

УДК: 65.011.56

DOI 10.21661/r-557489

Г.А. Руднев, Е.С. Котов

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЛИВНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ УСТАНОВКИ УПП-50

Аннотация: целью статьи является описание экспериментально-исследовательской работы, направленной на создание автоматизированной системы управления УПП-50. Автором рассмотрены недостатки существующей системы, составлены требования к разрабатываемой системе и предложены проектные решения по ее модернизации.

Ключевые слова: проливная установка, поверка, система управления, проектирование, схема автоматизации, расходомер.

Введение

Согласно пункту 1 статьи 8 Закона Республики Казахстан Об энергосбережении и повышении энергоэффективности, в проектах строительства объектов, потребляющих энергетические и водные ресурсы, предусматривается обязательное использование энергосберегающих материалов, установка приборов учета энергетических и водных ресурсов, автоматизированных систем регулирования теплопотребления. В проектах многоквартирных жилых домов предусматриваются обязательное использование энергосберегающих материалов, установка общедомовых приборов учета тепловой энергии и воды, поквартирных приборов учета электрической энергии, холодной и горячей воды, газа, а также приборов-регуляторов в отопительных системах, автоматизированных систем регулирования теплопотребления [1], таким образом, в последние годы в РК стремительно увеличивается количество приборов для коммерческого учета в области ЖКХ.

Теплопотребляющие установки потребителей обеспечиваются необходимыми приборами коммерческого учета для расчетов за тепловую энергию с энергоснабжающей организацией.

Для учета тепловой энергии используются приборы коммерческого учета, типы которых внесены в Реестр государственной системы обеспечения единства измерений, которые имеют документы о первичной или периодической поверке средств измерений [2]. Приборы должны периодически проходить поверку для подтверждения соответствия характеристик требованиям установленным норм точности.

Учитывая активное внедрение электронных приборов коммерческого учета воды, необходимо заниматься развитием лабораторий и мастерских для их обслуживания, ремонта, поверки, и подготовкой специалистов данного профиля [3]. Предприятие ПК «Омега-2» в г. Караганда является одним из немногих в регионе, которое оказывает вышеперечисленный спектр услуг и имеет сертифицированную установку для поверки средств измерений расхода. Установка имеет ряд недостатков, и нуждается в модернизации.

В данной статье рассматривается вопрос разработки автоматизированной системы проливной установки для поверки расходомеров, используемых для коммерческого учета воды.

Описание объекта исследования и технологического процесса.

Общие сведения

Поверка средств измерений – совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений обязательным метрологическим требованиям [4].

Поверка приборов коммерческого учета осуществляется в соответствии с Правилами проведения поверки средств измерений, установления периодичности поверки средств измерений и формы сертификата о поверке средств измерений, утвержденными приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года №934 (зарегистрирован в Реестре государственной регистрации нормативных правовых актов за №18094).

Поверку приборов коммерческого учета осуществляют специализированные организации, аккредитованные в соответствии с Законом Республики Казахстан «Об аккредитации в области оценки соответствия» [5].

Наиболее простым методом поверки является сличение показаний поверяемого расходомера с показаниями эталонных расходомеров, имеющих точность выше, чем точность поверяемого [6].

Установка поверочная проливная УПП-50, эксплуатируемая на предприятии ПК «Омега-2», предназначена для настройки, калибровки, поверки сличением и других работ по определению метрологических и технических характеристик расходомеров, расходомеров-счетчиков, счетчиков, преобразователей расхода жидкости различного типа и назначения с диаметрами условного прохода от 15 до 50 мм в диапазоне расходов от 0,02 до 40 м³/ч.

