

**ПАО «ГАЗПРОМ»  
ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»**

**СОГЛАСОВАНО**

Директор ООО НПО  
«Турбулентность-ДОН»

  
К.В.Улановский

« 19 » февраля 2016 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель генерального директора  
ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»

  
А.Н.Шабан

« 25 » февраля 2016 г.

**ОТЧЕТ**

**о проведении опытно-промышленной эксплуатации  
ультразвукового расходомера газа «Turbo Flow UFG №90022»  
производства ООО НПО «Турбулентность-ДОН»  
(г. Ростов-на-Дону)**

Республика Беларусь  
г. Минск  
2016 г.

## **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.**

Объектом опытно-промышленной эксплуатации является ультразвуковой расходомер газа «Turbo Flow UFG» DN300 PN63 исполнения С1ТР Зав. №90022 (далее Расходомер) производства ООО НПО «Турбулентность-ДОН»

Целью проведения испытаний являются:

- проверка работоспособности, технических и метрологических характеристик Расходомера в реальных условиях эксплуатации;
- определение возможности применения Расходомера на объектах ПАО «Газпром».

Основаниями для проведения опытно-промышленной эксплуатации являются: письмо ОАО «Газпром» от 29.12.2014 № №08/11-2404 «О проведении опытно-промышленной эксплуатации расходомеров», утверждённая программа и методика опытно-промышленной эксплуатации от 09.04.2015 и приказ ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» от 16.09.2015 №4156/57.

Место проведения опытно-промышленной эксплуатации: ГРС «Белоозерск» филиала «Кобринское УМГ» ОАО «Газпром трансгаз Беларусь».

Период проведения опытно-промышленной эксплуатации: с 01.11.2015 по 11.01.2016 г.

Организация, представившая Расходомер на опытно-промышленную эксплуатацию: ООО НПО «Турбулентность-ДОН».

## **2. СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ.**

### **2.1. Назначение.**

Расходомер предназначен для измерений расхода и объема природного газа и других газовых сред с приведением результатов измерений к стандартным условиям.

### **2.2. Калибровка Расходомера.**

Расходомер прошел первичную калибровку в Государственном центре испытаний средств измерений «Уральский региональный метрологический центр» ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» на калибровочной среде «Природный газ» с применением в качестве эталона поверочной установки УРМЦ – 10000 (свидетельство об аттестации эталона №0001-2014 г., действ. до 25.09.2018 г.). Свидетельство о поверке Расходомера №Р-2015.08-001.

### **2.3. Конструктивные особенности.**

Конструктивно Расходомер включает в себя:

- преобразователь расхода ультразвуковой (УПР) выполненный в виде корпуса круглого или прямоугольного сечения с установленными ультразвуковыми приемо-передатчиками и преобразователями температуры и давления;

- электронный блок (ЭБ), осуществляющий прием – передачу сигналов через ультразвуковые приемо-передатчики, их преобразование, обработку и вычисление расхода газа с последующим формированием цифрового выходного сигнала и архивной записи. ЭБ устанавливается на корпусе УПР или может быть встроен в расходомерный шкаф (РШ);

- промышленный компьютер (ППК) представляет собой электронное устройство, помещенное в металлический корпус с резистивным сенсорным экраном с диагональю 10 дюймов.

Внешний вид Расходомера приведен на рисунке 1, рисунке 2.

