

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора

ФБУ «ЦСМ Татарстан»

  
\_\_\_\_\_  
« 29 » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Ф.М. Аблатыпов

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ  
ИНСТРУКЦИЯ.**

**Комплексы программно-технические «Smart-STEAM»**

**Методика поверки**

**4252 – 001 - 89973652 МП**

Настоящая методика распространяется на комплекс программно-технический «Smart-STEAM» (далее по тексту комплекс), в составе первичных измерительных преобразователей (ПИП) утвержденного типа и измерительных модулей с входными и выходными электрическими сигналами, для которых нормированы пределы допускаемых погрешностей без нормирования в отдельности характеристик систематической и случайной составляющих погрешности.

Настоящая методика устанавливает требования к объему, условиям поверки, методам и средствам экспериментального исследования метрологических характеристик и порядку оформления результатов поверки.

ПТК «Smart-STEAM» подлежит как первичной, так и периодической поверке.

Интервал между поверками ПТК «SMART-STEAM» – 4 года.

## 1 Операции поверки

Операции поверки ПТК «SMART-STEAM» с указанием разделов настоящей методики, где изложен порядок их выполнения, приведен в Таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Номер пункта настоящей методики
	первичной	периодической	
Внешний осмотр	Да	Да	6.1
Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции	Да	Да	6.2
Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления нефти/нефтепродуктов, энергоносителей и сред вспомогательных систем	Да	Да	6.3
Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления нефти/нефтепродуктов, энергоносителей и сред вспомогательных систем	Да	Да	6.4
Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений разности давлений	Да	Да	6.5
Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений разрежения	Да	Да	6.6
Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений силы тока, потребляемого нагрузкой.	Да	Да	6.7
Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения	Да	Да	6.8

нагрузки			
Проверка допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня нефти/нефтепродуктов в резервуаре.	Да	Да	6.9
Проверка допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и реагентов в вспомогательных емкостях	Да	Да	6.10
Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений виброскорости	Да	Да	6.11
Проверка допускаемой абсолютной погрешности измерений осевого смещения	Да	Да	6.12
Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений объемного содержания нефти и воды в водонефтяной смеси	Да	Да	6.13
Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений загазованности воздуха парами нефти/нефтепродуктов	Да	Да	6.14
Проверка допускаемой относительной погрешности измерений расхода нефти/нефтепродуктов	Да	Да	6.15
Проверка допускаемой относительной погрешности измерений расхода энергоносителей (жидкостей)	Да	Да	6.16
Проверка допускаемой относительной погрешности измерений расхода энергоносителей (пар/газ)	Да	Да	6.17
Проверка допускаемой относительной погрешности измерений расхода вспомогательных систем	Да	Да	6.18
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока	Да	Да	6.19
Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений силы постоянного тока	Да	Да	6.20
Проверка допускаемой приведенной погрешности канала измерения электрического сопротивления	Да	Да	6.21
Проверка допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры с помощью внешних термодатчиков	Да	Да	6.22
Проверка допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры с помощью внешних термопреобразователей сопротивлений	Да	Да	6.23
Проверка допускаемой абсолютной погрешности счёта импульсов	Да	Да	6.24

Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений частоты	Да	Да	6.25
Проверка допускаемой приведенной погрешности воспроизведения сигналов электрического напряжения	Да	Да	6.26
Проверка допускаемой приведенной погрешности воспроизведения сигналов силы постоянного тока	Да	Да	6.27
Подтверждение соответствия программного обеспечения средства измерения	Да	Да	6.28
Оформление результатов поверки	Да	Да	7

**Примечания:**

- При периодической поверке выполняют только проверку сопротивления изоляции.
- Операции п.п 6.3 - 6.28 могут выполняться в любой последовательности.
- После ремонта или замены любого измерительного компонента поверку канала выполняют по пунктам первичной поверки.

