;
- ▶ три назначаемых аварийных сигнала;
- ▶ числоимпульсный выходной сигнал накопленного расхода.

Эти выходы могут быть подключены к тепловычислителю или к узлу учета расхода газа, где данные будут обрабатываться и храниться в соответствии с принятыми правилами учета.

Одновременно измеренные и вычисленные значения могут переда-

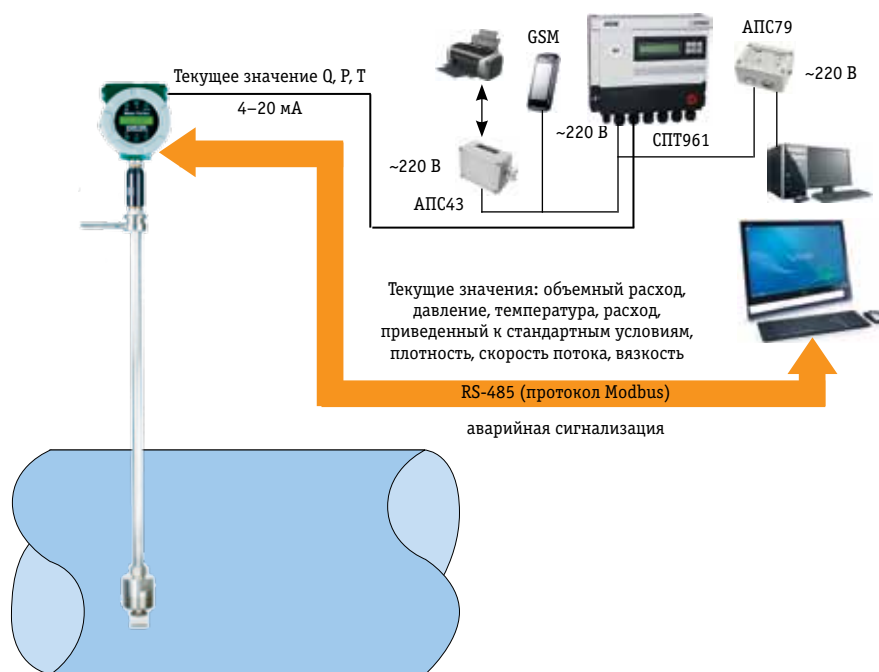


Рис. 4. Единый измерительный комплекс в узле учета и АСУ ТП

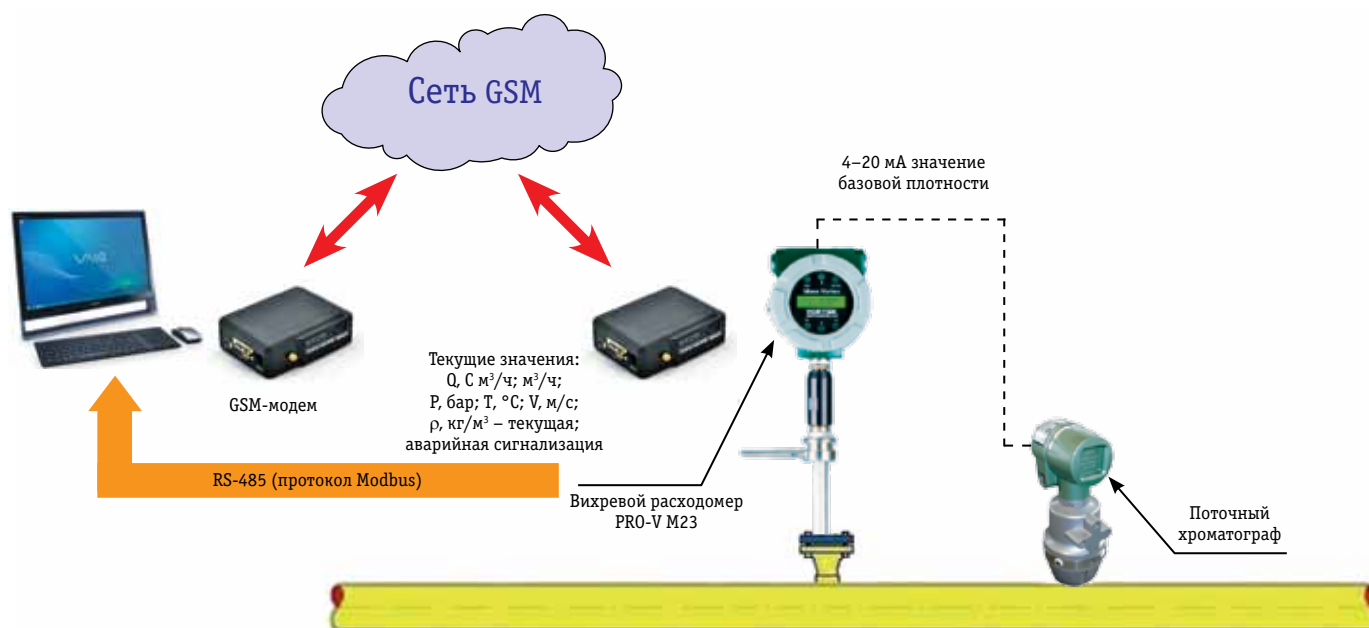


Рис. 5. Узел для измерения расходов газов, в том числе с изменяющимся составом (изменяющейся базовой плотностью)

ваться на удаленный диспетчерский центр АСУ ТП по витой паре в протоколе Modbus.