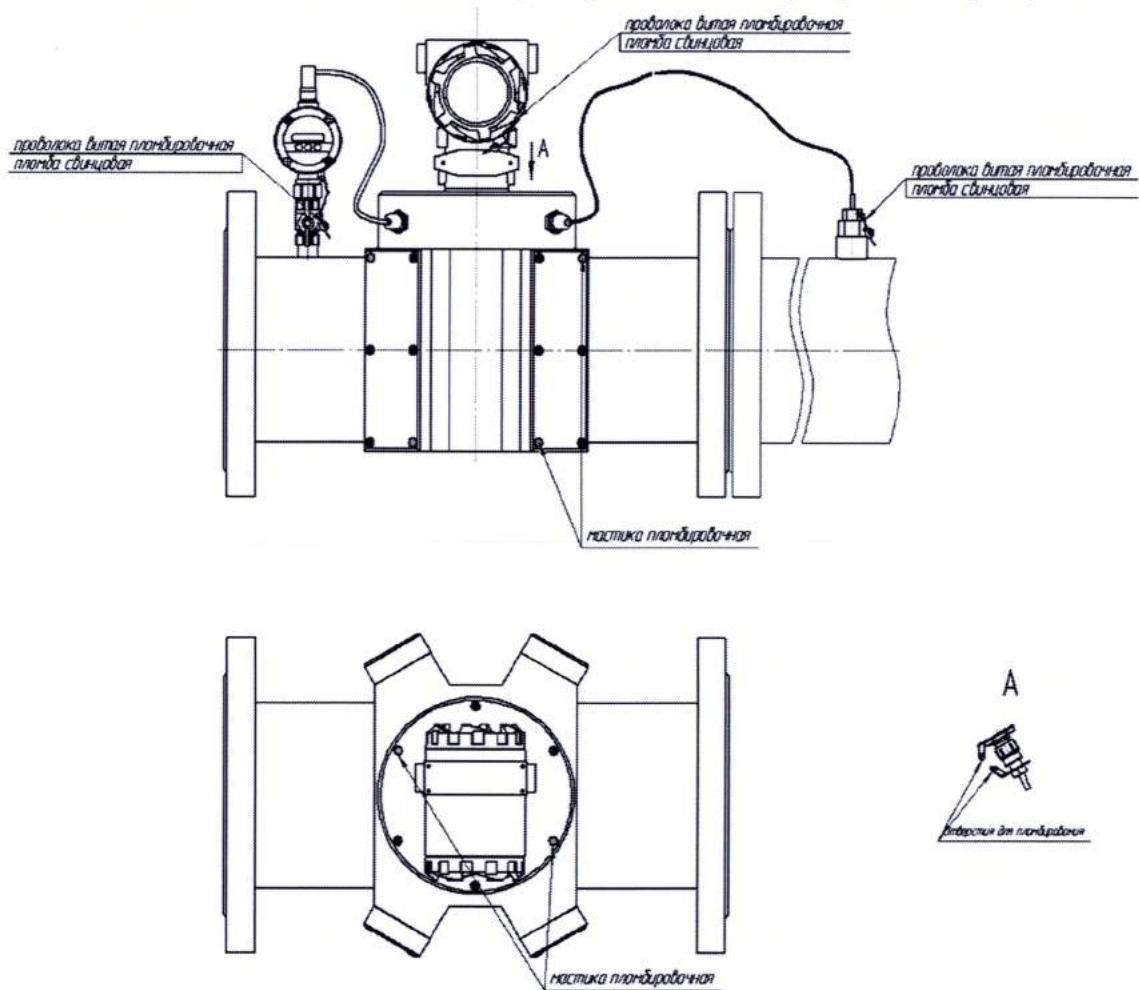


Рисунок 1. Внешний вид Расходомера

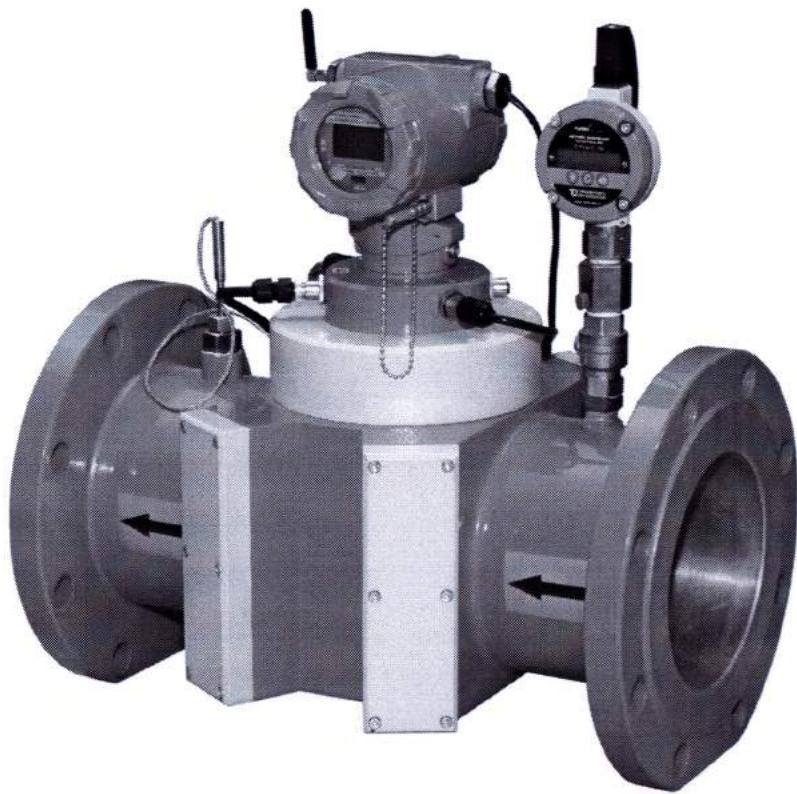


Рисунок 2. Внешний вид Расходомера

Электронный блок ультразвукового расходомера имеет стандартный цифровой интерфейс RS-485.

Расходомер обеспечивает выполнение следующих функций:

- измерение объемного расхода и объема газа при рабочих условиях и вычисление объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, а также вычисление массового расхода и массы газов;
- архивирование в энергонезависимой памяти и вывод на показывающее устройство результатов измерений и вычислений объема, расхода, температуры, давления, архивов событий и параметров функционирования;
- периодическое введение и регистрацию значений условно-постоянных величин;
- защиту от несанкционированного доступа к параметризации и архивам;
- передачу измеренных данных, параметров настройки и архивной информации;
- разделение и ограничение напряжения и тока в искробезопасных цепях.

Степень защиты (от воздействия твердых тел и воды) УПР Расходомера по ГОСТ 14254-96 не ниже: IP65.

Взрывозащищенность основных блоков расходомера достигается:

- ограничением напряжений и токов в электрических цепях до безопасных значений;
- гальваническим разделением искробезопасных электрических цепей подключения датчиков от выходных;
- выполнением конструкции расходомера в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011, ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010, ГОСТ IEC 60079-1-2011 (в зависимости от исполнения).

УПР выполнен во взрывонепроницаемом исполнении и имеет маркировку взрывозащиты 1 Ex d ib [ia Ga] IIС T4 Gb что соответствует ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011, ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010 и ГОСТ IEC 60079-1-2011 и может устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно гл.7.3 ПУЭ.

Выходные цепи РШ для подключения УПР выполнены в искробезопасном исполнении в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011, ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010 и ГОСТ IEC 60079-1-2011. РШ имеют маркировку [Ex ib Gb] IIС.

## **2.4. Принцип работы.**

Принцип работы расходомера основан на методе измерения разности между временем прохождения ультразвуковых импульсов по потоку и против потока газа.

Измеренная разность времени, пропорциональная скорости потока, преобразуется в значение объемного расхода газа.

Коэффициент сжимаемости газа определяется расчётным путём по ГОСТ 30319.2-96.

ППК предназначен для сбора данных с электронного блока, их хранения и отображения (графики, таблицы).

