

## ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЛИВНЫМ УСТАНОВКАМ ДЛЯ РАСХОДОМЕРОВ-СЧЕТЧИКОВ ВОДЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

В.П. Каргапольцев

В различных отраслях промышленности возникает необходимость в измерении расхода воды и различных растворов. Одна из проблем, возникающих при эксплуатации расходомеров-счетчиков – проведение периодической поверки для подтверждения характеристик приборов требованиям установленных норм точности. Для подтверждения требуемой точности необходимо обеспечение средств измерения расхода эталонной базой - проливными поверочными установками.

В последние годы номенклатура применяемых приборов учета объемного расхода жидкостей значительно расширилась как за счет освоения производства расходомеров отечественными производителями, так и за счет поставок из-за рубежа. Метрологическая база для их обслуживания в регионах, как правило, отсутствует. Существующие поверочные установки имеют низкий класс точности, невысокую производительность, не всегда позволяют провести поверку приборов, предназначенных для использования в составе информационно-измерительных систем.

Отсутствие специализированных поверочных установок приводит к тому, что приборы больших типоразмеров поверяются на пониженных расходах поверочной жидкости. Метрологические характеристики расходомеров при больших расходах считаются неизменными без достаточных обоснований. Поэтому учет расходов жидкостей далеко не всегда можно считать достоверным.

Основные требования, предъявляемые к проливным поверочным установкам, изложены в [ 1-6 ]:

- 1) универсальность. Большая номенклатура эксплуатируемых расходомеров приводит к необходимости контролировать следующие типы выходных сигналов: 0-10 В, 0(4)-5 (20) мА, 0-20000 Гц, RS 232 ( 485 ), «сухой контакт», «звездочка»; должна быть предусмотрена возможность визуального снятия показаний с счетчиков старых серий и ручной ввод их с клавиатуры компьютера; режимы «старт-стоп», «доза»;
- 2) высокий уровень автоматизации. Ручные операции должны быть сведены к установке первичного датчика на рабочий стол, подключению его выходных цепей к клеммнику установки. Затем задание на поверку ( количество поверочных расходов, их величины, объем жидкости на каждом расходе, количество проливок на каждом поверочном расходе, коэффициенты пересчета и др. ) должно вводиться с клавиатуры компьютера или выбирается из базы данных. После пуска процесса поверки установка должна в автоматическом режиме включить насос, настроиться на первый поверочный расход, стабилизировать его и начать поверку, пройдя в дальнейшем полный цикл проливки на всех поверочных расходах. В результате на экране компьютера должна формироваться в неизменяемом виде таблица с результатами поверки. При необходимости могут быть предусмотрены следующие опции: - голосовой информатор об этапах процесса поверки и ее результатах; - голосовое управление стартом и остановкой установки; - управление с сенсорного экрана промышленного компьютера; - реверс поверочной жидкости для поверки реверсивных расходомеров; - выносные энергонезависимые пульта оператора;
- 3) для исключения несанкционированного вмешательства в работу требуется создание различных уровней доступа к программному обеспечению установки - наличие паролей оператора, наладчика, поверителя ( вводом цифрового кода с клавиатуры, голосовым сигналом или считыванием отпечатка пальца );

- 4) в целях обеспечения безопасности персонала необходимо предусмотреть устройство «светофор» для сигнализации об аварийных ситуациях, наличие устройств защитного отключения;
- 5) металлоконструкции установок следует выполнять из нержавеющей стали. Это требование обусловлено наличием в датчиках поверяемых расходомеров остатков технологических жидкостей, приводящих к ускоренной коррозии металлоконструкций установки;
- 4) в установках должны быть предусмотрена встроенная постоянно действующая система водоочистки для устранения из воды различных примесей;
- 5) применение экономичных малошумящих циркуляционных насосов. Использование насосов общепромышленного исполнения недопустимо из-за создаваемого ими высокого уровня шума и вибрации, недопустимых в поверочных лабораториях;
- 6) применение эталонных расходомеров и тензодатчиков производства ведущих мировых производителей. Применение датчиков расхода отечественного производства в качестве эталонных проблематично из-за их нестабильности во времени ( в особенности на малых типоразмерах 6-10 мм ). Отечественные тензодатчики также нестабильны во времени из-за деформаций балки, вызванной неоднородностью структуры заготовки и общепромышленным способом механической обработки заготовки;
- 7) использование преобразователей частоты со встроенными фильтрами радиопомех и сетевыми дросселями для минимизации влияния электромагнитных помех на поверяемые приборы и элементы поверочной установки. Применение преобразователей частоты позволяет также решить еще одну проблему - исключить пульсации расхода жидкости, генерируемые насосами;
- 8) должна быть предусмотрена поверка всех встроенных эталонных средств измерений без их демонтажа с мест эксплуатации;
- 9) широкое распространение массовых расходомеров класса точности 0,15 % требует, чтобы класс точности установок был не хуже 0,05 %;
- 10) наиболее целесообразно иметь два способа поверки – объемный и массовый. Массовый метод ( статического взвешивания ) позволяет добиться более высокого класса точности. Применение весовых устройств является более предпочтительным по сравнению с мерными баками и по другим причинам: - мерные баки имеют ограниченную зону измерения ( горловина ) или низкую точность из-за больших диаметров; - весовое устройство имеет большой диапазон измерений, а его погрешность не зависит от конфигурации взвешиваемого сосуда; - поверка весового устройства достаточно проста, что позволяет автоматизировать процесс поверки и исключить субъективные ошибки оператора. Применение объемного метода поверки сличением показаний поверяемого и эталонного расходомера позволяет значительно уменьшить затраты времени на поверку, при этом для поверки самих эталонных расходомеров можно использовать встроенные в установку весы;
- 11) необходимо предусмотреть систему контроля наличия утечек воды из гидравлического тракта;
- 12) возможность обеспечения в гидравлическом тракте установки давления, предусмотренного методиками поверки на проливаемые расходомеры;

