

## Коммерческий учет сжиженных углеводородных газов в газовозах с измерением массы пара, прошедшего через линию паровозврата

Компания «Техносенсор» предлагает новые подходы к измерению массы сжиженных углеводородных газов при отпусках из газовозов в резервуары АГЗС и газгольдеры.

Обеспечивается высокая точность измерения массы сжиженных газов в резервуаре газовоза за счет использования калибровки датчика.

При отпуске сжиженных газов через кориолисовый массомер или объемный счетчик предлагается простое техническое решение для измерения массы газа, прошедшего через линию паровозврата при перепуске пара. При сливе газа для обеспечения точного учета линия паровозврата должна быть закрыта, при этом поднимается давление в резервуаре, в жаркую погоду очень часто произвести слив невозможно.

При использовании нашего оборудования масса перепущенного пара измеряется с высокой точностью с помощью системы измерительной СУ-5Д (датчик в резервуаре газовоза ДЖС-7Мр или ДЖС-7т или ДЖС-7МБ).

Масса отпущенного через трубопровод сжиженного газа в зависимости от комплектации может измеряться как с помощью кориолисового массомера, так и с помощью объемных счетчиков LPM-200, LPM-102 с плотномером ДЖС-7П.

Обеспечивается двойной контроль – учет сжиженного газа динамическим методом (счетчик на трубопроводе) и статическим методом (датчик ДЖС-7Мр или ДЖС-7т или ДЖС-7МБ в резервуаре газовоза), это позволяет полностью исключить возможность несанкционированных отпусков газа.

Предлагается базовая комплектация оборудования (рис. 1) и расширенная комплектация (рис. 2).

Информация от датчиков поступает в блок искрозащиты ИЗК-3 и через GSM-модем в режиме реального времени передается на сервер, а с сервера передается на ПЭВМ на заправке. Текущие данные дополнительно могут отображаться на планшете или телефоне Android.

В блоке искрозащиты все измеренные значения записываются на SD карту и хранятся на ней в течение года. Если газовоз находился вне зоны GSM связи, при возобновление связи данные на сервере будут восстановлены с SD карты.

В расширенной комплектации обеспечивается вывод всей информации на панель управления OMRON NB7W-TW и автоматическое управление сливом с панели OMRON.

В базовой комплектации информация о запасах СУГ резервуаре выдается на индикатор ОВЕН СМ11, а информация о расходе доступна на индикаторе кориолисового массомера или на механическом индикаторе счетчика LPM-200 или LPM-102.

Полная информация в режиме реального времени и все архивы доступны на сервере.

