

УТВЕРЖДАЮ  
Первый заместитель  
генерального директора-  
заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

11 2014 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

Система контроля герметичности оболочек твэл газовая ГС КГО

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

АРТН.501317.301 МП

1.Р.62008-15

р.п. Менделеево  
2014 г.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на систему контроля герметичности оболочек твэл газовую ГС КГО (далее система) и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 Перед проведением поверки системы провести внешний осмотр и операции подготовки ее к работе.

1.2 Метрологические характеристики системы, подлежащие проверке и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения	7.3	да	да
4 Определение (контроль) метрологических характеристик:			
4.1 Определение сопротивления изоляции измерительных цепей и цепей питания ионизационной камеры	7.4.1	да	да
4.2 Определение относительной погрешности измерения силы постоянного тока блоком усиления	7.4.2	да	да
4.3 Определение относительной погрешности измерения $\beta$ -активности защитного газа	7.4.3	да	нет

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

2.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с не истекшим сроком действия на время проведения поверки или оттиск поверительного клейма на приборе или в документации.

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
7.2	Калибратор силы тока 6220, рег. № 49335-12, диапазон воспроизведения силы постоянного тока до 100 мА, пределы допускаемой основной погрешности 0,05-0,4 %
7.4.1	Тестер сопротивления изоляции АМ-2125, рег. № 48033-11, измерения сопротивления до 1,2 ТОм, испытательное напряжение постоянного тока до 1000 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 5,0\%$
7.4.2	Калибратор силы тока 6220, рег. № 49335-12, диапазон воспроизведения силы постоянного тока до 100 мА, пределы допускаемой основной погрешности 0,05-0,4 %
7.4.3	Источник $\beta$ -излучения БИС-Р, внешнее $\beta$ -излучение величиной не менее $5,0 \cdot 10^8$ $\text{с}^{-1}$ , пределы допускаемой относительной погрешности активности источника $\beta$ -излучения $\pm 10,0\%$

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки анализаторов допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей по ПР 50.2.012-94).

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

4.2 Все работы с системой должны проводиться в соответствии со следующей нормативной документацией:

НП-001-97. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97);

НРБ-99/2009. Нормы радиационной безопасности.

4.3 При работе с источниками ионизирующих излучений необходимо выполнять требования радиационной безопасности, изложенные в документах «НРБ-99/2009. Нормы радиационной безопасности» и «ОСПОРБ-2010. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности».

### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$   $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, %  $65 \pm 15$ ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)  $100 \pm 4$  ( $750 \pm 30$ );
- параметры питания от сети переменного тока:

- напряжение, В	220 ± 5;
- частота, Гц	50 ± 0,5;

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации (РЭ) поверяемой системы и руководство по эксплуатации (РЭ) используемых средств поверки.

6.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемой системы в соответствии с РЭ.
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) требуемые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность системы;

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность системы.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Подключить систему к сети переменного тока.

7.2.2 Включить систему.

7.2.3 Запустить на сервисной ЭВМ тестовое ПО.

7.2.4 Результаты опробования считать положительными, если отсутствуют сообщения об ошибках

7.2.5. Проверить работоспособность канала контроля перепада давления.

7.2.5.1 Собрать схему согласно приложению, А.2

7.2.5.2 Последовательно на вход канала контроля перепада давления с калибратора тока подать постоянный ток величинами  $3,5 \cdot 10^{-3}$ ,  $4,5 \cdot 10^{-3}$ ,  $7,0 \cdot 10^{-3}$ ,  $15,0 \cdot 10^{-3}$ ,  $19,0 \cdot 10^{-3}$ ,  $21,0 \cdot 10^{-3}$  А.

7.2.5.3 Результаты проверки считаются положительными, если при задании значения тока  $15 \cdot 10^{-3}$  А (соответствует 1,1 кПа) выдается сообщение о необходимости замены фильтра, при задании значений тока  $3,5 \cdot 10^{-3}$  А и  $21 \cdot 10^{-3}$  А выдается сигнал неисправности датчика перепада давления.

