

**ТЕХНОСЕНСОР**

УЧЕТ СУГ, ВЛАГОМЕРЫ, ПЛОТНОМЕРЫ

196128, г. С.-Петербург, Благодатная ул., д. 2
www.tsensor.ru, e-mail: technosensor@yandex.ru
тел./факс (812) 369-91-64; (812) 911-15-31

Существующие решения, обеспечивающие высокоточные измерения массы сжиженных углеводородных газов в автоцистернах газовозов

¹Терешин В.И., ²Совлуков А.С.

¹ООО «Техносенсор», г. Санкт-Петербург

²Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва

В докладе рассматриваются инновационные подходы к измерению массы сжиженных углеводородных газов при отпусках из газовозов в резервуары АГЗС и газгольдеры с учетом опыта внедрения на крупных объектах системы измерительной СУ-5Д-МАСС.

Предлагается оптимизация измерительного комплекса, когда 1-2 газовоза оснащены кориолисовым массомером и датчиком массы сжиженных углеводородных газов в резервуаре газовоза, а все остальные газовозы – только датчиком массы сжиженных углеводородных газов в резервуаре.

На основе данных, полученных по результатам эксплуатации, произведена оценка дополнительных погрешностей измерения массы сжиженного углеводородного газа, возникающих вследствие неровности площадки слива и других факторов.

Предлагаются технические решения, обеспечивающие измерение массы сжиженного углеводородного газа, прошедшего через линию паровозврата. Предлагаются новые подходы к калибровке (градуировке) резервуаров газовозов и АГЗС с использованием сжиженного углеводородного газа в качестве рабочей среды.

Система измерительная СУ-5Д-МАСС

Система измерительная СУ-5Д-МАСС (SU-5D-MASS) предназначена для измерения массы различных жидких сред и газовых конденсатов в условиях их хранения в резервуарах и перекачки по трубопроводам (рис. 1, рис. 2). Система может комплектоваться датчиками двух типов: датчики массы ДЖС-7Мр, ДЖС-7m или ДЖС-7МБ в резервуарах; погрешность измерения общей массы сжиженного углеводородного газа (СУГ) в резервуаре не более $\pm 0,65$ %; массомеры Micro Motion® F100S или F200S на трубопроводах; погрешность измерения массы отпущенного по трубопроводу СУГ не более $\pm 0,25$ %.

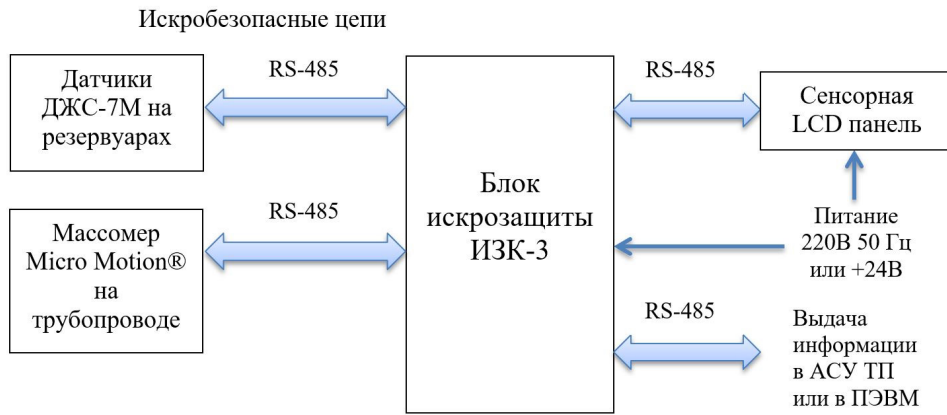


Рис. 1. Структурная схема измерительной системы



Рис. 2. Измерительная система СУ-5Д-МАСС для газовозов

Датчики

Датчики (рис. 3) в резервуаре могут устанавливаться на нижний лючок Ду50, на верхний лючок Ду50, а также на боковой или торцевой лючок Ду150.