## Измерительная система для газовозов

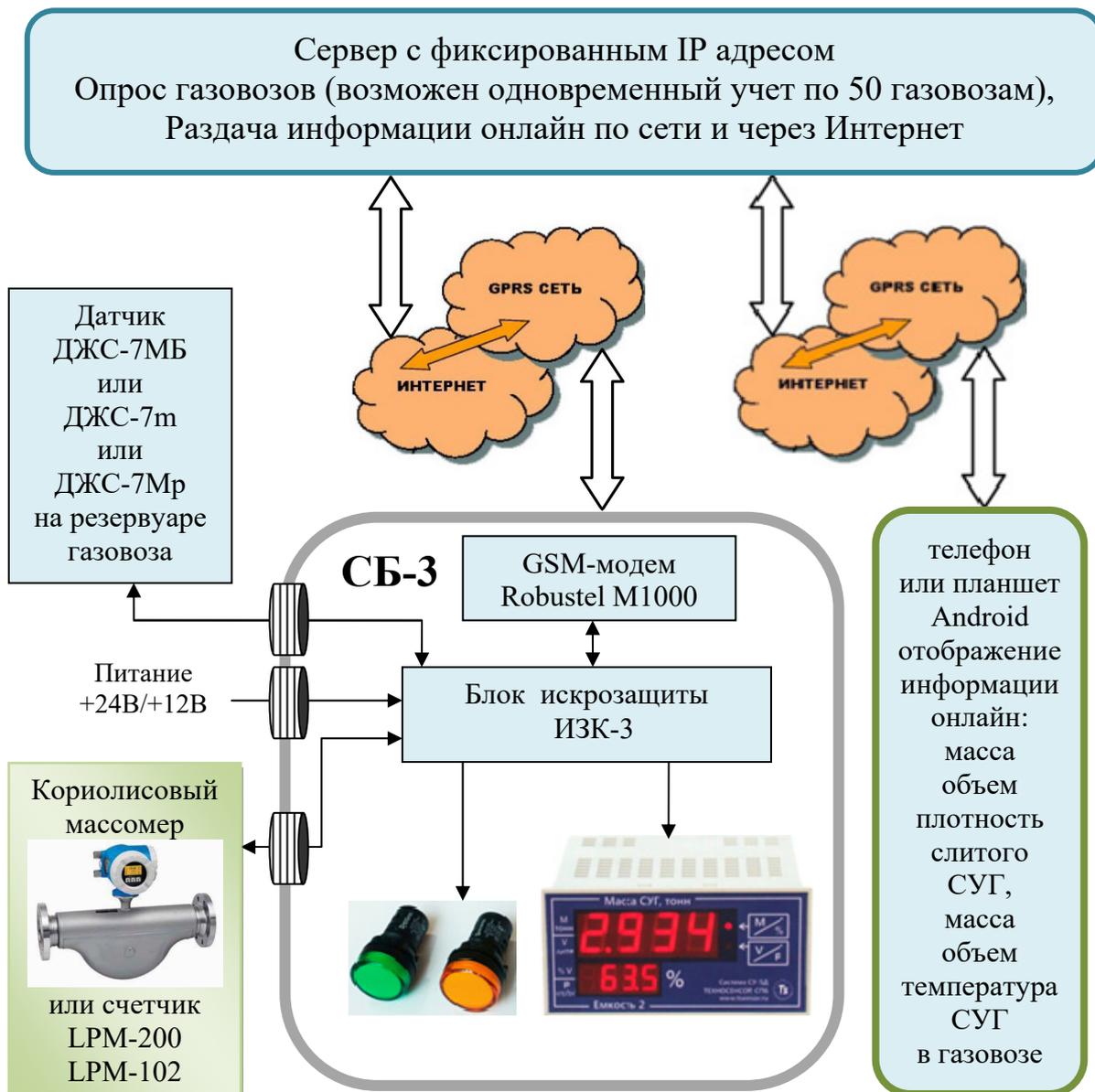


Рис. 1. Базовая комплектация.

В базовой комплектации на газовозе устанавливаются:

- Датчик ДЖС-7Mr или ДЖС-7m или ДЖС-7МБ в резервуаре газовоза. Обеспечивает постоянное измерение объема и массы СУГ в резервуаре и измерение массы перепущенного пара при сливе газа на АГЗС и при заполнении газовоза через массомер или счетчик на ГНС.
- Системный блок СБ-3 - влагозащищенный металлический шкафчик размером 300×400×200 мм, в котором размещаются блок искрозащиты ИЗК-3, GSM-модем, индикатор ОВЕН СМИ1 и сигнальные лампочки. Индикатор и лампочки дополнительно закрываются наружной дверцей для предохранения от влаги и грязи.
- При наличии на газовозе кориолисового массомера или объемного счетчика LPM-200 или LPM-102 или они подключаются к блоку ИЗК-3 и информация от них поступает на сервер.