## **2.5. Основные характеристики**

Основные технические характеристики Расходомера приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

Измеряемая среда	Природный газ
Температура измеряемой и окружающей среды, °С	От - 50 до +70
Номинальный диаметр, мм	300
Диапазон измерений расхода газа при рабочих условиях, м <sup>3</sup> /ч	от 50 до 10000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода и объема газа в рабочих условиях, не более	± 0,5 % для 0,01Q <sub>max</sub> < Q <sub>p</sub> ≤ Q <sub>max</sub> ; ± 0,5 % для Q <sub>min</sub> ≤ Q <sub>p</sub> ≤ 0,01Q <sub>max</sub> ;
Предел допускаемой относительной погрешности измерений давления	±0,25 %
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры	±(0,15+0,005 t ) °C
Предел допускаемой относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям	±0,02 %
Максимальное давление эксплуатации, МПа	6,3
Метод расчета коэффициента сжимаемости по ГОСТ 30319.2-96	GERG91mod, ВНИЦ СМВ
Цифровые интерфейсы связи	RS-485

### 3. РАЗМЕЩЕНИЕ И УСЛОВИЯ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Расходомер смонтирован на прямом участке трубопровода, на выходе №3 ГРС «Белоозерск».

Установка Расходомера, его подключение к системам телемеханики и электропитания осуществлялись при участии специалистов ООО «НПО Тurbulentность-ДОН» в соответствии с эксплуатационной документацией на Расходомер, проектной документацией, разработанной филиалом «Инженерно-технический центр ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», ТКП 038-2006, ТКП 039-

2006 и иных технических документов, действующих в Республике Беларусь и ПАО «Газпром».

В качестве контрольных расходомеров использовались ультразвуковые преобразователи расхода газа USZ 08 DN250 производства RMG Messtechnik GmbH с электронными корректорами ERZ2004, установленные на ГРС «Белоозерск-2», на которую природный газ поступает с выхода №3 ГРС «Белоозерск».

Схема подачи газа при проведении испытаний Расходомера приведена в Приложении 1.

## **4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ.**

### **4.1. Проверка комплектности документации.**

Расходомер был предоставлен на испытания со следующим комплектом документов:

- Руководство по эксплуатации ТУAC.407252.001 РЭ.
- Копия описания типа средств измерений (приложение к свидетельству № 54041 об утверждении типа средств измерений Российской Федерации).
- Копия сертификата соответствия требованиям Технического регламента Таможенного Союза ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» № ТС RU C-RU.ГБ05.В.00079 (с приложениями).
- Паспорт Расходомера.
- Паспорт и свидетельство о поверке термопреобразователя сопротивлений.
- Паспорт и протокол испытаний на герметичность гильзы защитной.

### **4.2. Проверка состава и комплектности Расходомера, качества выполненного монтажа.**

Проверка состава, комплектности и качества выполненного монтажа Расходомера была проведена на ГРС «Белоозерск» специалистами ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» и представителем ООО «НПО Турбулентность-ДОН» Дейко Е.Ю. По результатам выполненных работ был составлен акт проверки готовности ультразвукового расходомера «Turbo Flow UFG №90022» к опытно-промышленной эксплуатации (Приложение 2).

#### **4.3. Проверка формируемых Расходомером часовых и суточных архивов измеряемых и вычисляемых величин, архива аварий и вмешательств.**

Часовые и суточные архивы измеряемых и вычисляемых величин и архивы аварий и вмешательств считывались из Расходомера при помощи персонального компьютера с установленным программным обеспечением «XGViewer».

Произведен анализ полноты и достоверности данных в архивах Расходомера.

Программное обеспечение Расходомера позволяет корректно и в полном объеме формировать архивы результатов измерений, архивы вмешательств и аварийных событий.

#### **4.4. Сравнение соответствующих часовых и суточных значений давления, температуры, расхода газа при рабочих и стандартных условиях, измеренных Расходомером и средствами измерений на ГРС Белоозерск-2.**

Еженедельно специалистами ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»:

- считывались суточные из Расходомера и электронных корректоров ERZ2004, установленных на ГРС «Белоозерск-2»;
- производилась оценка изменения объема газа в участке трубопровода между Расходомером на ГРС «Белоозерск» и контрольным расходомером USZ 08 на ГРС «Белоозерск-2» за период проведения испытаний.
- производился анализ относительного отклонения результатов измерений Расходомера от результатов, зафиксированных электронными корректорами ERZ2004.