### 7.3 Идентификация программного обеспечения

7.3.1 Запустить программное обеспечение на сервисной ЭВМ в соответствии с руководством по эксплуатации,

7.3.2 Ознакомиться с информацией, отображаемой на дисплее.

7.3.3 Подать запрос в MODBUS RTU протокол для получения информации о версии прикладного программного обеспечения (ППО)

7.3.4 Проверку соответствия заявленных идентификационных данных ПО системы провести, в соответствии с РЭ в следующей последовательности:

- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО;
- определить цифровой идентификатор ПО (контрольную сумму исполняемого кода).

7.3.5 Для расчета цифрового идентификатора применяется алгоритм SHA-1 реализованный в программе (утилите) «HashTable».

7.3.6 Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	bn600mcugs
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.0.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	A9918AA393504A6BCC1F4A26BB 607B1CC1776921
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	SHA-1

#### 7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Определение сопротивления изоляции измерительных цепей и цепей питания ионизационной камеры.

7.4.1.1 Определить сопротивление изоляции измерительных цепей ионизационной камеры с помощью прибора АМ-2125 при напряжении 1000 В постоянного тока в соответствии с таблицей 4.

7.4.1.2 Результаты измерений занести в таблицу 4.

Таблица 4

Проверяемая цепь	Сопротивление изоляции	Проверяемая цепь	Сопротивление изоляции
Вых 1 – Вых 2		«+» – Вых 2	
Вых 1 – Вых 3		«+» – Вых 3	
Вых 2 – Вых 3		Вых 1 – Корпус	
«-» – «+»		Вых 2 – Корпус	
«-» – Вых 1		Вых 3 – Корпус	
«-» – Вых 2		«+» – Корпус	
«-» – Вых 3		«-» – Корпус	
«+» – Вых 1		-	

7.4.1.3. Результаты проверки считать положительными, если значения сопротивления изоляции, имеют величину не менее  $1 \cdot 10^9$  Ом.

7.4.2: Определение относительной погрешности измерения силы постоянного тока блоком усиления.

7.4.2.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

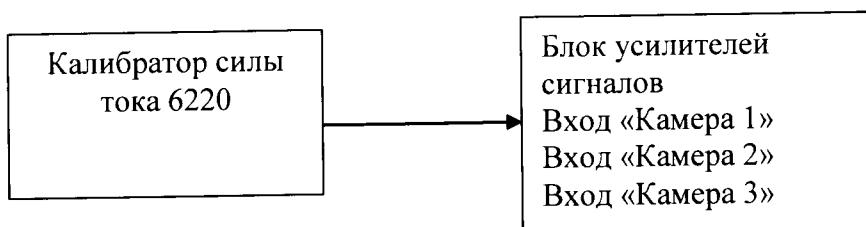


Рисунок 1

7.4.2.2 Подготовить калибратор к работе в соответствии с ТО на него.

7.4.2.3 Подать на вход «Камера 1» блока усиления ток величиной  $2,0 \cdot 10^{-9}$  А

7.4.2.4 Измерить величину тока с помощью блока усиления.

7.4.2.5 Результаты измерений занести в таблицу 5.

7.4.2.6 Вычислить относительную погрешность измерения силы постоянного тока сигнала  $\delta I$  по формуле

$$\delta I = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{зад}}}{I_{\text{зад}}} \cdot 100\%$$

где:  $I_{\text{зад}}$  — заданное значение входного тока, А;  
 $I_{\text{изм}}$  — измеренное значения выходного тока, А.

7.4.2.7 Результаты вычислений занести в таблицу 5.