## Измерительная система для газовозов

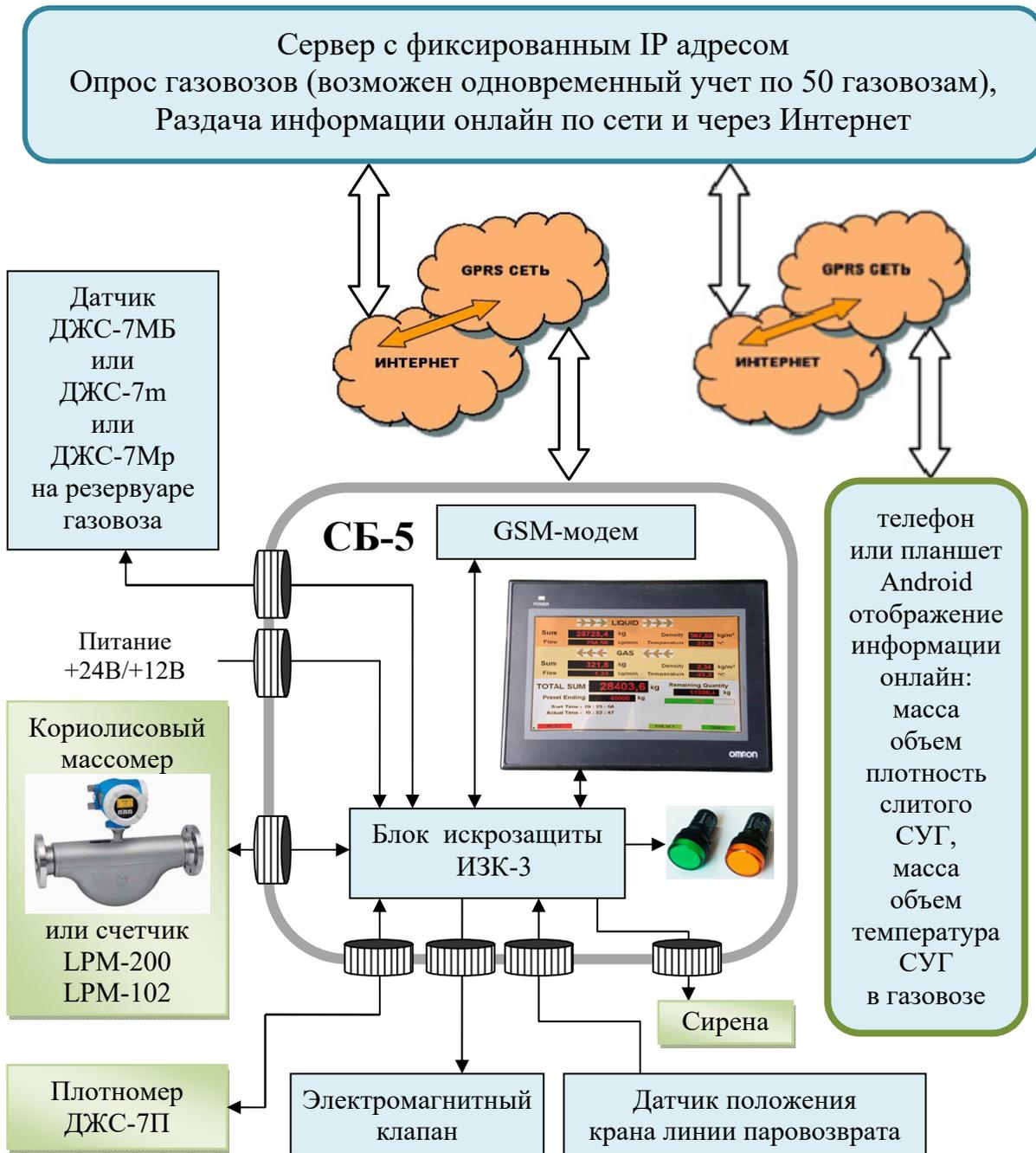


Рис. 2. Расширенная комплектация.

В расширенной комплектации вместо системного блока СБ-3 используется блок СБ-5, в котором используется панель управления OMRON NB7W-TW и имеются дополнительные гермовводы для подключения электромагнитного клапана (управление сливом), датчика положения крана линии паровозврата (используется для запуска алгоритма автоматического расчета массы перепущенного пара), сирены и плотномера ДЖС-7П (при использовании счетчиков LPM-200, LPM-102 и плотномера обеспечивается измерение массового расхода).

Возможна также поставка системного блока СБ-4, в котором используется индикатор ОВЕН СМ11, а управление сливом производится только через сервер с удаленной ПЭВМ.

Кориолисовый массомер подключается напрямую по интерфейсу RS-485.