Метрологические и технические характеристики:

- диапазон воспроизводимых расходов от 0,02 до 40 м³/ч;
 - диаметр условного прохода поверяемых средств измерений от 15 до 50 мм;
 - пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема при использовании метода непосредственного сличения $\pm 0,3\%$;
 - отклонение установившегося значения расхода от заданного не более $\pm 1,0\%$;
 - рабочая температура воды от 10 до 30°С;
 - максимальная частота следования импульсов числоимпульсных выходных сигналов поверяемых средств измерений не более 1000 Гц;
 - пределы допускаемой относительной погрешности передачи показаний поверяемых счетчиков и преобразователей расхода с числоимпульсным выходом $\pm 0,02\%$;
 - максимальное количество одновременно поверяемых средств измерений до 2 шт.
 - напряжение питания 380 (+10–15%) В частотой 50 ± 1 Гц;
 - потребляемая мощность не более 6 кВт;
 - рабочие условия эксплуатации:
 - 1) температура окружающего воздуха 20 ± 5 °С;
 - 2) атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
 - 3) относительная влажность от 30 до 80%;
- Устройство установки (основные блоки):

- накопительный бак-резервуар для хранения и деаэрации рабочей жидкости;
- насосы с регулируемым электроприводом;
- ресивер для деаэрации и обеспечения стабильности расхода жидкости;
- эталонные расходомеры;
- рабочий стол с испытательными участками для поверяемых приборов;
- рабочее место оператора;
- измерительный аппаратно-программный комплекс;
- трубопроводная обвязка с запорной арматурой;

Описание проливной поверочной установки УПП-50 и процесса поверки

На рисунке 1 представлена технологическая схема проливной установки.

Принцип действия установки основан на сравнении результатов измерения объема жидкости, прошедшей через поверяемое средство измерений в течение заданного интервала времени с результатами измерений этого же объема жидкости, измеренного эталонным средством измерений. Стоит отметить, что основной задачей системы управления и механики установки поверки расходомеров жидкости является не абсолютное устранение погрешности при проведении эксперимента, но получение достаточной повторяемости полученных результатов в ходе выполнения цикла измерений [7].

Вода из бака подается насосами PU1-PU2 в ресивер для деаэрации и обеспечения стабильности расхода жидкости, затем проходит через один из эталонных расходомеров, два поверяемых расходомера, и возвращается в бак. Вода непрерывно циркулирует по описанному контуру.

Расходомеры 3а, 3б, в зависимости от диаметра, поверяются на разных расходах, для этого установка включает в себя 3 эталонных расходомера, 2 насоса и 5 ручных кранов. Шаровыми кранами VL1-VL3 выбирается эталонный расходомер 2а-2в, номинальный диапазон измерения которого ближе всего к текущему поверочному расходу, другие 2 отсекаются. Балансировочными кранами VL4, VL5 задается нужный расход. Насосы имеют разную производительность, и выбираются оператором в зависимости от нужного расхода. С помощью датчика дав-

ления 1а и преобразователя частоты в системе поддерживается постоянное давление. Каждый расходомер поверяется на трех расходах. Для разных приборов установлены свои допуски по относительной погрешности измерений, как правило, они составляют не более 2% на среднем и большом расходах и не более 5% на малом. По итогам трех измерений формируется акт о поверке с заключением о пригодности к дальнейшей эксплуатации, либо, если на данный тип прибора у фирмы есть лицензия на проведение калибровки, калибруется и снова поверяется на 3х расходах (при необходимости повторяется).