Расчет относительного суточного отклонения результатов измерений Расходомера от результатов измерений электронных корректоров ERZ2004 производился по формуле:

$$\delta V = \frac{V_B - V_{ERZ}}{V_{ERZ}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где

$\delta V$  – относительное отклонение результатов измерений Расходомера от результатов измерений электронных корректоров ERZ2004, %;

$V_B$  – количество газа при стандартных условиях, измеренное Расходомером за контрактные сутки на ГРС «Белоозерск», м<sup>3</sup>;

$V_{ERZ}$  – количество газа при стандартных условиях, измеренное электронными корректорами ERZ2004 за контрактные сутки на ГРС «Белоозерск-2», м<sup>3</sup>.

Результаты расчета относительного отклонения результатов измерений Расходомера от результатов измерений электронных корректоров ERZ2004 приведены в Приложении 3.

По результатам расчетов было определено, что изменение объема газа в участке трубопровода между Расходомером на ГРС «Белоозерск» и контрольным расходомером USZ 08 на ГРС «Белоозерск-2» за весь период проведения испытаний составило 3 599 м<sup>3</sup>. Данное изменение запаса газа учтено в суммарном объеме газа, прошедшем через Расходомер за период опытной эксплуатации.

Относительное отклонение количества газа при стандартных условиях, измеренного Расходомером на ГРС «Белоозерск» и ультразвуковыми счетчиками RMG USZ 08 с электронными корректорами ERZ2004 на ГРС «Белоозерск-2», за весь период опытно-промышленной эксплуатации не превысило -0,27 %.

## **5. ЗАМЕЧАНИЯ, ВЫЯВЛЕННЫЕ В ПРОЦЕССЕ ИСПЫТАНИЙ.**

По результатам опытно-промышленной эксплуатации Расходомера были выявлены следующие замечания:

1. Расходомер не выполняет проверку физико-химических показателей природного газа, вводимых в его конфигурацию, на соответствие допускаемым границам. При введении в Расходомер некорректных физико-химических показателей природного газа он не формирует аварийное сообщение в архиве событий.

2. В архиве событий:

- не отображаются единицы измерений параметров;
- в записях об изменении параметров конфигурации не указывается одновременно исходное и измененное значения параметра.

3. В руководстве по эксплуатации Расходомера не описана методика изменения коэффициентов коррекции калибровочной характеристики. Если Расходомер проходил первичную поверку на стенде высокого давления природным газом, то пройти поверку воздухом или природным газом при давлении, отличном от давления первичной поверки, будет невозможно без

изменения коэффициентов коррекции калибровочной характеристики, введенных в конфигурацию Расходомера при первичной поверке.

## **6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

Ультразвуковой расходомер «Turbo Flow UFG» исполнения С1ТР №90022 производства ООО «НПО Турбулентность-ДОН» прошел опытно-промышленную эксплуатацию на ГРС «Белоозерск» филиала «Кобринское УМГ ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» в период с 01.11.2015 по 11.01.2016 г.

В процессе опытно-промышленной эксплуатации были подтверждены метрологические и технические характеристики Расходомера, заявленные Производителем.

Расходомер показал высокую точность и стабильность измерений расхода и количества природного газа, приведенного к стандартным условиям.

Первичный преобразователь расхода газа, входящий в состав ультразвукового расходомера «Turbo Flow UFG-F», обеспечивает измерения расхода и количества природного газа в соответствии с требованиями технических документов, действующих в ПАО «Газпром» и Республике Беларусь.