## 2 Средства поверки

Перечень основных средств поверки (эталонов) применяемых при проведении операций поверки, их характеристики представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки (эталоны)

Номер пункта НД по поверке	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки: обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.2	Установка для проверки электрической безопасности GPI-735A, погрешность измерения: пг ± 1 % 0,1...5 кВ, пг ± 5 % 1...500 МОм, пг ± 10 % 501...2000 МОм, пг ± 20 % 2001...9900 МОм
6.3 – 6.20, 6.22, 6.26, 6.27	Государственный рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 1 разряда в диапазоне значений от минус 24 до 24 мА, единицы постоянного электрического напряжения 3 разряда в диапазоне значений от минус 100 до 100 мВ, от минус 20 до 20 В, единицы электрического сопротивления 3 разряда в диапазоне значений от 5 до 4000 Ом, регистрационный номер эталона 3.1.ZAM.1301.2015
6.21, 6.23	Магазин электрического сопротивления P4831, пг ± 0,02 %
6.24, 6.25	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/5, пг ± 1·10 <sup>-7</sup> %, Генератор сигналов специальной формы GFG-3015, пг ± (0,02 + 5 ед.счета)

**Примечания:**

- Допускается применение средств измерений сравнимого или более высокого

Номер пункта НД по поверке	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
<p><i>класса точности.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Применяемые средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.</i></li> </ul>	

### **3 Требования к квалификации поверителей**

К поверке допускаются лица, освоившие работу с ПТК «Smart-STEAM» и используемыми средствами поверки (эталоны), изучившие настоящую методику поверки, аттестованные в соответствии с действующим законодательством и имеющие достаточную квалификацию для выбора методики проверки погрешности и выбора соответствующих эталонов.

### **4 Требования безопасности**

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (изд. 3), ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 22261, указаниями по безопасности, изложенными в руководствах по эксплуатации ПТК «Smart-STEAM», применяемых эталонов и вспомогательного оборудования.

Персонал, проводящий поверку, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу по технике электробезопасности не ниже 2-ой.

### **5 Условия проведения поверки и подготовка к ней**

Поверка ПТК «Smart-STEAM» должна проводиться в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 3$ ) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха (30 – 80) %;
- атмосферное давление (84 – 106) кПа;
- практическое отсутствие внешнего магнитного поля;
- напряжение питания от сети переменного тока ( $220 \pm 4,4$ ) В, частотой ( $50 \pm 0,5$ ) Гц, при коэффициенте гармоник не более 5 %.
- практическое отсутствие внешнего магнитного поля;

#### **Примечание:**

- *При невозможности обеспечения нормальных условий поверку проводят в фактических условиях эксплуатации. Условия поверки на месте эксплуатации*

*не должны выходить за пределы рабочих условий указанных в технической документации на ПТК «Smart-STEAM».*

Перед началом поверки поверитель должен изучить Руководство по эксплуатации ПТК «Smart-STEAM», эталонов и других технических средств, используемых при поверке, настоящую методику и правила техники безопасности.

## **6 Проведение поверки**

### **6.1 Внешний осмотр.**

При внешнем осмотре ПТК «Smart-STEAM» проверяют:

- наличие действующей поверки, удостоверенной знаком поверки в соответствии с описанием типа, на ПИП и определенными показателями точности;
- соответствие комплектности ПТК «Smart-STEAM» паспортным данным;
- маркировку;
- наличие необходимых надписей на лицевых панелях ПТК «Smart-STEAM» и измерительных модулей, входящих в состав ПТК «Smart-STEAM»;
- состояние коммуникационных и энергетических линий связи (шин, кабелей).

Не допускают к дальнейшей проверке комплексы, у которых обнаружено:

- отсутствие действующей поверки, удостоверенной знаком поверки в соответствии с описанием типа, на ПИП;
- неудовлетворительное крепление разъемов;
- обугливание изоляции;
- грубые механические повреждения наружных частей, органов регулирования и управления и прочие повреждения.

### **6.2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции.**

Электрическую прочность и сопротивление изоляции проверяют в соответствии с ГОСТ 22261-94 и технической документацией на ПТК «Smart-STEAM».