Таблица 5

№ камеры	$I_{\text{зад}}, \text{А}$	$I_{\text{изм}}, \text{А}$	$\delta I, \%$
Камера 1	$2,0 \cdot 10^{-9}$		
	$6,0 \cdot 10^{-9}$		
	$9,0 \cdot 10^{-9}$		
	$2,0 \cdot 10^{-8}$		
	$6,0 \cdot 10^{-8}$		
	$9,0 \cdot 10^{-8}$		
	$2,0 \cdot 10^{-7}$		
	$6,0 \cdot 10^{-7}$		
	$9,0 \cdot 10^{-7}$		
	$2,0 \cdot 10^{-6}$		
	$6,0 \cdot 10^{-6}$		
	$9,0 \cdot 10^{-6}$		
	$2,0 \cdot 10^{-5}$		
	$6,0 \cdot 10^{-5}$		
	$5,0 \cdot 10^{-5}$		
	$2,0 \cdot 10^{-4}$		
	$6,0 \cdot 10^{-4}$		
	$9,0 \cdot 10^{-4}$		
	$2,0 \cdot 10^{-10}$		
	$6,0 \cdot 10^{-10}$		
	$9,0 \cdot 10^{-10}$		
	$2,0 \cdot 10^{-9}$		
	$6,0 \cdot 10^{-9}$		

Камера 2	$9,0 \cdot 10^{-9}$		
	$2,0 \cdot 10^{-8}$		
	$6,0 \cdot 10^{-8}$		
	$9,0 \cdot 10^{-8}$		
	$2,0 \cdot 10^{-7}$		
	$6,0 \cdot 10^{-7}$		
	$9,0 \cdot 10^{-7}$		
	$2,0 \cdot 10^{-6}$		
	$6,0 \cdot 10^{-6}$		
	$9,0 \cdot 10^{-6}$		
	$2,0 \cdot 10^{-5}$		
	$6,0 \cdot 10^{-5}$		
	$9,0 \cdot 10^{-5}$		
	$6,0 \cdot 10^{-11}$		
Камера 3	$9,0 \cdot 10^{-11}$		
	$2,0 \cdot 10^{-10}$		
	$6,0 \cdot 10^{-10}$		
	$9,0 \cdot 10^{-10}$		
	$2,0 \cdot 10^{-9}$		
	$6,0 \cdot 10^{-9}$		
	$9,0 \cdot 10^{-9}$		
	$2,0 \cdot 10^{-8}$		
	$6,0 \cdot 10^{-8}$		
	$9,0 \cdot 10^{-8}$		
	$2,0 \cdot 10^{-7}$		
	$6,0 \cdot 10^{-7}$		
	$9,0 \cdot 10^{-7}$		
	$2,0 \cdot 10^{-6}$		
	$6,0 \cdot 10^{-6}$		
	$9,0 \cdot 10^{-6}$		
	$2,0 \cdot 10^{-5}$		
	$6,0 \cdot 10^{-5}$		
	$9,0 \cdot 10^{-5}$		

7.4.2.8 Последовательно подать на вход «Камера 1» блока усиления токи в соответствии с таблицей 5.

7.4.2.9 Повторить п.п 7.4.2.4-7.4.2.8

7.4.2.10 Подключить калибратор постоянного тока ко входу «Камера 2» блока усиления.

7.4.2.11 Последовательно подать на вход «Камера 2» блока усиления токи в соответствии с таблицей 5.

7.4.2.12 Повторить п.п 7.4.2.4-7.4.2.8

7.4.2.13 Подключить калибратор постоянного тока ко входу «Камера 3» блока усиления.

7.4.2.14 Последовательно подать на вход «Камера3» блока усиления токи в соответствии с таблицей 5.

7.4.2.15 Повторить п.п 7.4.2.4-7.4.2.8

7.4.2.16 Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность измерения силы постоянного тока находится в пределах:

± 2,0 % в диапазоне  $10^{-3} \div 10^{-7}$  А;

± 5,0 % в диапазоне  $10^{-7} \div 10^{-9}$  А;

± 10,0 % в диапазоне  $10^{-9} \div 5,5 \cdot 10^{-9}$  А.