- 13) система деаэрации должна обеспечивать отделение воздуха, его удаление из гидравлического тракта. Следует предусмотреть в трубопроводах прозрачные участки для визуального контроля за наличием пузырьков воздуха в воде;
- 14) установки должны быть блочными ( изготовлены в заводских условиях ) и транспортабельны для обеспечения возможности перевозки к заказчику любым видом транспорта;
- 15) важным требованием является компактность установки для исключения значительных затрат на строительство новых помещений;
- 16) кроме необходимых технических характеристик проливная установка должна иметь современный дизайн и обеспечивать персоналу комфортные условия для работы.

Рассмотрим устройство объемно-массовой установки на примере сервисной проливной установки, разработанной и производимой ОКБ “Гидродинамика” (рис.1). Сервисная установка, исходя из своего назначения, должна обеспечивать поверку и настройку большого числа приборов различных типов, различных типоразмеров, имеющих различные выходные сигналы, и максимально обеспечивать потребности регионального сервисного (внедренческого) предприятия.



Рис. 1. Объемно-массовая установка

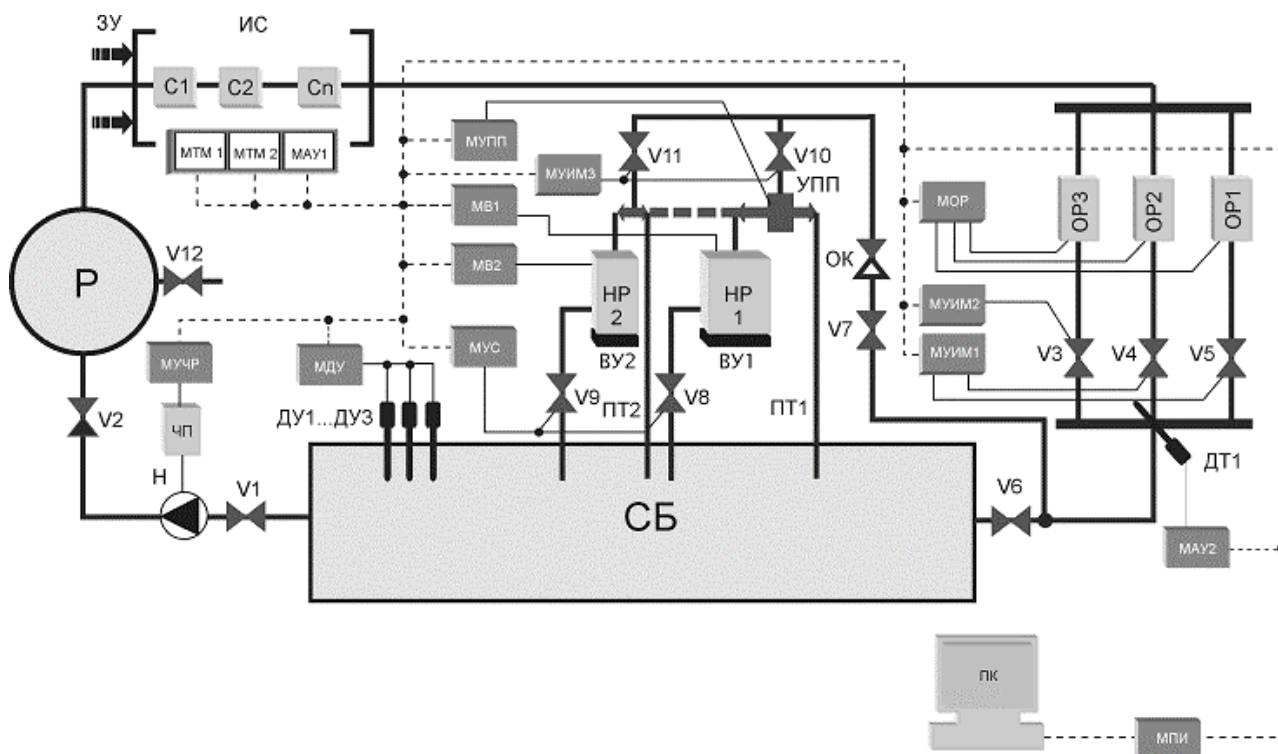


Рис. 2. Функциональная схема объемно-массовой установки

Установка состоит из следующих частей (рис. 2):

- система подготовки и хранения воды и устройства подачи воды – резервуар (СБ), ресивер (Р) с датчиком давления, циркуляционный насос (Н);
- трубная обвязка – измерительный участок с образцовыми расходомерами (ОР), комплект установочных приспособлений (ИС) для крепления поверяемых расходомеров, зажимное устройство (ЗУ);
- система взвешивания – устройство переключения потока (УПП) для мгновенного переключения направления потока воды в накопительные резервуары (НР), установленные на весовые устройства (ВУ) или пролетные трубы (ПТ);
- система управления – контроллер, силовой шкаф, система сбора и обработки информации.

Из резервуара вода забирается насосом через вентиль V1 и подается в ресивер. В ресивере происходит отделение взвешенного в воде воздуха, а также отфильтровываются пульсации потока воды. По выходу из ресивера поток воды проходит через поверяемые приборы C1, C2, ..., Cn, закрепляемые на рабочем столе зажимным устройством. Далее поток воды через образцовые расходомеры ОР1, ОР2 или ОР3 поступает либо в резервуар (при проверке методом сличения с ОР), либо через устройство переключения потока УПП в один из накопительных резервуаров НР1 или НР2 (при проверке массовым методом). В последнем случае вода после взвешивания накопительных резервуаров с водой на весовых устройствах ВУ1 или ВУ2 через клапаны V8 или V9 сливается в резервуар.