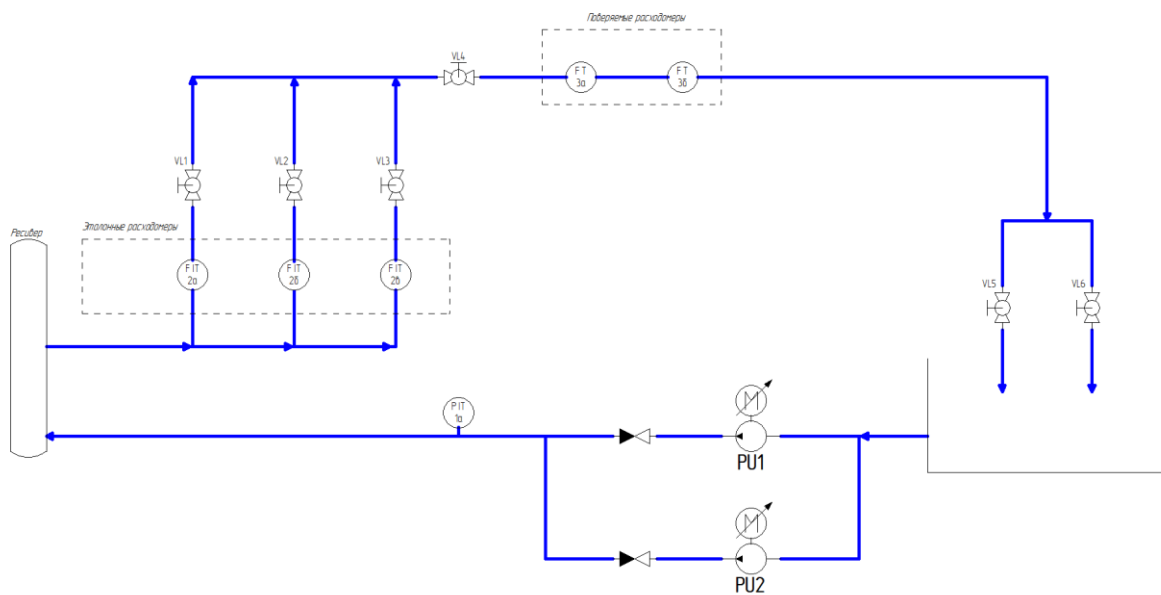


Рис. 1. Технологическая схема проливной установки



Рис. 2. Внешний вид УПП-50

Недостатки существующей установки

В процессе эксплуатации были выявлены следующие недостатки УПП-50:

1. Оператору-поверителю вручную приходится выставлять заданный расход с помощью многооборотных балансировочных кранов, при этом скорость установки расхода зависит от опыта оператора.

2. Так как для каждого поверочного расхода необходимо производить поверку на трех расходах, оператору нужно периодически проверять текущий статус поверки и в течение одной проливки трижды выставлять расход, при этом данные по поверочным расходам оператору нужно брать из методики по поверке к средству измерения.

3. Отсутствует как таковая система управления и диагностики, есть только программы поверки и калибровки расходомеров.

Таким образом, на текущий момент установка имеет низкий уровень автоматизации, большинство операций выполняется вручную, что увеличивает вероятность ошибки при поверке. Повышение уровня автоматизации позволит снизить время поверки, количество ошибок оператора-метролога, и позволит в освободившееся время оператору заниматься другой работой.

Для устранения вышеперечисленных недостатков предлагается разработать автоматизированную систему управления (АСУ) на базе программируемого логического контроллера (ПЛК) и SCADA системы.

Требования к системе управления

Разрабатываемая система управления должна удовлетворять следующим требованиям:

- возможность поверки расходомеров с импульсным выходом и через интерфейс RS-485 (необходимость в других интерфейсах отсутствует, так как установка предназначена для поверки расходомеров, применяемых в области ЖКХ, которые имеют импульсный или частотный выход);

- возможность работы в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах;

- в автоматическом режиме установка должна выходить на поверочный расход путем управления клапанами и насосами, затем по завершении поверки на первом поверочном расходе переходить на следующий. Останавливать установку при неудовлетворительном результате поверки на текущем расходе и при завершении поверки на всех расходах. Поверочные расходы, минимальный объем воды, проходящий через поверяемый прибор, выбираются автоматически из базы данных, оператор должен указать только модель прибора, серийный номер, диаметр и вес импульса, (для данных параметров также должен быть предусмотрен свободный ввод);

- в отличие от автоматического, в полуавтоматическом режиме расход задается оператором с автоматизированного рабочего места (АРМ), процесс поверки на каждом расходе запускает также оператор;

- в ручном режиме оператор задает расходы с помощью ручных приводов на запорно-регулирующей арматуре и запускает процесс поверки на каждом расходе;

- точность задания поверочных расходов не должна превышать $\pm 10\%$.