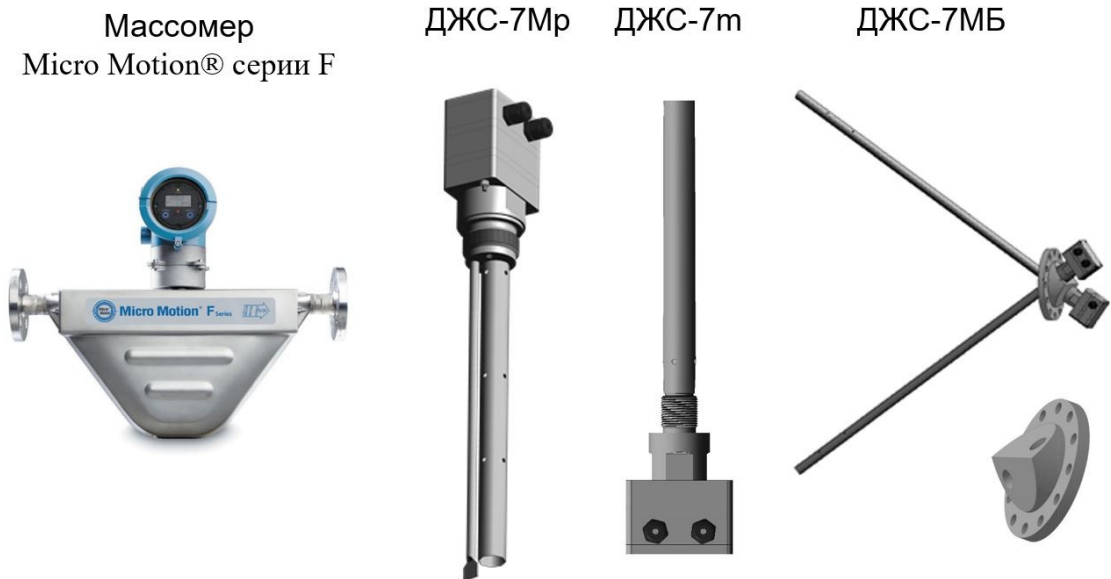


Рис. 3. Датчики

Электронные блоки

Системные блоки СБ-5 или СБ-7 (рис. 4) имеют пылевлагозащищенное исполнение и могут эксплуатироваться на улице. В них размещаются блок искрозащиты ИЗК-3, GSM-модем (рис. 4), сигнальные лампочки, клеммники, источники питания. Блок СБ-7 имеет исполнение IP65. Антенна GSM-модема размещается внутри блока.



Рис. 4. Электронные блоки

Размещение оборудования на газовозе

На рис. 5 показано размещение оборудования на газовозе. Системный блок СБ-5 или СБ-7 размещается в зоне 2 в любом удобном месте (на раме полуприцепа или на задней стенке кабины). Массомеры Micro Motion® размещаются в зоне 1 в ящике с оборудованием на трубопроводах жидкой и паровой фазы СУГ. Датчик массы в резервуаре ДЖС-7М или ДЖС-7т устанавливается на нижний или верхний лючок Ду50 или Ду80. На многих газовозах нет нижнего или верхнего лючка, но имеется боковой или торцевой лючок Ду150 для механического стрелочного уровнемера. В этом случае устанавливается датчик ДЖС-7Б.

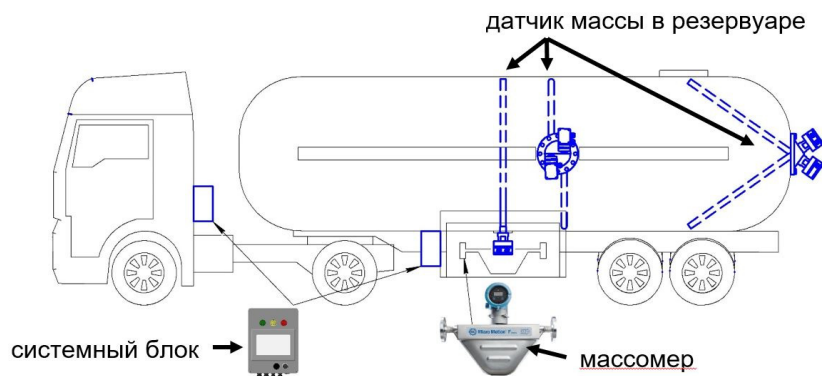


Рис. 5. Размещение оборудования на газовозе

Компактное размещение массомера на газовозе

Узел слива сжиженного газа содержит обычно фильтр с газоотделителем, массомер и дифференциальный клапан. Компания «Техносенсор» предлагает узел слива сжиженного газа УСГ-5, состоящий из кориолисового массомера, радиоволнового датчика кипения ДЖС-7ПТД и шарового крана с электроприводом, управляемым от контроллера (рис. 6).