6.2.1 Проверка сопротивления изоляции между соединенными (закороченными) входными цепями и корпусом, а также между сетевыми цепями и корпусом проводится с помощью установки GPI-735A, включенной между клеммой заземления и одной из указанных цепей.

Результат проверки считается положительным, если сопротивление изоляции более 10 МОм.

6.2.2 Испытание изоляции на электрическую прочность проводят на пробойной установке при отключенных внешних связях. Испытательное напряжение 2 кВ в течение 1 минуты подаётся между зажимом (клеммой) заземления корпуса и закороченными сетевыми входными контактами.

Результат проверки считается положительным, если не произошло пробоя или перекрытия по изоляции.

### 6.3 Проверка допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления нефти/нефтепродуктов, энергоносителей и сред вспомогательных систем.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



Рисунок 1.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение соответствующее измеренному давлению.

Таблица 3 – Соответствие «Давление-Сила тока» для диапазона измерений давления от 0 МПа до 100 МПа:

Значение давления, МПа	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА
0	4
20	7,2
40	10,4
60	13,6
80	16,8
100	20

Значение приведенной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(P)} = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{уст}}}{P_{\text{max}}} \cdot 100 \%$$

где

$P_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение давления, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$P_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение давления, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока;

$P_{\text{max}}$  – значение давления, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измеренных значений избыточного давления нефти/нефтепродуктов, энергоносителей и сред вспомогательных систем  $\delta_{\text{ПЛК}(P)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{НК}}^2 - \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,3\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_p = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}(P)}^2 + \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,6\%$ ,

где  $\delta_{\text{ПИП}}$  – значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

#### **6.4 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления нефти/нефтепродуктов, энергоносителей и сред вспомогательных систем.**

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



Рисунок 2.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение соответствующее измеренному давлению.



Таблица 4 – Соответствие «Давление-Сила тока» для диапазона измерений давления от 0 МПа до 16 МПа:

Значение давления, МПа	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА
0	4
3,2	7,2
6,4	10,4
9,6	13,6
12,8	16,8
16	20

Значение приведенной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЭК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЭК}(P)} = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{уст}}}{P_{\text{max}}} \cdot 100 \%$$

где

$P_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение давления, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$P_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение давления, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока;

$P_{\text{max}}$  – значение давления, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений абсолютного давления нефти/нефтепродуктов, энергоносителей и сред вспомогательных систем  $\delta_{\text{ПЭК}(P)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,3\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_P = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЭК}(P)}^2 + \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,6\%$ .

где  $\delta_{\text{ППП}}$  – значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.5 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений разности давлений.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;

- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;

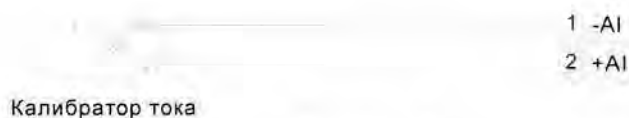


Рисунок 3.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение соответствующее измеренной разности давлений.

Таблица 5 – Соответствие «Разность давлений - Сила тока» для диапазона измерений разности давления от 0 кПа до 630 кПа:

Значение разности давлений, кПа	Значение силы тока, соответствующее значению разности давлений, мА
0	4
126	7,2
252	10,4
378	13,6
504	16,8
630	20

Значение приведенной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{ПЛК(P)} = \frac{P_{изм} - P_{уст}}{P_{max}} \cdot 100 \%$$

где

$P_{изм}$  –  $i$ -е значение разности давлений, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$P_{уст}$  –  $i$ -е значение разности давлений, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока;

$P_{max}$  – значение разности давлений, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений разности давлений  $\delta_{\text{плк}(p)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{плк}}^2 - \delta_{\text{пип}}^2}$  не превышает  $\pm 0,3\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_p = \pm \sqrt{\delta_{\text{плк}(p)}^2 + \delta_{\text{пип}}^2}$  не превышает  $\pm 0,6\%$ ,

где  $\delta_{\text{пип}}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.6 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений разрежения.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7.2; 10.4; 13.6; 16.8 и 20 мА;



Рисунок 4.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение соответствующее измеренному давлению-разрежению.