Для подключения объемного счетчика LPM-200 или LPM-102 используется устройство преобразования сигналов УПС-7, которое устанавливается на счетчик LPM-200 или LPM-102 между измерительной камерой и показывающим прибором. При этом высота счетчика увеличивается на 50 мм. Устройство УПС-7 преобразует поворот вала в импульсы расхода и производит измерение температуры.

Информация от устройства УПС-7 выдается в блок искрозащиты ИЗК-3 по искробезопасному интерфейсу RS-485. В блоке ИЗК-3 имеется программный модуль узла учета, который выполняет вычисление мгновенного и интегрального расхода, коррекцию температурных погрешностей счетчика и коррекцию нелинейности выходной характеристики счетчика.

Возможно подключение к блоку ИЗК-3 счетчика ППО при наличии у него электрического выхода (установка УИЖГЭ-АЦ-0-40-ППО-1/1).

### Датчики в резервуаре газовоза

ДЖС-7m	ДЖС-7Мр	ДЖС-7МБ
		

ДЖС-7m – бюджетный вариант, измеряет массу сжиженного газа (жидкости и пара), плотность, объем, уровень, температуру. **Может устанавливаться в нижний лючок.**

ДЖС-7Мр – полнофункциональный датчик, измеряет общую массу сжиженного газа, массу жидкости, массу пара, плотность жидкости, плотность пара, объем, уровень, давление, температуру в 6 точках. Может устанавливаться в нижний лючок.

ДЖС-7МБ – устанавливается вместо штатного механического уровнемера типа ИУПМ на торцевой или боковой лючок.

## Минимальная конфигурация измерительной системы

В минимальной конфигурации к блоку искрозащиты ИЗК-3 подключается только датчик в резервуаре газовоза и обеспечивается учет сжиженного газа в резервуаре.

В зависимости от типа резервуара газовоза могут использоваться датчики ДЖС-7Мр или ДЖС-7т или ДЖС-7МБ.

Датчики ДЖС-7Мр или ДЖС-7т могут устанавливаться на нижний или на верхний лючок Ду=50 мм вместо ПМП-118. Датчик поставляется вместе с крышкой лючка.

Для установки датчика ДЖС-7т достаточно иметь проходное отверстие Ду=32 мм.

Датчик ДЖС-7МБ устанавливается на боковой или торцевой лючок Ду=150 мм вместо механического уровнемера типа ИУПМ. Датчик ДЖС-7МБ конструктивно представляет из себя сборку из крышки лючка и двух датчиков ДЖС-7т. Сперва на место механического уровнемера устанавливается крышка лючка, потом в нее вворачиваются два датчика ДЖС-7т под углом 35° один вверх, другой вниз. Работает эта сборка как один составной датчик и называется ДЖС-7Б.

Минимальное количество оборудования (датчик для установки в резервуаре и системный блок СБ-3 или СБ-5) обеспечивает точный учет СУГ в резервуаре газовоза.

При дальнейшем оснащении газовоза массомером или объемным счетчиком достаточно будет только подключить эти устройства к имеющемуся системному блоку (СБ-3 или СБ-5) и сконфигурировать их через GSM-модем с удаленной ПЭВМ.

Для подключения электромагнитного клапана (управление сливом), датчика положения крана линии паровозврата (используется для запуска алгоритма автоматического расчета массы перепущенного пара), сирены и плотномера ДЖС-7П (при использовании счетчиков LPM-200, LPM-102 и плотномера обеспечивается измерение массового расхода) необходимо только подключить эти устройства к имеющимся клеммникам и сконфигурировать с удаленной ПЭВМ. Подключение полного комплекта оборудования поддерживается системным блоком СБ-4 и системным блоком СБ-5.

При необходимости замены прошивки она будет предоставлена бесплатно.

## Калибровка датчика в резервуаре газовоза

Для точного измерения массы СУГ с помощью Системы измерительной СУ-5Д (датчик ДЖС-7Мр или ДЖС-7т или ДЖС-7МБ в резервуаре газовоза) выполняется калибровка датчика.

Для этого порожний газовоз с калибруемым датчиком устанавливается на весы. Другой газовоз (заполненный газом) необходимо подогнать, поставить рядом и соединить с газовозом на весах шлангами по жидкой и паровой фазе (см. рис. 3).