7.4.3 Определение относительной погрешности измерения  $\beta$ -активности защитного газа.

7.4.3.1 Собрать схему согласно рисунку А.1.

7.4.3.2 В проточную часть ионизационной камеры поместить источник  $\beta$ -излучения БИС-Р.

7.4.3.3 На сервисной ЭВМ зафиксировать токовые сигналы по всем измерительным объёмам ионизационной камеры.

7.4.3.4 Результаты измерений занести в таблицу 6.

Таблица 6

	Заданная эквивалентная объёмная $\beta$ -активность, $\beta_{ист}$ , $\text{Бк}/\text{м}^3$	Измеренное значение электрического тока, $I_{изм}$ , А	Измеренная $\beta$ -активность $\text{МБк}/\text{м}^3$	Относительная погрешность измерения $\beta$ -активности защитного газа, $\delta\beta$ , %
Камера 1	$95 \pm 10,1$			
Камера 2	$51 \pm 4,6$			
Камера 3	$73 \pm 8,7$			

7.4.3.5 Вычислить  $\beta$ -активности защитного газа в ионизационной камере по формуле, результаты вычислений занести в таблицу 6:

$$\beta_{ик} = \frac{I - a}{\varepsilon}$$

где  $I$  – выходной ток внутренней камеры

для камеры 1  $a=1,52 \cdot 10^{-11}$  А,  $\varepsilon=1,72 \cdot 10^{-12}$   $\text{МБк}/\text{м}^3$

для камеры 2  $a=1,28 \cdot 10^{-11}$  А;  $\varepsilon=3,06 \cdot 10^{-13}$   $\text{МБк}/\text{м}^3$

для камеры 3  $a=1,90 \cdot 10^{-11}$  А;  $\varepsilon=2,40 \cdot 10^{-14}$   $\text{МБк}/\text{м}^3$

4.7.7 Определить относительную погрешность измерения  $\beta$ -активности защитного газа ионизационной камеры из уравнения.

$$\delta\beta_{\text{ик}} = \frac{\beta_{\text{ик}} - \beta_{\text{ист}}}{\beta_{\text{ист}}} \cdot 100\%$$

Полученное значение относительной погрешности  $\delta\beta_{\text{ик}}$  занести в таблицу 6.

4.7.8 Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность измерения  $\beta$ -активности защитного газа каждой из камер находится в пределах  $\pm 30\%$ .

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки системы выдается свидетельство установленной формы.

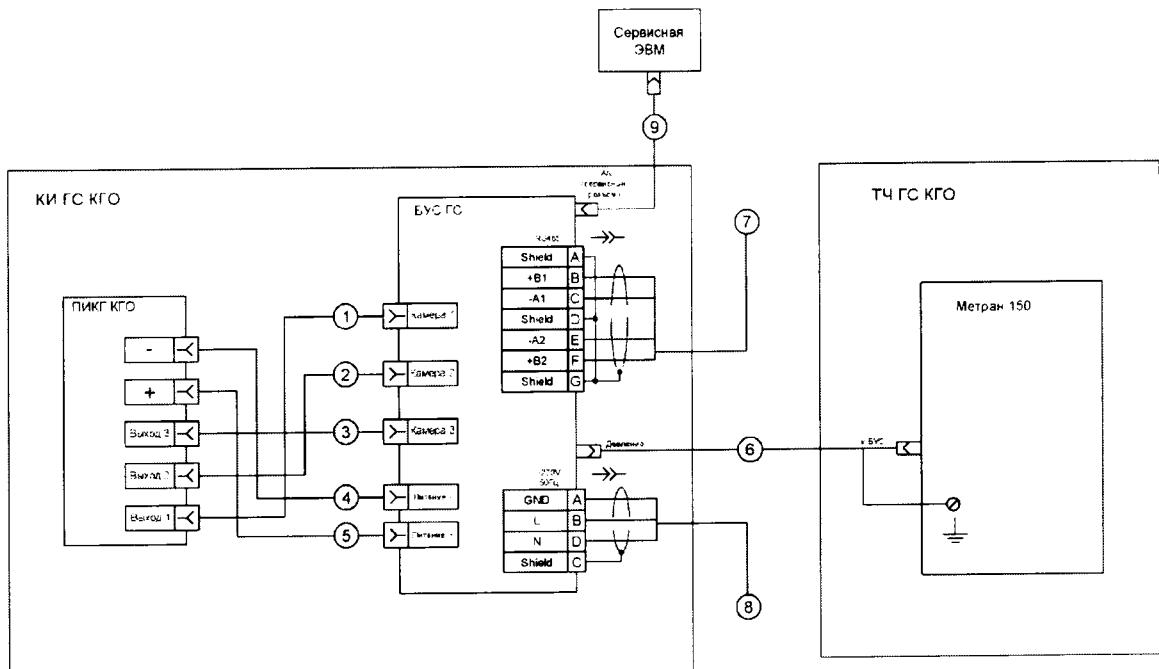
8.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки системы к дальнейшему применению не допускается. На систему выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин.