Таблица 6 – Соответствие «Давление-разрежение - Сила тока» для диапазона измерений давления от -50 кПа до 50 кПа:

Значение давления-разрежения, кПа	Значение силы тока, соответствующее значению давления-разрежения, мА
-50	4
-30	7,2
-10	10,4
10	13,6
30	16,8
50	20

Таблица 7 – Соответствие «Давление-разрежение - Сила тока» для диапазона измерений давления от -2,4 МПа до 2,4 МПа:

Значение давления-разрежения, МПа	Значение силы тока, соответствующее значению давления-разрежения, мА
-2,4	4
-1,44	7,2
-0,48	10,4
0,48	13,6
1,44	16,8
2,4	20

Значение приведенной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(P)} = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{уст}}}{P_{\text{max}}} \cdot 100 \%$$

где

$P_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение давления-разрежения, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$P_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение давления-разрежения, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока;

$P_{\text{max}}$  – значение давления-разрежения, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений разрежения  $\delta_{\text{ПЛК}(P)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,3\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_P = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}(P)}^2 + \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,6\%$ ,

где  $\delta_{\text{ПИП}}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.7 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений силы тока, потребляемого нагрузкой.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;

- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



Рисунок 5.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение соответствующее измеренной силе тока нагрузки.

Таблица 8 – Соответствие «Сила тока нагрузки - Сила тока» для диапазона измерений давления от 0 А до 5 А:

Значение силы тока нагрузки, А	Значение силы тока, соответствующее значению силы тока нагрузки, мА
0	4
1	7,2
2	10,4
3	13,6
4	16,8
5	20

Значение приведенной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{ПЛК(i)} = \frac{I_{изм} - I_{уст}}{I_{max}} \cdot 100 \%$$

где

$I_{изм}$  –  $i$ -е значение силы тока нагрузки, измеренное проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$I_{уст}$  –  $i$ -е значение силы тока нагрузки, задаваемое калибратором тока;

$I_{max}$  – значение силы тока нагрузки, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений силы тока, потребляемого нагрузкой,  $\delta_{плк(1)} = \pm\sqrt{\delta_{ик}^2 - \delta_{пип}^2}$  не превышает  $\pm 1.1\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_i = \pm\sqrt{\delta_{плк(1)}^2 + \delta_{пип}^2}$  не превышает  $\pm 1.5\%$ ,

где  $\delta_{пип}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.8 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения нагрузки.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;

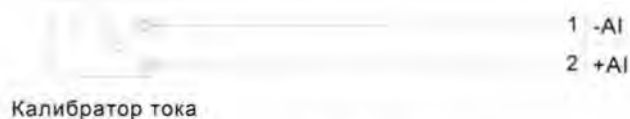


Рисунок 6.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение соответствующее измеренному напряжению нагрузки.

Таблица 9 – Соответствие «Напряжение - Сила тока» для диапазона измерений давления от 0 В до 380 В:

Значение напряжения, В	Значение силы тока, соответствующее значению напряжения, мА
0	4
76	7,2
152	10,4
228	13,6
304	16,8
380	20

Значение приведенной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(U)} = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{ист}}}{U_{\text{max}}} \cdot 100 \%$$

где

$U_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение напряжения, измеренное проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$U_{\text{ист}}$  –  $i$ -е значение напряжения, задаваемое калибратором тока;

$U_{\text{max}}$  – значение напряжения, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений напряжения нагрузки  $\delta_{\text{ПЛК}(U)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 1,1\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_{\text{с}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}(U)}^2 + \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 1,5\%$ ,

где  $\delta_{\text{ПИП}}$  – значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

## 6.9 Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня нефти/нефтепродуктов в резервуаре.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



Рисунок 7.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение соответствующее измеренному уровню.