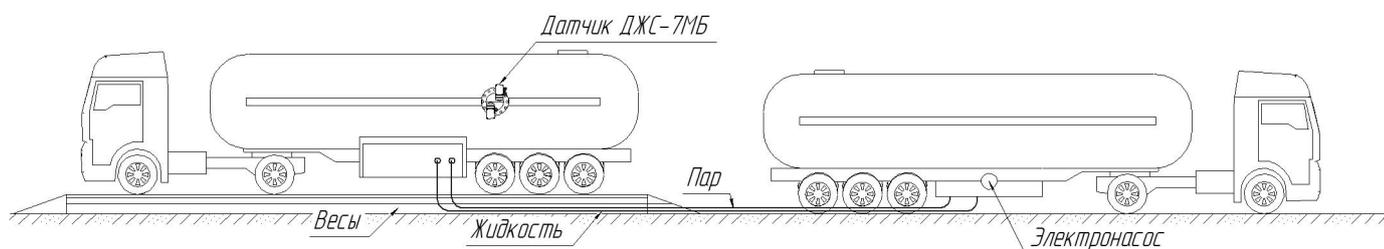


Рис. 3. Калибровка датчика.

Один из газовозов должен быть оборудован электрическим насосом.

Необходимо перекачивать порциями (по 200 – 800 кг) сжиженный газ, после перекачки каждой порции фиксировать показания весов.

В таблицу заносятся показания весов (суммарная доза слитого газа по весам) текущее время и данные из архива системы измерительной СУ-5Д (столбцы 3, 4, 5, 6).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ п/п	Сумм. доза по весам, кг	Время СУ5Д	Уровень СУ5Д, мм	Масса пара СУ5Д, кг	Плотн. жидк. СУ5Д, кг/м <sup>3</sup>	Масса общая в емкости газовоза от весов, кг	Масса жидкости в емкости газовоза от весов	Объем жидкости в емкости от весов, л
-	-	-	0	-	-	-	-	0
1	0	11:30:33	74	207	554,4	338	131	236
2	250	11:36:42	139	222	557,1	588	366	657
3	504	11:41:49	198	232	557,3	842	610	1095
4	749	11:47:46	260	244	556,7	1087	843	1514
...	...	...	...	...	...	...	...	...
36	9000	15:08:22	1467	66	555,4	9338	9272	16694
37	9320	15:14:48	1526	55	555,5	9658	9603	17287
-	-	-	1600	-	-	-	-	18044

Для получения общей массы сжиженного газа в резервуаре (столбец 7) к значениям суммарных доз (столбец 2) необходимо прибавить значение массы в начальной точке измерения.

Масса находящегося в резервуаре жидкого СУГ, поступившего по весам (столбец 8), определяется вычитанием из общей массы сжиженного газа (столбец 7) массы пара (столбец 5). Объем жидкого СУГ (столбец 9) определяется делением массы жидкого СУГ (столбец 8) на плотность жидкого СУГ (столбец 6) в резервуаре.

В результате этих измерений и вычислений получаем зависимость объема, поступившего в резервуар газовоза жидкого СУГ в резервуаре (столбец 9), от уровня (столбец 4). В таблицу необходимо добавить нулевую точку (для уровня 0 мм объем 0 л) и несколько значений объема и уровня для заполнений более 85% (их можно взять из типовой градуировочной таблицы).

Столбцы 4 и 9 – градуировочная характеристика резервуара. При необходимости иметь таблицу с фиксированным шагом градуировки характеристика пересчитывается математическими методами.

## Учет перепущенного пара

В жаркую погоду при перекрытой линии паровозврата давление в резервуаре АГЗС может подняться до максимальных рабочих значений, слив газа замедлится или прекратится.

В этом случае необходимо остановить слив, перекрыть трубопровод жидкого СУГ, и на несколько минут открыть линию паровозврата для уравнивания давлений.

Процесс перепуска пара изображен на графиках рис. 4, рис. 5, рис. 6.