С учетом вышеизложенного:

1. Считаем возможным рекомендовать ультразвуковые расходомеры «Turbo Flow UFG-F» исполнения С1ТР для применения на узлах измерений расхода и количества природного газа ПАО «Газпром» с учетом требований пунктов 5.7.1, 5.7.2 и 5.9.9 СТО Газпром 5.37-2011.

2. С целью повышения надежности и достоверности измерений количества газа, возможности оперативного выявления нештатных ситуаций и для повышения удобства эксплуатации Расходомера рекомендуем ООО НПО «Турбулентность ДОН» устраниТЬ замечания, указанные в Разделе 5 настоящего отчета.

Начальник производственного отдела  
метрологического обеспечения – главный метролог  
ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»

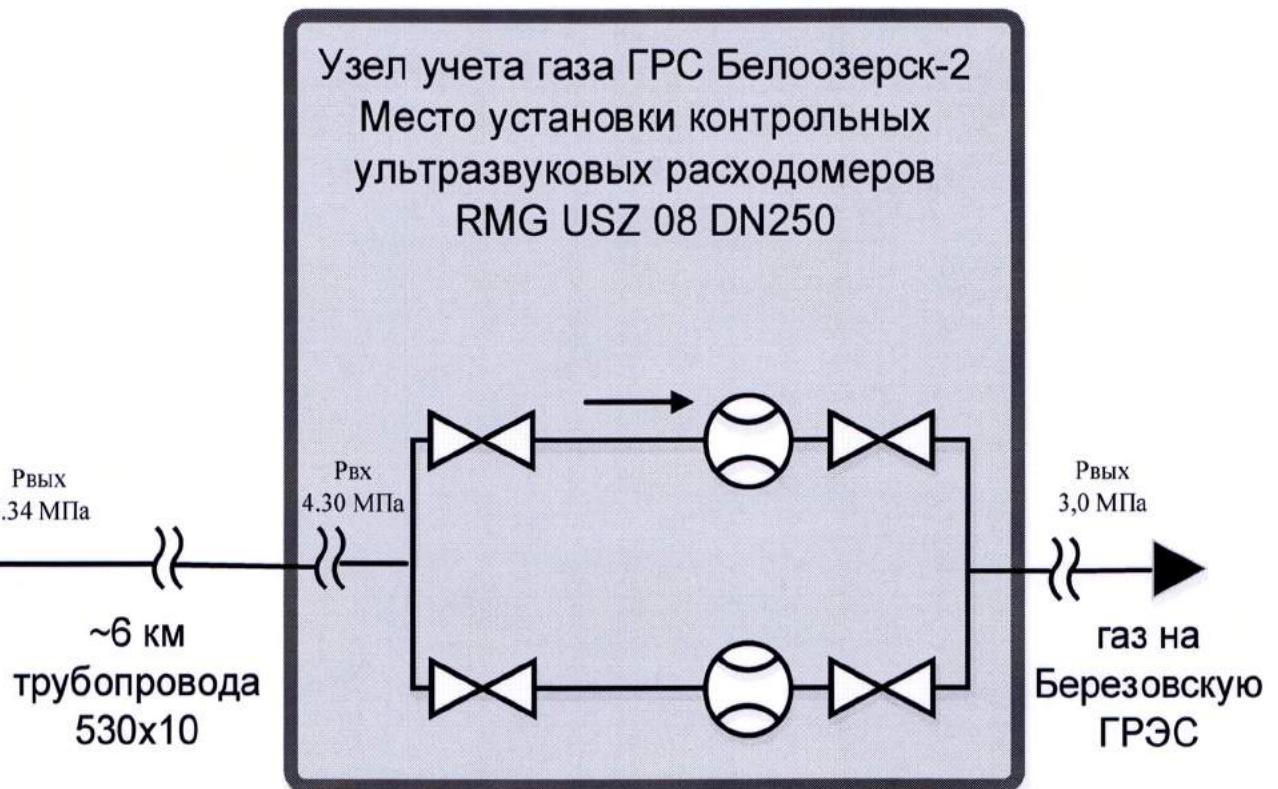
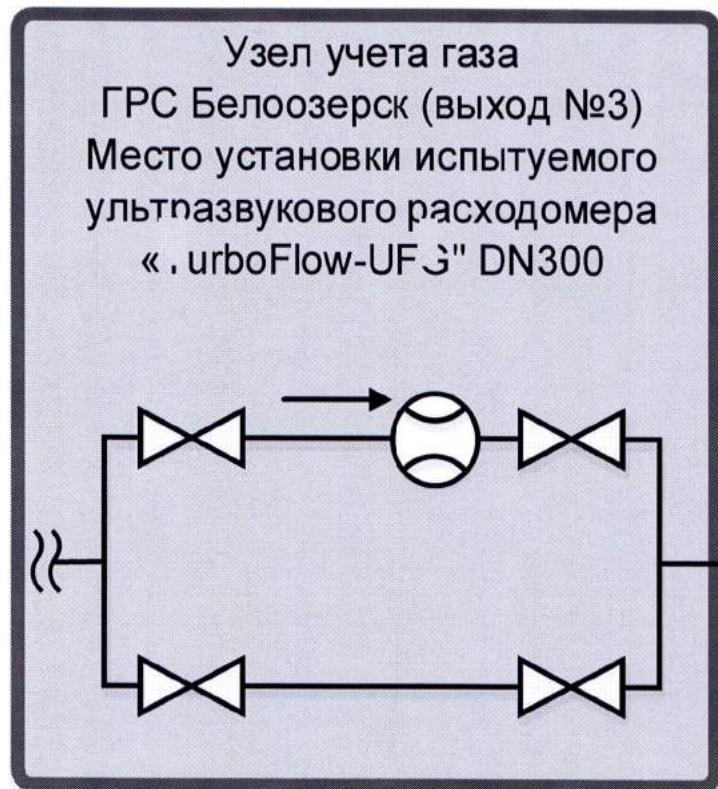
И.Б.Лебединский