Начальник Центра испытаний  
и поверки средств измерений  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.В. Апрелев

**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Схема подключения ГС КГО при поверке**



- 1, 2, 3 – КЛС ГС;
- 4, 5 – КПК ГС;
- 6 – КДП ГС;
- 7 – RS485K;
- 8 – кабель питания БУС ГС;
- 9 – патч-корд 100Мб/с.

Рисунок А.1 - Подключение ГС КГО при определении относительной по-  
грешности измерения объёмной активности

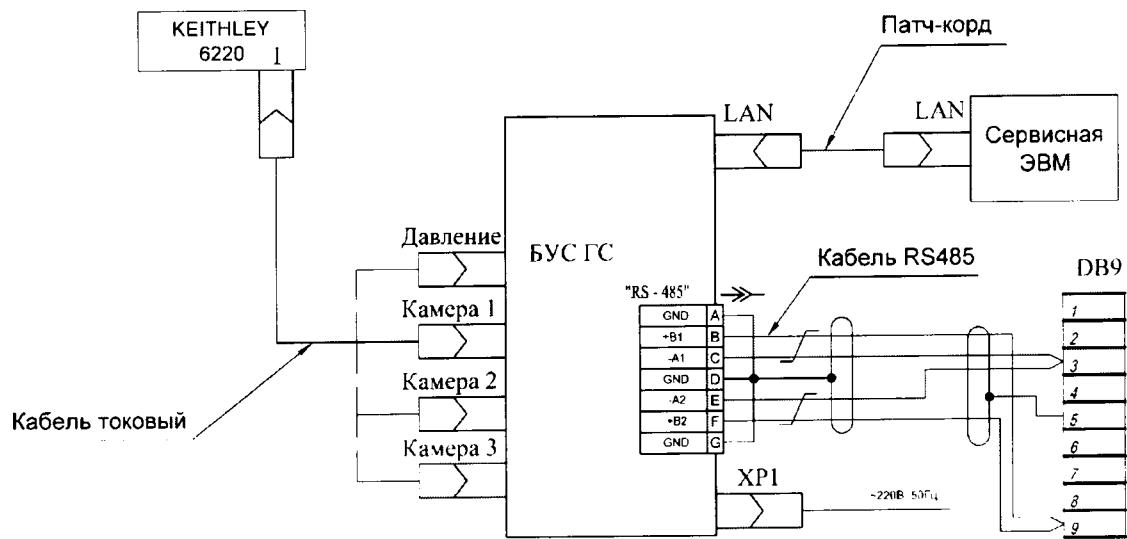


Рисунок А.2 - Подключение БУС ГС при определении работоспособности канала перепада давления и токовых сигналов ионизационной камеры