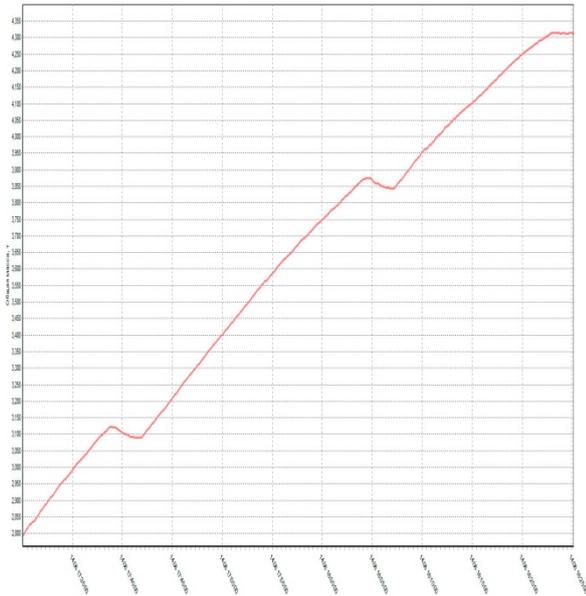


Рис. 4. Общая масса слитого газа.

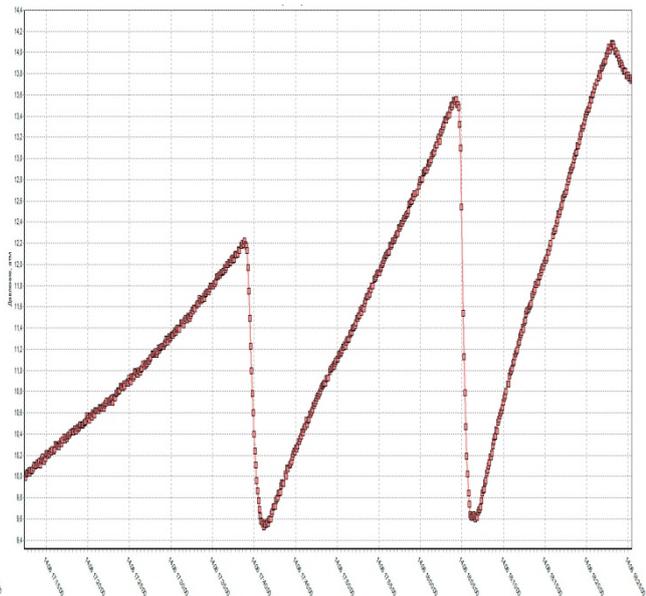


Рис. 5. Давление в резервуаре.

В процессе слива газа из газовоза в резервуар АГЗС были выполнены две остановки, во время которых была открыта на 10 минут линия паровозврата.

При открывании линии паровозврата общая масса газа в резервуаре уменьшалась (см. рис. 4), а избыточное давление падало при первой остановке с 12,2 до 9,5 атм, а при второй остановке с 13,56 до 9,6 атм. (см. рис. 5).

Изменение общей массы сжиженного газа в резервуаре при перепуске пара в увеличенном масштабе показано на рис. 6.

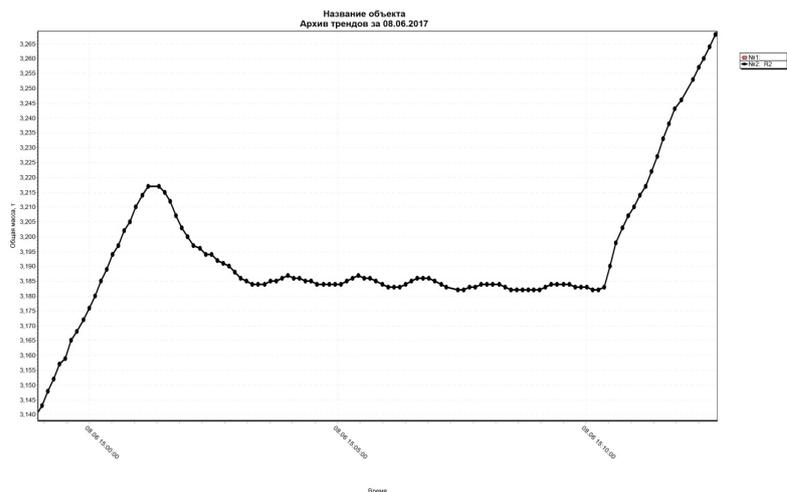


Рис. 6. Изменение общей массы СУГ в резервуаре при перепуске пара.