- наличие визуализации процесса поверки с графическим изображением технологической схемы, отображающей текущие показания расходов, давления, состояния запорно-регулирующей аппаратуры, насосов, показания счетчиков импульсов;

- наличие базы данных приборов со значениями поверочных расходов с возможностью редактирования;

- возможность тестирования установки (проверка работоспособности средств управления: затворов (шаровых кранов) с электроприводом, частотного преобразователя, средств измерений, входящих в состав установки);

- унификация системы визуализации. Для возможности использовать в качестве инструмента графического интерфейса не только графический клиент SCADA системы, а любое устройство, имеющее в составе программного обеспечения интернет-браузер, в том числе смартфоны и планшеты;

- формирование аварийных и предупредительных диагностических сообщений, таких как неисправности преобразователя частоты, ошибки связи с приборами, несоответствие текущего расхода типоразмеру выбранного эталонного расходомера;

- ведение учета моточасов работы насосов;

- по результатам поверки формирование отчета-протокола с указанием параметров прибора, погрешности измерения на всех расходах и серийным номером средства измерения.

Проектирование системы управления

Согласно вышперечисленным требованиям, была разработана функциональная схема автоматизации (рисунок 3). Все ручные краны (VL1...6) заменены кранами с электроприводом. Для кранов VL1...3, с помощью которых выбирается нужный эталонный расходомер, используется двухпозиционное управление

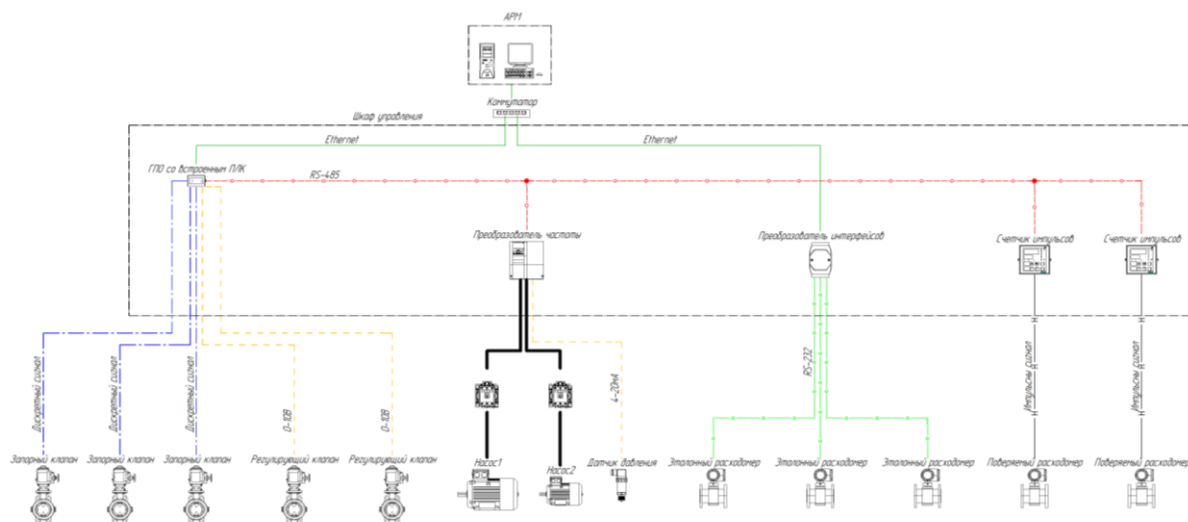


Рис. 4. Структурная схема комплекса технических средств

На верхнем уровне происходит визуализация процесса, архивирование данных, формирование отчетов о поверке, диагностика текущего состояния установки. Верхний уровень АСУ ТП реализуется на базе АРМ.

Средний уровень представлен программируемым логическим контроллером с панелью оператора.

Нижний (полевой) уровень состоит из эталонных и поверяемых расходомеров и вторичных преобразователей, датчика давления, насосов, клапанов и электропривода.

Визуализация процесса

На рис. 5 отображено окно мнемосхемы УПП-50. В качестве SCADA системы выбрана MasterSCADA 4D компании ИнСАТ.