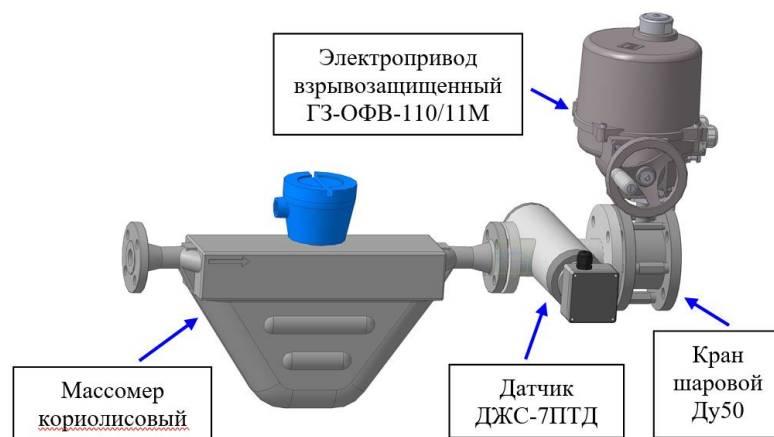


Рис. 6. Узел слива сжиженного газа

За счет отсутствия газоотделителя и дифференциального клапана повышается надежность (нет механических деталей) и увеличивается скорость слива (обеспечивается работа с меньшим перепадом давления).

Отпуск заданного количества сжиженного газа обеспечивает контроллер блока СБ-7, который обрабатывает информацию от кориолисового массомера и управляет электроприводом шарового крана.

Датчик ДЖС-7ПТД измеряет плотность, давление и температуру сжиженного газа в трубопроводе, и позволяет обеспечить режимы слива, при которых кипение гарантированно отсутствует.

Если в трубопроводе имеются несконденсированные пары, датчик ДЖС-7ПТД покажет наличие кипения, и шаровой кран не откроется. В этом случае пары необходимо сбросить на свечу или в резервуар газовоза, после этого сразу начнется слив.

Отображение информации на сервере и на ПЭВМ на АГЗС

На сервере в режиме реального времени собирается информация от датчиков в резервуарах газовозов и АГЗС. На графиках (рис. 7) канал 1 (светлый) – масса СУГ на АГЗС. Канал 2 (черный) – масса СУГ в резервуаре газовоза. Пример отчета по движению СУГ за определенный период времени показан на рис. 8.

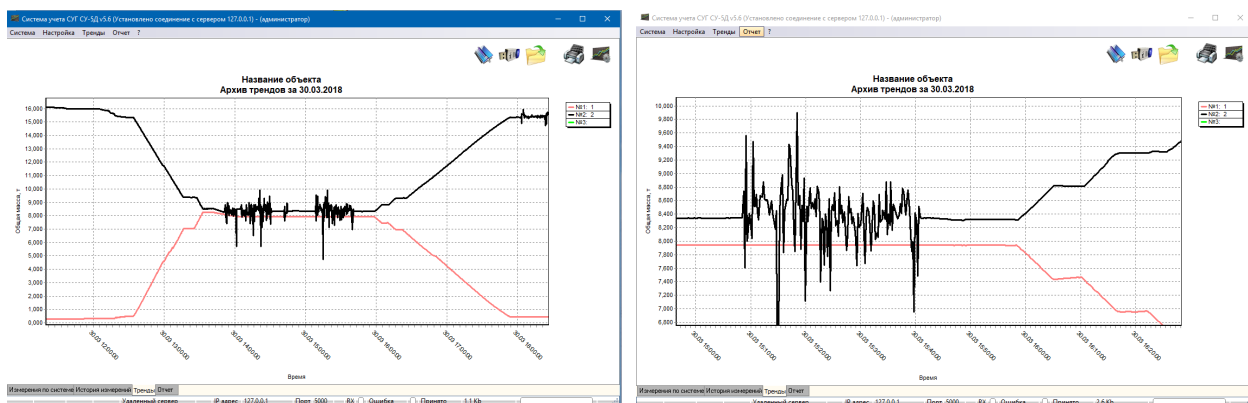


Рис. 7. Отображение информации на сервере и на ПЭВМ на АГЗС

Выполнялась калибровка датчика ДЖС-7Б в резервуаре АГЗС по датчику ДЖС-7Б в резервуаре газовоза с дополнительным контролем по весам. Газовоз был заполнен СУГ и взвешен. В дегазированную емкость на АГЗС был выполнен слив 7900 кг СУГ. Потом газовоз поехал на весы, вернулся обратно, газ из резервуара АГЗС был перекачан обратно в газовоз, газовоз был взвешен еще раз.