Конфигурация применения одного измерительного комплекса с расходомером Pro-V в узле учета и в АСУ ТП представлена на рис. 4.

Таким образом, в комплекте с вычислителями СПТ961.2 или УВП-280 расходомеры Pro-V формируют по аналоговым выходным каналам узлы коммерческого учета, а по цифровому интерфейсу RS-485 вся измеренная и вычисленная информация (средняя скорость потока, объемный расход при рабочих и стандартных условиях, массовый расход, накопленный расход, температура, давление, плотность, вязкость, число Рейнольдса) передается на удаленное рабочее место оператора АСУ ТП.

Дополнительный аналоговый вход Pro-V имеет ряд применений.

Подключение преобразователя температуры, установленного в обратном трубопроводе системы отопления, дает возможность использовать расходомер для измерения тепловой энергии и расходов теплоносителя в закрытых системах теплоснабжения.

Дополнительный аналоговый вход расходомеров Pro-V позволяет повысить эффективность расходомерных узлов природного газа и технических газов с изменяющейся базовой плотностью. Выходной аналоговый сигнал поточного плотносте-

ра (хроматографа), поданный на вход расходомера, позволяет вычислителю Pro-V выполнять прямую коррекцию массового расхода газа в зависимости от изменения его базовой плотности (рис. 5).

Один измерительный узел может использоваться для решения двух задач в двух различных системах. Это снижает затраты на оборудование, на монтаж измерительных узлов при автоматизации учета и управления, а также на их эксплуатацию.

#### Диагностика компрессорных, насосных и паровых систем

Энергоаудит является важным инструментом повышения энергетической эффективности любого предприятия. Он позволяет проанализировать использование энергетических и других (например, воды, воздуха, пара) ресурсов предприятия, их потребительскую стоимость, выявить места утечек и нерационального использования ресурсов, разработать обоснованную программу энергосберегающих мероприятий и проектов.

Погружные вихревые многопараметрические расходомеры Pro-V являются универсальными средствами измерений. Их калибровка в определенной степени не зависит от среды, диаметра трубопровода и диапазонов измерения.

Конструкция приборов с сальниковой камерой обеспечивает монтаж/демонтаж расходомеров под дав-

лением. Нет необходимости сливать воду или еще более дорогую жидкость перед первичной врезкой в трубопровод, а после установки полнопроходного отсечного крана, через который зонд расходомера опускается в трубопровод, появляется возможность использовать прибор многократно в различных точках распределительной трубопроводной сети.

Непрерывный инструментальный контроль с передачей по Интернету таких показателей, как расход, давление, температура, позволяют оценивать состояние оборудования в терминах текущего КПД, собирать данные для формирования и оценки трендов, на основе анализа которых возможно прогнозировать изменение ключевых параметров оборудования и планировать проведение ремонтных работ, модернизации или замены оборудования, а также оценивать балансы трубопроводных транспортных систем, обнаруживать утечки, контролировать потери и регулировать потоки.

Для проведения энергоаудита ООО «АППЭК-Сервис» выпускает программно-технический комплекс ДИАКОМ (рис. 6), включающий:

- ▶ многопараметрический расходомер Pro-V;
- ▶ блок сбора и передачи данных (автономный регистратор VL или устройство сбора, хранения и передачи данных по Интернету dataTaker);



Рис. 6. ПТК ДИАКОМ-V

► программное обеспечение обработки данных на удаленном компьютере.

ДИАКОМ имеет память от 10 млн записей и выше, что обеспечивает автономную регистрацию и хранение измеряемых параметров.

С регистратора VL данные считываются на подключаемый по USB-кабелю компьютер, а устройство dataTaker предлагает развитый набор функций ДИАКОМ по предварительной обработке данных, сигнализации и передаче информации по любым каналам связи по вызову пользователя.

Программное обеспечение ДИАКОМ обеспечивает визуализацию данных, построение графиков и трендов.

Применение погружного расходомера Pro-V M23 в составе ДИАКОМ отвечает требованиям мобильности измерительного комплекса, применяемого для трубопроводов диаметром от Ду80 до Ду1800 при давлениях среды до 64 бар и температурах от -200 до +400 °С соответственно.

ООО «АППЭК», г. Санкт-Петербург,  
тел.: (812) 640-4322,  
e-mail: [energycontrol@apeec.spb.ru](mailto:energycontrol@apeec.spb.ru),  
[www.energycontrol.spb.ru](http://www.energycontrol.spb.ru)



# ЭЛЕКТРО

26—29  
мая 2014



23-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ  
ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ,  
ПРОМЫШЛЕННАЯ СВЕТОТЕХНИКА»

[www.elektro-expo.ru](http://www.elektro-expo.ru)



ЛУЧШАЯ ВЫСТАВКА РОССИИ  
2011-2012 ГГ. ПО ТЕМАТИКЕ  
«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»\*



12+

Реклама

\*В соответствии с Общероссийским рейтингом выставок 2011-2012 года, составленным ТПП РФ и РСВЯ. Все выставки - участники рейтинга прошли независимый аудит своих статистических показателей в соответствии с международными правилами.

Организатор:

