

Система автоматизации АГЗС нового поколения

Александр Летунский,

главный инженер ЗАО «ЭЛСИ ПЛЮС», руководитель проекта

Виктор Терешин,

генеральный директор ЗАО «Техносенсор»

На протяжении всей истории автогазопроводной отрасли одним из главных факторов, ограничивающих возможности бизнеса, были принципиальные трудности при учете СУГ на АГЗС. Компании, реализующие СУГ, из-за низкой точности учета терпели (и продолжают терпеть) потери, масштабы которых просто недопустимы в других сферах торгово-коммерческой деятельности.

Однако комплексный научный подход и отказ от стереотипов дали качественно новый результат: проблема учета СУГ получила решение, по своей точности соответствующее требованиям к коммерческому учету бензина. Подтверждая теорию, практика внедрения показывает снижение погрешности комплексного учета движения СУГ до величин порядка 1-2% массы. При этом точностные возможности АГЗС улучшаются в 3-8 раз [1]. Так как сокращение объема потерь соизмеримо с размером прибыли, перед автогазопроводным бизнесом открываются новые возможности и перспективы.

Прорыв в области учета СУГ произошел благодаря объединению усилий и результатов многолетней работы двух организаций – ЗАО «Техносенсор» и ЗАО «ЭЛСИ ПЛЮС». Первой принадлежит разработка измерительной системы СУ-5Д с уникальными датчиками уровня и плотности СУГ ДЖС-7 [2], а второй – система управления АГЗС (МТАЗС) «Нефтосервер-3» с реализованной в ней методикой комплексного учета приема, хранения и отпуску СУГ в единицах объема и массы [3].

Состояние проблемы учета СУГ на АГЗС

Многие годы производители оборудования и проектировщики АГЗС (а

часто и сами заказчики) для учета СУГ использовали решения, успешно применяемые в других областях (в частности, на АЗС), и адаптировали их к работе в условиях АГЗС. Такой подход, в первую очередь, был следствием отсутствия научного обеспечения разработок, роль которого в сфере СУГ оказалась на порядок важнее, чем в сфере традиционных нефтепродуктов. В результате – широкое распространение на АГЗС не вполне адекватных базовых решений (как отечественных, так и зарубежных), низкий уровень системной интеграции, принципиальные ограничения точностных возможностей проектов (в том числе комплектно-модульных АГЗС) и, как следствие, неудовлетворительное качество учета СУГ, несмотря на применение качественного дорогостоящего оборудования.

Высокоэффективные комплексные решения, отвечающие современным требованиям к коммерческому учету и обеспечившие существенное снижение потерь СУГ на АГЗС, начали внедряться лишь в последние несколько лет. Это были разработки ЗАО «ЭЛСИ ПЛЮС» и ЗАО «Техносенсор».

Учет реализации СУГ

В настоящее время на большинстве действующих АГЗС работают колонки или счетные установки с объемными счетчиками, позволяющие вести учет реализации СУГ в литрах. При этом, согласно теории [1], при погрешности колонки 1% и знании соотношения пропана и бутана с точностью до 10% действительная погрешность учета реализации составляет 6-12%, в зависимости от температуры и состава СУГ.

При использовании колонок со встроенной температурной коррекцией погрешность в идеале снижается до 3-5% (если состав СУГ задается с точностью до 10%), однако на практике такие колонки метрологически небезупречны (состав СУГ не измеряется, а выставляется вручную) и вызывают недоверие у клиентов (при заполнении одного объема в разных условиях показания расходятся, причем клиент не имеет возможностей проверки). Последний недостаток, наносящий реальный ущерб бизнесу, присущ также встречающимся на АГЗС измерителям массы проходящего потока.

Решение, объединяющее преимущества расчета с клиентами за истинные литры и внутреннего учета реализации в килограммах, и при этом не требующее изменений проекта АГЗС, – внешняя температурная коррекция [1].