Таблица 10 – Соответствие «Уровень-Сила тока» для диапазона измерений уровня от 0 мм до 40000 мм:

Значение уровня, мм	Значение силы тока, соответствующее значению уровня, мА
0	4
8000	7,2
16000	10,4
24000	13,6
32000	16,8
40000	20

Значение абсолютной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(L)} = L_{\text{изм}} - L_{\text{уст}} \text{ мм}$$

где

$L_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение уровня, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$L_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение уровня, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока;

Канал считают выдержавшим проверку, если значение абсолютной погрешности измерений уровня нефти/нефтепродуктов в резервуаре  $\delta_{\text{ПЛК}(L)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 9,9$  мм.

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_L = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}(L)}^2 + \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 20$  мм ,

где  $\delta_{\text{ПИП}}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

#### **6.10 Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и реагентов в вспомогательных емкостях.**

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;

- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



Калибратор тока

1 -AI

2 +AI

Рисунок 8.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение соответствующее измеренному уровню.

Таблица 11 – Соответствие «Уровень-Сила тока» для диапазона измерений уровня от 0 мм до 40000 мм:

Значение уровня, мм	Значение силы тока, соответствующее значению уровня, мА
0	4
8000	7,2
16000	10,4
24000	13,6
32000	16,8
40000	20

Значение абсолютной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(L_i)} = L_{\text{изм}} - L_{\text{уст}} \text{ мм}$$

где

$L_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение уровня, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$L_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение уровня, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и реагентов в вспомогательных емкостях

$$\delta_{\text{ПЛК}(L_i)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПМП}}^2} \text{ не превышает } \pm 9,9 \text{ мм.}$$

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_{L_i} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}(L_i)}^2 + \delta_{\text{ПМП}}^2}$  не превышает  $\pm 20$  мм ,

где  $\delta_{\text{ПП}}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.11 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений виброскорости.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



Рисунок 9.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение соответствующее измеренной виброскорости.

Таблица 12 – Соответствие «Виброскорость - Сила тока» для диапазона измерений виброскорости от 0 мм/с до 30 мм/с:

Значение виброскорости, мм/с	Значение силы тока, соответствующее значению виброскорости, мА
0	4
6	7.2
12	10,4
18	13.6
24	16,8
30	20

Значение приведенной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(Y)} = \frac{Y_{\text{изм}} - Y_{\text{уст}}}{Y_{\text{max}}} \cdot 100 \%$$

где

$Y_{изм}$  –  $i$ -е значение виброскорости, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$Y_{зад}$  –  $i$ -е значение виброскорости, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока;

$Y_{max}$  – значение виброскорости, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений виброскорости  $\delta_{П.И.К.(Y)} = \pm \sqrt{\delta_{И.К.}^2 - \delta_{П.И.П.}^2}$  не превышает  $\pm 11\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_Y = \pm \sqrt{\delta_{П.И.К.(Y)}^2 + \delta_{П.И.П.}^2}$  не превышает  $\pm 15\%$ ,

где  $\delta_{П.И.П.}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.12 Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений осевого смещения.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;

- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



Рисунок 10.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение соответствующее измеренному смещению.

Таблица 13 – Соответствие «Смещение-Сила тока» для диапазона измерений смещений от 0,5 мм до 2,5 мм:

Значение смещения, мм	Значение силы тока, соответствующее значению смещения, мА
0,5	4
0,9	7,2
1,3	10,4
1,7	13,6
2,1	16,8
2,5	20

Значение приведенной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК(В)}} = B_{\text{изм}} - B_{\text{уст}} \text{ мм}$$

где

$B_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение смещения, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$B_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение смещения, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение абсолютной погрешности измерений осевого смещения  $\delta_{\text{ПЛК(В)}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,8$  мм.

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_{\text{В}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК(В)}}^2 + \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 1,3$  мм ,

где  $\delta_{\text{ППП}}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### **6.13 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений объемного содержания нефти и воды в водонефтяной смеси.**

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;

- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;

Калибратор тока

1 -AI

2 +AI

Рисунок 11.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренному объемному содержанию.