Линия паровозврата открывалась постепенно, чтобы не вызвать резкое кипение газа в резервуаре. Тем не менее, кипение присутствует, для обеспечения стабильных показаний необходимо выждать несколько минут (см. рис. 6).

Масса перепущенного пара составила около 1% от массы слитого СУГ - 34 кг ±1 кг. Погрешность измерения массы перепущенного пара этим способом не превышает 0,05% от массы слитого СУГ.

Действия оператора контролируются с помощью датчика положения крана линии паровозврата (сигнал передается в блок искрозащиты и на сервер).

## Отображение информации

Раздаваемая сервером информация отображается для каждого газовева на экране ПЭВМ в следующем виде:

06.09.2017 г. Газовоз № 33-Ф12							
Кориолисовый массомер (или LPM-200)							
Торговая операция	Слив №1	Слив №2	Слив №3	Слив №4			
Время начала	09:39	12:03	-	-			
Время окончания	10:05	-	-	-			
Текущее состояние	Слив окончен	Идет слив	-	-			
Температура, °С	11,3 °С	13,4 °С	-	-			
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	563,2	558,1	-	-			
Фактически слито, кг	1377,6	...	-	-			
Слито с учетом пара, кг	1408,1	...	-	-			
Фактически слито, л	2501,1	2854...	-	-			
Итого слито по узлу учета с учетом перепусков пара, кг				5382...			
Система измерительная СУ-5Д датчик ДЖС-7Мр (ДЖС-7м, ДЖС-7МБ)							
Перед сливом	14276 кг	11774 кг	-	-			
После слива	11765 кг	-	-	-			
Итого слито	2511 кг	-	-	-			
Перепуск пара	- 30,5 кг	-	-	-			
Итого слито по системе СУ-5Д, кг				5376...			
Текущие показания по системе измерительной СУ-5Д							
Масса общая	Масса пара	Масса жидкости	Плотность пара	Плотн. жидкости			
8920 кг	130 кг	8790 кг	10,3 кг/м <sup>3</sup>	558,7 кг/м <sup>3</sup>			
Давление	Объем	Температура, °С					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
9,23 кг/м <sup>2</sup>	15985 л	13,2°С	13,8°С	14,2°С	16,8°С	18,7°С	18,6°С
Весы							
Первое взвешивание	16328 кг	Второе взвешивание			...		

Рис. 7. Отображение информации.

Результаты измерений массы слитого сжиженного газа по счетчику или массомеру, по системе измерительной СУ-5Д и по весам не должны значительно различаться.

## Калибровка объемного счетчика газа по весам

Для измерения массы отпущенного сжиженного газа можно использовать объемный счетчик без плотномера, если производить его калибровку по весам.

На газонаполнительной станции газовоз взвешивается после заполнения газом и после слива газа на всех объектах. Масса слитого газа по весам:

$$M = M01 - M02 \quad (1)$$

где M01 и M02 – результаты взвешиваний после заполнения газовоза и после слива газа на всех объектах.

При сливах газа измеряется приведенный к стандартным условиям объем.

Приведенный к стандартным условиям (температура 20°C) объем слитого газа по объемному счетчику LPM-200 газа при сливах на трех объектах (для примера):

$$V = V1 \times (1 + t1 \times k) + V2 \times (1 + t2 \times k) + V3 \times (1 + t3 \times k) \quad (2)$$

где V1, V2, V3 – показания объемного счетчика при различных сливах, t1, t2, t3 – температуры газа при различных сливах, k – коэффициент изменения плотности (объема) при изменении температуры газа на 1°C.