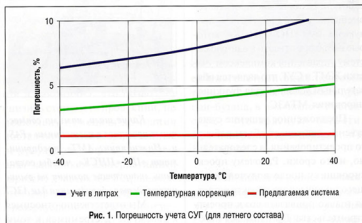


Рис. 1. Погрешность учета СУГ (для летнего состава)



Данное решение было разработано и внедрено ЗАО «ЭЛСИ ПЛЮС» на нескольких десятках АГЗС и показало наибольшую эффективность. Однако сегодня система внешней температурной коррекции уже уступает место более совершенной системе учета реализации с установкой проточного плотнoмера. При этом не только значительно улучшается точность учета и полностью исключается человеческий фактор, но и появляется возможность измерения фактического значения процента пропана в СУГ на основании измеренных значений плотности и температуры. Плотномером, устанавливаемым на раздаточном шланге, можно легко оснастить колонку любого типа. Расчет массы СУГ, регистрация и отображение измерительной информации при этом осуществляются компьютером системы управления АГЗС. Сравнить точностные возможности различных методов учета можно с помощью графиков, приведенных на рис.1.

В настоящее время заводом «Промприбор» (г. Ливны) при поддержке ЗАО «ЭЛСИ ПЛЮС» и ЗАО «Техносенсор» ведутся работы по созданию газонаполнительной колонки со встроенным плотномером. Эта колонка призвана стать первым самодостаточным средством корректного и высокоточного учета реализации СУГ, измеряющим как объем, так и массу отпущенного СУГ и контролирующим качество отпущаемого топлива. Есть все основания полагать, что по мере повышения общего уровня знаний и технической культуры в отрасли, к подобному решению придут и другие ведущие производители газонаполнительного оборудования, в том числе зарубежные.

Учет СУГ в резервуарах

Большинство эксплуатируемых сегодня резервуаров не оснащено средствами измерения. На многих установках грубые технологические указатели уровня, что дает шанс установить вместо них датчики современной измерительной системы.

В последнее время на АГЗС стали более широко внедряться системы измерения уровня СУГ в резервуарах, предназначенные для учета фактических поступлений и остатков.

Решающее значение для правильного учета СУГ имеет выбор принци-

па действия уровнемера. Так как принцип действия во многом определяет стабильность работы и достоверность показаний прибора в процессе эксплуатации, он должен в наибольшей степени соответствовать специфике СУГ, как рабочей среды с высокой турбулентностью, относительно большой плотностью паровой фазы и «размыванием» границы жидкой и паровой фаз при изменении параметров состояния, сопровождающегося вскипанием или конденсацией. В связи с этим получившие сегодня широкое распространение приборы, достаточно точно измеряющие уровень жидкости (поплавок, радарные, ультразвуковые и др.), далеко не всегда дают информацию, адекватную действительному количеству СУГ в резервуаре. Намного корректнее работают с СУГ приборы, измеряющие уровень суммарного конденсированного слоя (жидкая фаза плюс конденсированная паровая фаза). Из серийно выпускаемого оборудования на таком уровне относятся уровнемеры гидростатического и емкостного типов. По соображениям точности и надежности применительно к реальным условиям АГЗС целесообразно отдать предпочтение высокочастотным емкостным уровнемерам, называемым иногда также радиоволновыми.

Использование объемных методов учета, положительно зарекомендовавших себя при работе с бензином, на АГЗС не в состоянии дать хорошие результаты. Теория показывает, что даже при абсолютной точности измерений объема СУГ погрешность учета не может быть менее 3-5% с температурной поправкой и 5-11% без учета температуры. Для реального снижения погрешности учета СУГ в резервуарах менее 1% необходимо не только использовать адекватный уровнемер, но и с достаточной точностью измерять плотность СУГ.

Измерение плотности СУГ

До сих пор измерение плотности СУГ на АГЗС — большая редкость. Тем не менее, на рынке оборудования для АГЗС представлено несколько решений, реализующих различные методы измерения плотности.