АГЗС №1												
Отчет по движению СУГ												
с 01.06.2017 8:00:00 по 02.06.2017 8:00:00												
Емкость	Состояние объема			Состояние массы жидкости			Состояние массы пара			Состояние общей массы		
	Начальное	Конечное	Разница	Начальное	Конечное	Разница	Начальное	Конечное	Разница	Начальное	Конечное	Разница
СУ-5Д №.1	3,686	0,493	-3,193	1,856	0,251	-1,605	0,098	0,139	0,041	1,954	0,39	-1,564
2 канал	8,997	6,902	-2,095	4,552	3,532	-1,02	0	0,034	0,034	4,552	3,566	-0,986
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ИТОГО:	12,683	7,395	-5,288	6,408	3,783	-2,625	0,098	0,173	0,075	6,506	3,956	-2,55

Рис. 8. Пример отчета по движению СУГ за определенный период времени

Влияние наклона автоцистерны

При неровностях площадки возникают наклоны автоцистерны. При наклонах цистерны изменяется уровень жидкости и возникают дополнительные погрешности измерений (рис. 9). Фактически становится некорректной градуировочная таблица. Наклон цистерны может изменяться также при смене тягача, при замене колес, при неисправностях подвески.

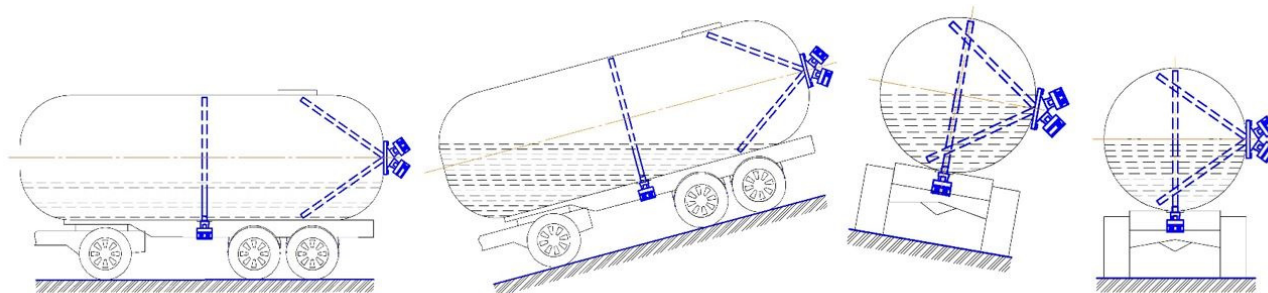


Рис. 9. К учету влияния наклона автоцистерны на погрешность измерения массы СУГ

Для вертикально установленного датчика при небольших наклонах дополнительные погрешности измерений незначительны, и в большинстве случаев ими можно пренебречь. Максимальные погрешности возникают при минимальном заполнении (жидкость может перетекать в ту часть цистерны, где нет датчика, при этом возникает занижение показаний) и при максимальном заполнении (завышение показаний). Для датчика с боковой или торцевой установкой погрешности от наклона автоцистерны во много раз выше и могут достигать 1-2%. Их влияние можно уменьшить в несколько раз, если снимать показания при нахождении газовева в определенном месте. На газонаполнительной станции предлагается снимать показания только в пункте заполнения газовева.

Неизмеряемый остаток и паровая фаза СУГ

Неизмеряемый остаток – это объем СУГ, который находится ниже рабочей зоны датчика. Например, нижний конец датчика находится на расстоянии 70 мм от дна резервуара. Для автоцистерны 36 куб. м этому уровню соответствует объем 470 л и масса СУГ около 240 кг. При сливе СУГ ниже этого уровня показания датчика останутся неизменными – уровень 70 мм и масса жидкости около 240 кг, возникнет большая погрешность измерений массы СУГ. Масса паровой фазы СУГ в этих условиях зависит от температуры и состава СУГ и находится в пределах от 70 до 600 кг. Для обеспечения точных показаний сливать СУГ до уровня неизмеряемого остатка не рекомендуется.