Инженер производственного  
отдела метрологического обеспечения  
ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»

Е.А.Усик

## Приложение 1

Схема подачи газа при проведении испытаний ультразвукового расходомера «Turbo Flow UFG №90022»



## Приложение 2

Akt

24.09.2015г.

г. Белоярск

Мы, наименование выше, сдали настоящий акт  
о том, что:

С помощью ультразвукового расходомера Turbo Flow UFG-  
проверена в соответствии с предоставленными техническими  
и эксплуатационными документами на расходомер

д. проверена герметичность расходомером газов  
и гидравлическая герметичность винтовых  
затяжек и болтов.

От ОOO НПО «Турбулентност-Дон»

Начальник отдела  
разработки средств измерений

 Вasil'ev E.O.

От ОАО «Радиометр-Белгуд»

Инженер проверки  
отдела метрологических измерений  Lebedev A.C.

**Приложение 3**

Протокол испытаний ультразвукового расходомера газа «Turbo Flow UFG №90022»

<b>Дата</b>	<b>Объем газа за сутки, приведенный к стандартным условиям, м<sup>3</sup></b>		<b>Относительная разность показаний «Turbo Flow UFG» и ERZ2004, %</b>	<b>Примечание</b>
	<b>По показаниям «Turbo Flow UFG»</b>	<b>По показаниям «ERZ 2004»</b>		
01.11.2015	814 404	819 827	-0,66	
02.11.2015	1 858 092	1 859 788	-0,09	
03.11.2015	1 936 789	1 940 226	-0,18	
04.11.2015	1 926 395	1 930 183	-0,20	
05.11.2015	1 905 089	1 913 438	-0,44	
06.11.2015	1 927 128	1 938 009	-0,56	
07.11.2015	1 699 641	1 710 607	-0,64	
08.11.2015	1 783 916	1 791 937	-0,45	
09.11.2015	2 028 373	2 039 020	-0,52	
10.11.2015	2 018 428	2 027 401	-0,44	
11.11.2015	1 973 523	1 978 461	-0,25	*
12.11.2015	1 972 999	1 979 902	-0,35	
13.11.2015	1 945 160	1 951 418	-0,32	
14.11.2015	1 871 998	1 876 413	-0,24	
15.11.2015	1 819 462	1 822 256	-0,15	
16.11.2015	2 029 544	2 034 848	-0,26	
17.11.2015	2 016 511	2 021 521	-0,25	
18.11.2015	1 994 511	2 000 087	-0,28	
19.11.2015	2 050 399	2 057 369	-0,34	
20.11.2015	1 987 289	1 993 625	-0,32	