Регулирование расхода осуществляется управлением частотой вращения насоса при помощи преобразователя частоты.

Система сбора данных позволяет подключить до 8 поверяемых расходомеров с выходными сигналами типа: ток 0...20 мА; напряжение 0...10 В; “общий коллектор”; “геркон” или полупроводниковый ключ; “оптосъем” (“звездочка”). Такой широкий набор входных сигналов позволяет отнести установку к классу сервисных, позволяющих обеспечить проверкой максимальное число типов приборов.

Система управления обеспечивает подачу управляющих сигналов на преобразователь частоты вращения насоса, на приводы кранов V3, V4, V5 выбора образцового расходомера, на

соленоидные клапаны V8 и V9 слива воды из накопительных резервуаров НР1 и НР2, на электро- (пневно-) привод устройства переключения потока, на приводы V10 и V11 управления выбором весового устройства.

Процедура поверки методом сличения с показаниями образцовых расходомеров заключается в выполнении следующих операций.

1. Датчик (первичный преобразователь) поверяемого расходомера С1 устанавливаются на испытательный стенд. Для исключения подтекания воды уплотняют гидравлический тракт при помощи зажимного устройства. Выходные цепи вторичного преобразователя поверяемого расходомера С1 подключают к входным цепям контроллера проливной установки (аналоговые, частотные, импульсные).

2. С клавиатуры ПК формируют задание на поверку прибора (или выбирают из заранее сформированной БД по ранее поверенным приборам): число и величины поверочных расходов ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ); число повторов (проливов) на каждом поверочном расходе; минимальный объем жидкости (в литрах) на каждом поверочном расходе; допустимая погрешность стабилизации расхода; масштабный коэффициент выходного сигнала поверяемого прибора (л/импульс).

3. После завершения формирования задания на поверку с клавиатуры ПК производится старт поверки. При помощи частотного привода установка производит автоматическую настройку на первый поверочный расход, после стабилизации расхода в пределах заданной погрешности запускается счет импульсов с поверяемого и эталонного прибора. После завершения проливки результаты счета записываются в память ПК. Производится автоматическая настройка на следующий поверочный расход и т.д. В процессе поверки автоматически производится выбор необходимого (по поверочному расходу) образцового расходомера и переключение кранов с электроприводами V3, V4, V5. По завершении цикла поверки на экране ПК формируется таблица с результатами проливов и рассчитанными величинами погрешностей поверяемых приборов. Одновременно возможно проведение поверки до 8 расходомеров одного типоразмера с одинаковыми типами выходных сигналов.