Пример. Слив СУГ из газовоза с датчиком ДЖС-7Б

В качестве примера на рис. 10 приведен архив трендов для слива СУГ за определенное время. Газовоз с датчиком с боковой установкой производил слив СУГ на четырех АГЗС. На газонаполнительной станции производится взвешивание газовоза и съем показаний прибора в зоне заполнения – днем 14450 кг и утром на следующий день 2325 кг. При нахождении газовоза на весах или на других площадках показания не снимаются.

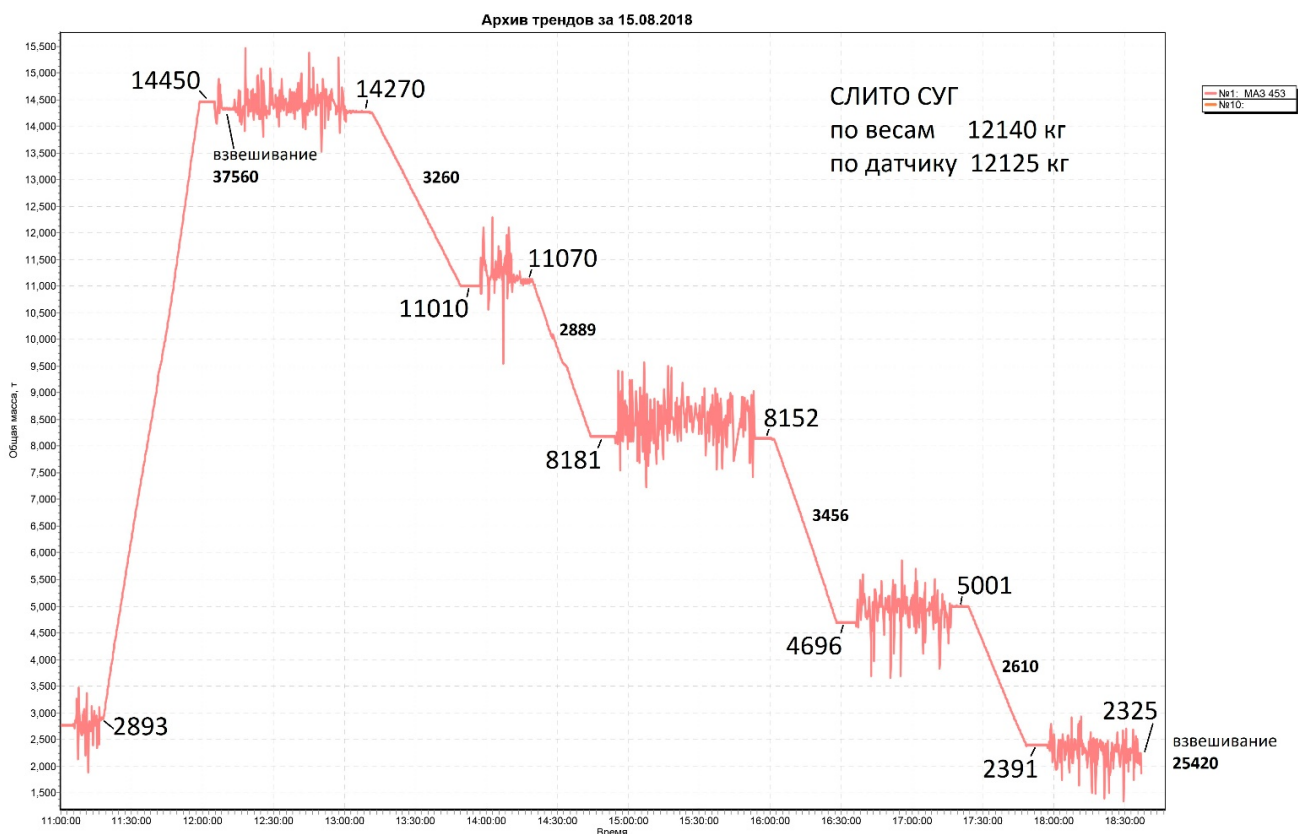


Рис. 10. Архив временных трендов слива СУГ

Калибровка и поверка датчика в резервуаре газовоза и АГЗС

Необходимое условие для точных измерений – корректная градуировочная таблица резервуара [7]. Калибровка датчика ДЖС-7М или ДЖС-7m или ДЖС-7МБ вместе с резервуаром, в котором он установлен, выполняется с помощью кориолисового массомера на газовозе. Производится слив СУГ (если калибруется резервуар на газовозе с массомером) или заполнение (если калибруется резервуар на другом газовозе или на АГЗС) резервуара через массомер. Калибровка производится при небольшой скорости перекачки СУГ без остановок. На сервер одновременно поступают результаты измерений с массомера и с датчика в резервуаре. При совместной обработке этих данных получаем новую градуировочную таблицу, которая записываем в блок искрозащиты ИЗК-3. Поверка датчика в резервуаре выполняется аналогично градуировке, только выполняются остановки перекачки в проверяемых точках.