Дата	<b>Объем газа за сутки, приведенный к стандартным условиям, м<sup>3</sup></b>		<b>Относительная разность показаний «Turbo Flow UFG» и ERZ2004, %</b>	<b>Примечание</b>
	<b>По показаниям «Turbo Flow UFG»</b>	<b>По показаниям «ERZ 2004»</b>		
21.11.2015	1 823 198	1 830 834	-0,42	
22.11.2015	1 746 278	1 746 628	-0,02	
08.12.2015	2 335 346	2 341 799	-0,28	
09.12.2015	2 389 710	2 396 818	-0,30	
10.12.2015	2 403 295	2 409 819	-0,27	
11.12.2015	2 212 534	2 220 150	-0,34	
12.12.2015	2 014 716	2 022 914	-0,41	
13.12.2015	2 047 736	2 049 258	-0,07	
14.12.2015	2 360 308	2 368 776	-0,36	
15.12.2015	2 316 646	2 327 170	-0,45	
16.12.2015	2 280 105	2 284 352	-0,19	
17.12.2015	2 261 902	2 266 496	-0,20	
18.12.2015	2 327 913	2 333 977	-0,26	
19.12.2015	2 286 140	2 297 366	-0,49	
20.12.2015	2 269 718	2 274 617	-0,22	
21.12.2015	2 413 077	2 420 944	-0,32	
22.12.2015	2 335 426	2 337 348	-0,08	
23.12.2015	2 283 357	2 288 522	-0,23	
24.12.2015	2 322 361	2 328 516	-0,26	
25.12.2015	2 159 873	2 164 185	-0,20	
26.12.2015	2 190 647	2 194 778	-0,19	
27.12.2015	2 072 420	2 073 137	-0,03	
28.12.2015	2 152 866	2 156 182	-0,15	
29.12.2015	2 090 315	2 092 199	-0,09	

Дата	<b>Объем газа за сутки, приведенный к стандартным условиям, м<sup>3</sup></b>		<b>Относительная разность показаний «Turbo Flow UFG» и ERZ2004, %</b>	<b>Примечание</b>
	<b>По показаниям «Turbo Flow UFG»</b>	<b>По показаниям «ERZ 2004»</b>		
30.12.2015	1 603 090	1 612 081	-0,56	
31.12.2015	751 918	750 693	0,16	
01.01.2016	724 203	724 809	-0,08	
02.01.2016	716 982	715 981	0,14	
03.01.2016	725 100	723 510	0,22	
04.01.2016	718 507	713 981	0,63	
<b>ИТОГО</b>	<b>95 898 937</b>	<b>96 154 176</b>	<b>-0,27</b>	

Результаты измерений Расходомера с 23.11.2015 по 07.12.2015 включительно и с 05.01.2016 по 11.01.2016 включительно не учитывались при расчете средней относительной разности показаний расходомеров по причине некорректных данных о плотности и составе газа, введённых в Расходомер.

К суммарному объему газа, измеренному Расходомером, добавлено 3599 м<sup>3</sup> за счет уменьшения за время проведения испытаний объема газа в участке трубопровода между Расходомером на ГРС «Белоозерск» и контрольным расходомером USZ 08 на ГРС «Белоозерск-2».