Таблица 14 – Соответствие «Объемное содержание - Сила тока» для диапазона измерений объемного содержания от 0 % до 100%:

Значение объемного содержания, %	Значение силы тока, соответствующее значению объемного содержания, мА
0	4
20	7,2
40	10,4
60	13,6
80	16,8
100	20

Значение приведенной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(F)} = \frac{F_{\text{изм}} - F_{\text{уст}}}{F_{\text{max}}} \cdot 100 \%$$

где

$F_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение объемного содержания, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$F_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение объемного содержания, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока;

$F_{\text{max}}$  – значение объемного содержания, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений объемного содержания нефти и воды в водонефтяной смеси

$$\delta_{\text{ПЛК}(F)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПИП}}^2} \text{ не превышает } \pm 0,9\%.$$

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_r = \pm \sqrt{\delta_{\text{инструмент}}^2 + \delta_{\text{пил}}^2}$  не превышает  $\pm 1,5\%$ ,

где  $\delta_{\text{пил}}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

#### 6.14 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений загазованности воздуха парами нефти/нефтепродуктов.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7.2; 10.4; 13.6; 16.8 и 20 мА;



Рисунок 12.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренному загазованности.

Таблица 15 – Соответствие «Загазованность - Сила тока» для диапазона измерений загазованности от 0 до 100% НКПП\*

Значение загазованности, % НКПП	Значение силы тока, соответствующее значению загазованности, мА
0	4
20	7,2
40	10,4
60	13,6
80	16,8
100	20

\*НКПП - Нижний концентрационный предел распространения пламени

Значение приведенной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{П.И.К.}(A)} = \frac{A_{\text{изм}} - A_{\text{уст}}}{A_{\text{max}}} \cdot 100 \%$$

где

$A_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение загазованности, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$A_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение загазованности, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока;

$A_{\text{max}}$  – значение загазованности, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений загазованности воздуха парами нефти/нефтепродуктов

$$\delta_{\text{П.И.К.}(A)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПП}}^2} \text{ не превышает } \pm 5,5\%.$$

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_A = \pm \sqrt{\delta_{\text{П.И.К.}(A)}^2 + \delta_{\text{ПП}}^2}$  не превышает  $\pm 7,5\%$ ,

где  $\delta_{\text{ПП}}$  – значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.15 Проверка пределов допускаемой относительной погрешности измерений расхода нефти/нефтепродуктов.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



Рисунок 13.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренному расходу.

Таблица 16 – Соответствие «Расход-Сила тока» для диапазона измерений расхода от 5 кг/ч до 430000 кг/ч:

Значение расхода, кг/ч	Значение силы тока, соответствующее значению расхода, мА
5	4
86004	7,2
172003	10,4
258002	13,6
344001	16,8
430000	20

Значение относительной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(Q)} = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{уст}}}{Q_{\text{уст}}} \cdot 100 \%$$

где

$Q_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение расхода, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$Q_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение расхода, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение относительной погрешности измерений расхода нефти/нефтепродуктов  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПК}}^2 - \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,3\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}(Q)}^2 + \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,6\%$ ,

где  $\delta_{\text{ППП}}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.16 Проверка пределов допускаемой относительной погрешности измерений расхода энергоносителей (жидкостей).

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;

- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



1 -AI

2 +AI

Калибратор тока

Рисунок 14.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренному расходу.

Таблица 17 – Соответствие «Расход-Сила тока» для диапазона измерений расхода от 0,16 м<sup>3</sup>/ч до 625 м<sup>3</sup>/ч:

Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	Значение силы тока, соответствующее значению расхода, мА
0,16	4
125,128	7,2
250,096	10,4
375,064	13,6
500,032	16,8
625	20

Значение относительной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(Q)} = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{уст}}}{Q_{\text{уст}}} \cdot 100 \%$$

где

$Q_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение расхода, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$Q_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение расхода, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение относительной погрешности измерений расхода энергоносителей (жидкостей)  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}}^2 - \delta_{\text{инст}}^2}$  не превышает  $\pm 0,8\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{ПЛК(Q)}^2 + \delta_{ПИП}^2}$  не превышает  $\pm 1,3\%$ ,

где  $\delta_{ПИП}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.17 Проверка пределов допускаемой относительной погрешности измерений расхода энергоносителей (пар/газ).