Преимущества такого способа: не требуется дегазация резервуаров и вывод их из эксплуатации; калибровка и поверка проводятся в обычном режиме работы оборудования и не требуют много времени; присутствие поверителя на объекте во время поверки не требуется, потому что данные с массомера и с датчика в резервуаре в режиме реального времени поступают на сервер; программное приложение для сервера позволит автоматически формировать отчеты по результатам поверки; учитывается наклон цистерны газовоза; учитывается фактическая привязка датчика к геометрии резервуара.

Поверка датчика в резервуаре газовоза может быть выполнена с помощью весов [7]. Для этого газовоз с проверяемым датчиком устанавливается на весы. Другой газовоз (заполненный СУГ) необходимо подогнать, поставить рядом и соединить с газовозом на весах шлангами по жидкой и паровой фазе. Один из газовозов должен быть оборудован насосом. Производится перекачка СУГ и снятие показаний весов и датчика в резервуаре газовоза. Перед поверкой должна быть произведена калибровка датчика в резервуаре газовоза с помощью кориолисового массомера.

Учет перепущенного пара

При сливе СУГ через кориолисовый массомер может потребоваться перепуск паровой фазы СУГ [7]. Для этого производится остановка слива – перекрытие трубопровода жидкой фазы СУГ. Затем открывают линию паровозврата и после уравнивания давлений закрывают ее снова. Длительность остановки составляет не более 10 мин. Датчик массы СУГ в резервуаре газовоза позволяет измерить массу перепущенного пара с высокой точностью.

Заключение

Рассмотренные технические решения обеспечивают следующие конкурентные преимущества:

- ❖ достоверность и высокая точность измерения массы СУГ в резервуаре газовоза статическим методом за счет калибровки датчика по массомеру;
- ❖ двойной контроль – учет СУГ динамическим методом (счетчик на трубопроводе) и статическим методом (датчик ДЖС-7Мр, или ДЖС-7m, или ДЖС-7МБ в резервуаре газовоза), что позволяет полностью исключить возможность несанкционированных отпусков СУГ;
- ❖ в режиме реального времени контроль массы СУГ в одном окне программы по датчику на газовозе и по датчику на АГЗС, формирование отчетов;
- ❖ возможность калибровки датчика в резервуаре АГЗС (построение градуировочной характеристики резервуара) при сливе СУГ через массомер газовоза;
- ❖ учет перепущенного пара;
- ❖ возможность установки датчика на нижний, верхний, боковой или торцевой лючок (Dy 150 мм);
- ❖ удобное отображение информации, современная электроника и программное обеспечение.

Литература

1. Гаузнер С. И., Кивилис С. С., Осокина А. П., Павловский А. Н. Измерение массы, объема и плотности. М.: изд-во стандартов. 1982. 528 с.
2. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. М.: Нефть и газ. 2009. 640 с.
3. Зоря Е.И., Яковлев А.Л., Ларионов С.В. Определение массы сжиженных углеводородных газов при приеме, хранении и отпуске потребителям. М.: ООО «Издательский дом Недра». 2012. 197 с.
4. Совлуков А.С., Терешин В.И. Радиочастотный метод измерений количественных параметров сжиженных углеводородных газов в резервуарах// Измерительная техника. 2005. № 10. С. 68-71.
5. Совлуков А.С., Терешин В.И. Радиочастотные измерения массы сжиженного углеводородного газа в резервуаре// Датчики и системы. 2012. № 12. С. 41-45.
6. Сайт ООО «Техносенсор»: www.tsensor.ru.
7. Терешин В.И., Совлуков А.С. Коммерческий учет сжиженных углеводородных газов в газовозах с измерением массы пара, прошедшего через линию паровозврата// Объединенная конференция: XII Международная конференция «НЕФТЕГАЗСТАНДАРТ – 2017» и V-я Международная метрологическая конф. «Актуальные вопросы метрологического обеспечения измерений расхода и количества жидкостей и газов». Труды конф. Казань, 6-7 сентября 2017. Казань: ИД Мир без границ. 2017. С. 172-175.