При делении массы слитого газа по весам на суммарное значение приведенного к стандартным условиям объема получаем точное значение приведенной к стандартным условиям плотности:

$$\rho_{20} = M / \{V1 \times (1 + t1 \times k) + V2 \times (1 + t2 \times k) + V3 \times (1 + t3 \times k)\} \quad (3)$$

Масса слитого газа на каждом объекте:

$$M1 = \rho_{20} k \times V1 \times (1 + t1 \times k) \quad (4)$$

$$M2 = \rho_{20} k \times V2 \times (1 + t2 \times k) \quad (5)$$

$$M3 = \rho_{20} k \times V3 \times (1 + t3 \times k) \quad (6)$$

Все расчеты выполняются автоматически в блоке ИЗК-3 после ввода на сервере результатов взвешивания газовоза M01 и M02.

При поступлении в блок ИЗК-3 этих значений запускается программа, которая рассчитывает и выдает на сервер значения приведенной к стандартным условиям плотности и массы слитого на каждом объекте газа.

Измеренные значения слитых объемов V1, V2, V3 и значения температур t1, t2, t3 поступают от датчиков через устройство преобразования сигналов УПС-7.

- точность измерения массы при сливе газа на каждом объекте определяется точностью весов.
- систематические погрешности объемного счетчика автоматически обнуляются при вычислении плотности  $\rho_{20}$ .

## Выбор кориолисового массомера

Имеется несколько вариантов оснащения газовоза массомером, отличающихся по цене и потребительским качествам:

- установка «Corio-T» производства компании «KADATEC s.r.o.», Чешская Республика, гос. реестр № 62503-15, цена в Санкт-Петербурге 19500 евро (в установке используется датчик Promass 80H, Швейцария), максимальный расход 24 т/час.



- кориолисовый массомер Расходомер Promass 83E40, DN40 производства Швейцарии, гос. реестр № 15201-11, цена 12500 евро без учета НДС.
- счетчик-расходомер Micro Motion, производитель Emerson гос. реестр № 45115-16, CMF200M серии R, DN50, расход 47 т/час, цена 490 000 рублей с учетом НДС.
- кориолисовый массомер российского производства, например, ЭМИС-МАСС 260 DN25К, цена 290 000 рублей, максимальный расход 6 т/час, или ЭМИС-МАСС 260 DN50, цена 413 000 рублей, максимальный расход 50 т/час., гос. реестр № 42953-09
- кориолисовый массомер DMF-1-6-V50 производства Beijing Sincerity Automatic Equipment Co., Ltd, Китай, цена 3900 долларов США (без учета НДС и доставки в Россию), максимальный расход 40 т/час, в РФ не сертифицирован.



## Конкурентные преимущества нашего оборудования

<b>Выдача результатов измерений в режиме реального времени на сервер, раздача на удаленные ПЭВМ, на планшеты и сотовые телефоны.</b>
<b>Обеспечивается двойной контроль</b> – учет сжиженного газа динамическим методом (счетчик на трубопроводе) и статическим методом (датчик ДЖС-7Мр или ДЖС-7m или ДЖС-7МБ в резервуаре газовоза), это позволяет полностью исключить возможность несанкционированных отпусков газа.
<b>Обеспечивается учет перепущенного пара.</b>
<b>Обеспечивается высокая точность измерения массы сжиженных газов в резервуаре.</b> Обеспечивается калибровки датчика по весам. По ГОСТ 8.785-2012 погрешность измерения массы жидкой фазы СУГ в резервуаре не должна превышать $\pm 0,8\%$ . Система измерительная СУ-5Д обеспечивает погрешность измерения общей массы СУГ (масса жидкости и масса пара) не более $\pm 0,7\%$ (гос. реестр № 52215).
<b>Универсальность установки.</b> Датчик ДЖС-7Мр (с каналом измерения давления) может устанавливаться на лючок с проходным сечением от 50 мм. Датчик ДЖС-7m может устанавливаться в верхний лючок, в нижний лючок, а также на штатное место Rochester Junior с проходным сечением от 32 мм. Датчик ДЖС-7МБ устанавливается на боковой или торцевой лючок $Dy150$ мм.
<b>Привлекательная цена.</b> Стоимость оснащения газовоза системой СУ-5Д для коммерческого учета СУГ значительно ниже, чем аналогичным оборудованием других производителей. Предоставляются дополнительные скидки.