Простейшим способом измерения плотности является использование об-разцового мерника и весов. При ис-

пользовании весов с погрешностью ± 50 г и 10-литрового мерника с погрешностью $\pm 0,01$ л (или менее) погрешность расчета плотности составит около $\pm 2\%$. Процесс измерения не поддается полной автоматизации и практически не защищен от человеческого фактора.

Использование плотномеров дает качественно лучшие результаты. Существуют плотномеры погружного типа для установки в резервуар и проточного типа для установки в трубопроводах.

По принципу действия предлагаются вибрационные, кориолисовые, поплавковые и емкостные плотномеры для СУГ. Все плотномеры из перечисленных, кроме емкостного, предполагают наличие механических колебаний или перемещений элементов приборов. Такие приборы чувствительны к чистоте СУГ, к налипию и срыву паровых пузырьков СУГ (существенное неконтролируемое изменение присоединенной массы, искажающее показания), нуждаются в частом техническом обслуживании, имеют не всегда приемлемые массогабаритные характеристики.

Этих недостатков лишены радиоволновые плотномеры. Для измерений плотности СУГ наибольший интерес представляет высокочастотный емкостной (радиоволновой) метод, обеспечивающий, кроме прочего, наивысшую точность измерений. Датчики такого типа разработаны ЗАО «Техносенсор» и успешно эксплуатируются на объектах автогазозаправочной сферы [2].

Комплексный учет СУГ

Комплексный учет СУГ — важная часть бизнес-процесса АГЗС, объединяющая измерительные и учетные данные, сформированные различными способами на стадиях приема, хранения и отпуска, в целях точного и оперативного сведения баланса СУГ с определением фактических и книжных остатков, излишков и недостач.

В то же время комплексный учет СУГ — наиболее слабая и уязвимая часть бизнес-процесса, так как вместе с измерительными и учетными данными здесь накапливаются и проявляются все недостатки информационной структуры АГЗС, часто скрытые на отдельных стадиях учета.

Точность и оперативность комплексного учета напрямую зависят от средств измерений, используемых на каждой стадии торгово-технологического цикла, от особенностей технологической системы, от применяемых методик расчетов, от степени автоматизации процессов измерений, ввода и обработки данных. Комплексный учет СУГ требует приведения всех данных к принятому, хранимому и отпущенному СУГ к единой корректной мере учета — килограмму или связанной с ним величине — так называемому *приведенному литру* (пересчитанному от реальных условий к стандартным), для чего требуются, как минимум, данные о фактической *плотности* СУГ или о *температуре и составе* СУГ [4].

Некоторые АГЗС и МТАЗС оснащены системами управления, ведущими учет СУГ в литрах. Такие системы весьма просты, так как напрямую используют «литровые» данные колонок и уровнемеров. Но из-за погрешностей, возникающих при этом в каждом из звеньев учета, результирующая погрешность учета СУГ может легко превысить 10%.

На сегодняшний день комплексный учет СУГ, приближающийся по точности к коммерческому учету нефтепродуктов, реализован лишь на тех нескольких десятках АГЗС, где были установлены разработанные ЗАО «ЭЛСИ ПЛЮС» комплексы «Нефтосервер-3» с системой внешней температурной коррекции и параллельным учетом СУГ в литрах и килограммах. А на смену им уже пришли системы следующего поколения, соответствующие уровню систем коммерческого учета нефтепродуктов.

Особенности системы автоматизации АГЗС нового поколения.

Принципы построения системы

Система разрабатывалась в рамках концепции АГЗС как единой информационно-измерительной и торгово-технологической системы. Концепция позволяла создать на базе основных проектных решений и оборудования АГЗС систему, оптимальную по результирующей погрешности учета СУГ и структуре рабочего цикла. При этом во главу угла ставится максимальное со-

ответствие оборудования специфике СУГ, его безупречная надежность, требуемая информативность и простота взаимодействия.

Основные принципы учета СУГ

Совокупность коммерческих требований и физических свойств СУГ определила следующие принципы учета СУГ:

1. *Истинной мерой количества СУГ является килограмм.* Масса СУГ остается постоянной при изменении условий (температуры, давления) и зависит только от количества и типа молекул.