Процедура поверки весовым методом заключается в сравнении показаний поверяемых расходомеров с показаниями весовых устройств. Сигналы “старт” и “финиш” счета импульсов с поверяемых расходомеров формируются фотодатчиком и “флажком”, сблокированным с соплом устройства переключения потока. До сигнала “старт” поток жидкости через устройство переключения потока и пролетную трубу сливается в резервуар. По сигналу “старт” происходит “взвешивание пустой тары” на весовом устройстве, затем мгновенный переброс потока жидкости в накопительный резервуар. По сигналу “финиш” происходит обратный переброс потока жидкости на слив в пролетную трубу и резервуар. После успокоения колебаний накопительного резервуара с жидкостью происходит его взвешивание на весовом устройстве, затем срабатывает соленоидный клапан V8 (V9) для слива воды в резервуар, определяется чистый вес жидкости без учета “тары”. После завершения поверки на экран ПК выводятся показания поверяемых расходомеров С, объем по весам (пересчитанный из веса), а также погрешности поверяемых расходомеров.

Класс точности установки определяется классом точности весового устройства. В рассматриваемом случае класс точности весов, подтвержденный испытаниями для целей утверждения типа, составил 0,05. Это дает следующие возможности:

- поверять весовым методом расходомеры класса точности 0,15. По общепринятой системе погрешность эталона должна быть не менее чем в три раза меньше, чем у поверяемого средства измерения);

- при поверке встроенных в установку эталонных расходомеров приписать им класс точности 0,15;

- поверять методом сличения расходомеры класса точности 0,5 (так как  $0,15 \cdot 3 = 0,45$ ) и более грубые, т.е. практически все рабочие средства измерений.

В сообщениях средств массовой информации часто упоминается о строительстве в том или ином регионе проливных установок. Однако количество установок, внесенных в государственный реестр средств измерений РФ невелико (с ним можно ознакомиться в журнале

Госстандарта РФ «Мир измерений» ). В ряде случаев на местном уровне вместо испытаний для целей утверждения типа средства измерения ( проливной установки ) проводится его метрологическая аттестация, что является нарушением федерального закона «Об обеспечении единства измерений», в котором понятие «метрологическая аттестация средства измерения» отсутствует.

Необходимо отметить, что:

- 1) с 6 сентября 1997 г. ГОСТ 8.326-89 «Метрологическая аттестация средств измерений» прекратил свое действие на территории РФ. Все работы по испытаниям и утверждению типа средств измерений должны базироваться на Правилах по метрологии ПР 50.2.009-94 «Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений» с последующим внесением в госреестр и выдачей сертификата Госстандарта РФ;
- 2) с 6 сентября 1997 г. органы государственной метрологической службы не вправе выдавать свидетельства о метрологической аттестации средств измерений;
- 3) средства измерений ( проливные установки ), имеющие свидетельства о метрологической аттестации, выданные после 6 сентября 1997 г., не могут применяться в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

### Список литературы.

1. Абрамов Г.С., Барычев А.В., Зимин М.И. Практическая расходомерия в промышленности – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2000.

2. Анчишкин А.С. и др. Установка УППР-500 ЗАО НПО «Промприбор» ( опыт создания и эксплуатации ) – Совершенствование измерений расхода, регулирование и коммерческий учет энергоносителей: Труды 3-го Международного научно-практического форума. – СПб.: Борей-Арт, 2003.

3. Кузник И.В., Брюханов В.А. Регламентация требований к установкам для поверки преобразователей расхода, расходомеров, водосчетчиков – Коммерческий учет энергоносителей: Труды 17-й международной научно-практической конференции. – СПб.: Борей-Арт, 2003.

4. Бикинцев И.В., Каргапольцев В.П., Кукаркин Ю.В., Буланов С.Л. Метрологическое обеспечение расходомеров-счетчиков воды и технологических жидкостей. – Промышленная энергетика, 2003, № 8.

5. Лачков В.И., Чугунов О.Б. К вопросу о методах поверки расходомеров - Совершенствование измерений расхода, регулирование и коммерческий учет энергоносителей: Труды 3-го Международного научно-практического форума. – СПб.: Борей-Арт, 2003.

6. Ещенко С.Н., Минаков А.А., Митин А.А. К вопросу о сопоставимости результатов поверок водосчетчиков, полученных на различных поверочных установках - Коммерческий учет энергоносителей: Труды 17-й международной научно-практической конференции. – СПб.: Борей-Арт, 2003.

Сведения об авторе:

Каргапольцев Василий Петрович, начальник лаборатории теплоэнергоресурсов Кировского ЦСМ, 610035 г.Киров, ул.Попова,9, тел. (8332) 63-11-45, [vasiliy20012001@mail.ru](mailto:vasiliy20012001@mail.ru).