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



Рисунок 15.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренному расходу.

Таблица 18 – Соответствие «Расход-Сила тока» для диапазона измерений расхода от 2 м<sup>3</sup>/ч до 8342 м<sup>3</sup>/ч:

Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	Значение силы тока, соответствующее значению расхода, мА
2	4
1670	7,2
3338	10,4
5006	13,6
6674	16,8
8342	20

Значение относительной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(Q)} = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{уст}}}{Q_{\text{уст}}} \cdot 100 \%$$

где

$Q_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение расхода, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$Q_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение расхода, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение относительной погрешности измерений расхода энергоносителей (пар/газ)  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}}^2 - \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 1,1\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}(Q)}^2 + \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 1,5\%$ ,

где  $\delta_{\text{ППП}}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.18 Проверка пределов допускаемой относительной погрешности измерений расхода вспомогательных систем.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;
- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока и последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;



Рисунок 16.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренному расходу.

Таблица 19 – Соответствие «Расход-Сила тока» для диапазона измерений расхода от 0,16 м³/ч до 8342 м³/ч:

Значение расхода, м³/ч	Значение силы тока, соответствующее значению расхода, мА
0,16	4
1668,528	7,2
3336,896	10,4
5005,264	13,6
6673,632	16,8
8342	20

Значение относительной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК}(Q)} = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{уст}}}{Q_{\text{уст}}} \cdot 100 \%$$

где

$Q_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение расхода, соответствующее измеренному значению силы тока проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$Q_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение расхода, соответствующее силе тока, задаваемой калибратором тока.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение относительной погрешности измерений расхода вспомогательных систем  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}}^2 - \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 1,1\%$ .

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}(Q)}^2 + \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 1,5\%$ ,

где  $\delta_{\text{ППП}}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

#### **6.19 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока.**

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор напряжения к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;

- с калибратора напряжений последовательно подать на измерительные входы ряд значений: -10; -6; -2; +2; +6 и +10 В.



Рисунок 17.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренному напряжению.

Значение приведенной погрешности измерения определяется по формуле

$$\delta_{ij} = \frac{U_{изм} - U_{уст}}{U_{max}} \cdot 100 \%,$$

где

$U_{изм}$  –  $i$ -е значение напряжение, измеренное проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$U_{уст}$  –  $i$ -е значение напряжения, задаваемое калибратором напряжения;

$U_{max}$  – значение напряжения, равно максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности  $\delta_{ij}$  измеренных значений не превышает  $\pm 0,1\%$  в каждой контролируемой точке диапазона измерения.

#### **6.20 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений силы постоянного тока.**

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор токовых сигналов к клеммам проверяемого канала комплекса вместо ПИП;

- согласно руководству по эксплуатации калибратора перевести его в режим генерации тока;

- для диапазона измерения силы постоянного тока от 0 мА до 20 мА последовательно задать ряд значений: 0; 4; 8; 12; 16 и 20 мА;
- для диапазона измерения силы постоянного тока от 4 мА до 20 мА последовательно задать ряд значений: 4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8 и 20 мА;
- для диапазона измерения силы постоянно тока от минус 50 мА до плюс 50 мА последовательно задать ряд значений: -50; -30; -10; +10; +30 и +50 мА.



Рисунок 18.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренной силе постоянного тока.

Значение приведенной погрешности измерения определяется по формуле

$$\delta_i = \frac{I_{изм} - I_{уст}}{I_{max}} \cdot 100 \%,$$

где

$I_{изм}$  –  $i$ -е значение силы тока измеренное проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$I_{уст}$  –  $i$ -е значение силы тока задаваемое калибратором тока;

$I_{max}$  – значение силы тока равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности  $\delta_i$  измеренных значений не превышает  $\pm 1,5\%$  в каждой контролируемой точке диапазона измерения.