2. *Но заправка автомобилей производится в литрах.* В пользу литров — более привлекательный формат цены, широкое распространение колонок с объемными счетчиками, независимость показаний от погоды при заправке пустого баллона (баллон имеет постоянный объем).

3. *Автоматический пересчет в массу* любого измеренного объема на основе данных о реальной плотности в текущий момент времени — расчет истинного количества вещества в данном объеме при данных условиях.

4. Для данных выручки суммируются реализованные литры, а для точного учета рассчитывается *баланс СУГ в килограммах*. По итогам смены выдается фактическое значение средней плотности. Баланс в килограммах не зависит от непрерывно меняющихся параметров и человеческого фактора и поэтому всегда автоматически сходится (с точностью до погрешности измерений).

Эти принципы, хорошо зарекомендовавшие себя в разработанных ранее системах «ЭЛСИ ПЛЮС», в полную силу проявляют свой эффект в системе нового поколения с плотномерами ЗАО «Техносенсор», благодаря высокой точности расчета массы.

Основные качества новой системы

Главный достигнутый результат — *высокая точность комплексного учета СУГ на АГЗС*: погрешность 1-2% по массе при нынешнем уровне техники близка к теоретическому пределу [1], [4]. Теперь основным источником погрешности в общей цепи учета стала газонаполнительная колонка.

Система объединяет все звенья учета СУГ от приема до продажи клиенту,

обеспечивает *полноценный коммерческий учет СУГ и предотвращает потери 2-10% газа*, проходящего через АГЗС.

Новая уникальная возможность, предоставляемая системой, — *определенные соотношения пропана и бутана в СУГ непосредственно во время приема, хранения и отпуска СУГ*. Это действенный инструмент контроля качества топлива, предупреждения злоупотреблений и повышения точности учета.

Важнейшее преимущество системы — *параллельный учет СУГ в литрах и килограммах* для каждой операции. Так в одной системе объединяются преимущества продажи СУГ в литрах и точность комплексного учета в килограммах при автоматическом расчете массы СУГ. При этом для учета реализации в систему могут интегрироваться любые газонаполнительные колонки.

Исключительная особенность системы состоит в том, что вся работа АГЗС *абсолютно прозрачна для контроля*, благодаря регистрации полного набора параметров СУГ в течение смены (объем, масса, плотность, температура, состав СУГ с привязкой к месту и времени измерения) и передаче данных в офис.

Характерным свойством является *гибкость построения системы*: в зависимости от особенностей технологического оборудования и технических возможностей установки датчиков выбирается оптимальная структура системы, соответствующая требованиям заказчика.

Управление технологическим процессом

В соответствии с требованиями налоговых органов управление отпуском газового топлива производится от ком-



Рис. 2. Оборудование рабочего места оператора-кассира

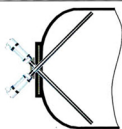


Рис. 3. Установка датчиков ДЖС-7 на торцевом люке резервуара

ванием с центрального пульта или с компьютера с регистрацией состояний оборудования в протоколе.

Измерительное оборудование

Основой комплекса измерительного оборудования является система «СУ-5Д». В состав системы входят радиоволновые датчики плотности и уровня ДЖС-7, отличающиеся наиболее высокой точностью и надежностью при работе с СУГ, и электронные блоки, выполненные на современном уровне.

Датчики имеют неподвижную конструкцию (без поплавков, рычагов и т. п.), благодаря которой обеспечена высокая надежность, стойкость к загрязнениям и отсутствие дрейфа чувствительности. Датчики не требуют проведения регламентных работ и периодических регулировок в течение 5 и более лет.

Для измерения уровня и плотности СУГ используются однотипные датчики ДЖС-7, что делает систему гибкой и снижает ее стоимость за счет использования общего электронного блока и большого количества датчиков в поставке. Каждый датчик имеет канал измерения температуры.