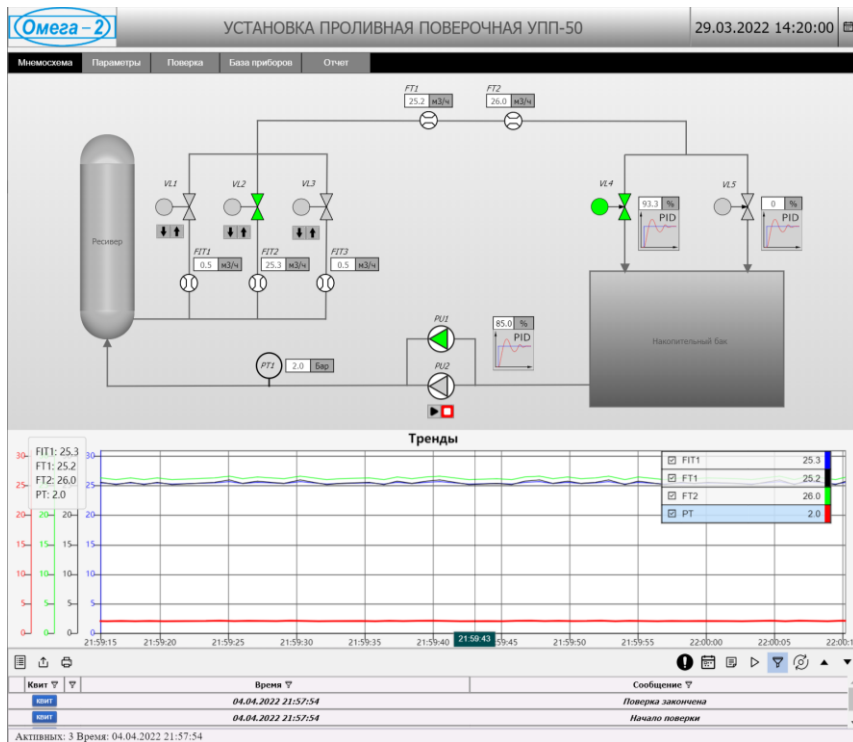


Рис. 5. Окно мнемосхемы

Результаты

Разработана автоматизированная система управления с применением серийных решений, унифицированных сигналов, отвечающая заявленным требованиям.

Заключение

В условиях растущего спроса на услуги по поверке, калибровке, ремонту и сервисному обслуживанию расходомеров воды, обладание автоматизированной установки дает преимущества перед малочисленными в регионе конкурентами, позволяя производить поверку с минимизацией человеческого фактора и в более короткий срок.

Список литературы

1. Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года №541-IV «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности». – Ст. 8.
2. Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 18 декабря 2014 года №211. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 12 февраля 2015 года №10234 «Об утверждении Правил пользования тепловой энергией». – П. 25.

3. Каргапольцев В.П. Требования к проливным установкам для расходомеров-счетчиков воды и технологических жидкостей // Нефтегазпромышленный инжиниринг. – 2004. – №3. – С. 1.

4. Закон Республики Казахстан от 7 июня 2000 года №53-ІІ «Об обеспечении единства измерений». – Ст. 1. П.12–1.

5. Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 18 декабря 2014 года №211. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 12 февраля 2015 года №10234 «Об утверждении Правил пользования тепловой энергией». – П. 25.

6. Реут О.П. Поверка средств теплотехнических измерений часть 3. Поверка средств измерений расхода: учебно-методическое пособие для руководителей и специалистов метрологических служб предприятий и организаций, слушателей курсов повышения квалификации и студентов технических вузов / О.П. Реут, В.Л. Гуревич, Н.Е. Мартынов [и др.]. – Минск, 2017. – 25 с.

7. Липин А.В. Разработка установок поверки расходомеров жидкости широкого диапазона измерений / А.В. Липин, В.П. Бунин, Г.А. Липина // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – №1. – 134 с.

Руднев Георгий Александрович – бакалавр, магистрант Карагандинского государственного технического университета, Караганда, Республика Казахстан.

Научный руководитель **Котов Евгений Сергеевич** – доктор технических наук, старший преподаватель Карагандинского технического университета, Караганда, Республика Казахстан.