Датчик ДЖС-7 можно устанавливать как на трубопроводе, так и на резервуарах. При установке на резервуаре первый датчик измеряет уровень жидкой фазы СУГ, второй — плотность жидкой фазы СУГ, а третий — плотность паровой фазы СУГ, что необходимо для резервуаров большого объема.

В трубопроводе или шланге датчик может использоваться для измерения плотности жидкой фазы СУГ, а также плотности паровой фазы СУГ и в качестве реле потока.

Ограничений по пространственному расположению и направлению потока нет. На резервуаре датчики могут устанавливаться не только традиционным способом (вертикально сверху), но и наклонно на крышке торцевого или бокового люка (рис.3).

Проточный плотномер устанавливается в расширенном участке трубы у колена трубопровода или у места присоединения шланга, приемного или раздаточного [2].

Установка плотномера на приемном трубопроводе или шланге дает возможность измерять плотность и температуру СУГ непосредственно при при-

еме и оперативно определять состав принимаемого СУГ.

Плотномер в резервуаре нужен для контроля состава СУГ при хранении. Он может также использоваться для расчета массы СУГ при отпуске, если в колонках установлены датчики температуры, сигналы которых заведены непосредственно в систему.

Плотномер, установленный на выходе или внутри колонки, используется для точного учета массы отпущенного СУГ.

На рис. 4 показан плотномер, установленный на трубопроводе перед постом заправки баллонов (АГЭС в пос. Дзубга Краснодарского края).

Литература:

1. А.Легуновский. Технические возможности снижения потерь в автогазопроводном бизнесе. Часть 2. //Автогазопроводный Комплекс. №3-2005.
2. В.Терешин, А.Совлуков. Комплексный подход к организации высокоточного учета СУГ на ГНС и АГЭС //Автогазопроводный Комплекс. № 5-2005.
3. А.Легуновский. Автоматизация продажи нефтепродуктов и газового топлива на АЭС, АГЭС и МАЭС: проблемы, решения, эффективность. // Работа центров технического обслуживания по применению контрольно-кассовой техники в соответствии с новым Экземптом РФ №53-03 и другими нормативными документами. Материалы конференции. Санкт-Петербург, 16-18 июня 2004 г. <http://www.okasse.ru/%5FConference/conf150604/doc007.pdf>
4. А.Легуновский. Технические возможности снижения потерь в автогазопроводном бизнесе. Часть 1. //Автогазопроводный Комплекс. №2-2005.
5. Совлуков А.С., Терешин В.И. Устройство для определения массы сжиженного газа // Патент РФ на изобретение № 2246702. 2005.
6. Совлуков А.С., Терешин В.И. Способ определения физических параметров сжиженного газа в емкости // Патент РФ на изобретение № 2262667. 2005.
7. Sovlukov A.S., Tereshin V.I. Determination of liquefied petroleum gas quantity in a reservoir by radiofrequency techniques // Proc. of the 20th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, Vol. CO, USA, 2003, Vol. 1, P. 368-373.
8. Sovlukov A.S., Tereshin V.I. Measurement of liquefied petroleum gas quantity in a tank by radiofrequency techniques // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2004, Vol. 53, N 4, P. 1255-1261.
9. А.А.Легуновский Система автоматизации отпуски сжиженного газа на АГЭС. //Современные технологии автоматизации, №2/2002, стр. 54.-61. http://www.cta.ru/pdf/2002-2/nextpage2_2002_2.pdf
10. А.А.Легуновский. Автоматизация торговли газовым топливом: новые требования и пути их выполнения. //Контрольно-кассовые машины. №28-1 (4/2002), стр. 12.-16.
11. А.А.Легуновский. Современные возможности повышения эффективности бизнеса при выполнении требований законодательства в сфере торговли нефтепродуктами и газовым топливом. // Особенности работы ЦТО в современных условиях, внедрение ЭКЛЗ и новой ККТ. Материалы конференции. Санкт-Петербург, 15-17 июня 2005 г. <http://www.okasse.ru/%5FConference/conf150605/doc005.pdf>



Рис. 4. Плотномер, установленный на трубопроводе перед постом заправки баллонов