#### **6.21 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности канала измерения электрического сопротивления.**

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить ко входу ПТК «Smart - STEAM» выход магазина электрического сопротивления;



Рисунок 19.

- с магазина сопротивлений последовательно подать на измерительные входы ряд контрольных сигналов, соответствующих: 0; 1; 2; 3; 4 и 5 кОм.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренному сопротивлению.

Значение приведенной погрешности измерения определяется по формуле

$$\delta_R = \frac{R_{\text{изм}} - R_{\text{уст}}}{R_{\text{max}}} \cdot 100 \%,$$

где

$R_{\text{изм}}$  –  $i$ -е значение сопротивления, измеренное проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$R_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение сопротивления, соответствующее контрольному сигналу, заданному с магазина сопротивлений;

$R_{\text{max}}$  – значение сопротивления, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности  $\delta_R$  измеренных значений не превышает  $\pm 0,2 \%$  в каждой контролируемой точке диапазона измерения.

## 6.22 Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры с помощью внешних термопар.

Проверка проводится в следующем порядке:

- Подключить ко входу ПТК «Smart - STEAM» выход калибратора напряжений.

1 AU+

2 AU-

Калибратор напряжения

Рисунок 20.

- согласно ГОСТ Р 8.585-2001 для диапазона измеряемых температур от минус 270 °С до плюс 375 °С последовательно подать с калибратора напряжений на измерительные входы контрольные сигналы, соответствующие ряду температур: -270; -141; -12; +117; +246; и +375 °С;

- согласно ГОСТ Р 8.585-2001 для диапазона измеряемых температур от 375 °С до 1370 °С последовательно подать с калибратора напряжений на измерительные входы контрольные сигналы, соответствующие ряду температур: 375; 574; 773; 972; 1171 и 1370 °С.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренной температуре.

Значение абсолютной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{ПЛК(ПП)}} = T_{\text{изм}} - T_{\text{уст}}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

где

$T_{\text{изм}}$  –  $i$ - значение температуры, соответствующее измеренному значению напряжения проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$T_{\text{уст}}$  –  $i$ -е значение температуры, соответствующее напряжению, задаваемым калибратором напряжения.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение абсолютной погрешности измерений температуры с помощью внешних термопар  $\delta_{\text{ПЛК(ПП)}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПК}}^2 - \delta_{\text{ПП}}^2}$  не превышает  $\pm 3,3$  °С для диапазона измерения от минус 270 °С до плюс 375 °С и  $\pm 4,5$  °С для диапазона измерения от 375 °С до 1370 °С.



Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_{III} = \pm\sqrt{\delta_{ПЛК(III)}^2 + \delta_{III}^2}$  не превышает  $\pm 6$  °С для диапазона измерения от минус 270 °С до плюс 375 °С и  $\pm 11$  °С для диапазона измерения от 375 °С до 1370 °С,

где  $\delta_{III}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

### 6.23 Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры с помощью внешних термопреобразователей сопротивлений.

Проверка проводится в следующем порядке:

- Подключить ко входу ПТК «Smart - STEAM» выход магазина сопротивлений:



Рисунок 21.

- согласно ГОСТ 6651-2009 с магазина сопротивлений последовательно подать на измерительные входы контрольные сигналы, соответствующие ряду значений температур: -200; +10; +220; +430; +640 и +850 °С.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренной температуре.

Значение абсолютной погрешности измерения, выполненного контроллером (ПЛК) определяется по формуле:

$$\delta_{ПЛК(Т)} = T_{изм} - T_{уст}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

где

$T_{изм}$  -  $i$ -е значение температуры, соответствующее измеренному значению сопротивления проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$T_{уст}$  -  $i$ -е значение температуры, соответствующее сопротивлению, задаваемым магазином сопротивлений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение абсолютной погрешности измерений температуры с помощью внешних термопреобразователей сопротивлений

$$\delta_{ПЛК(Т)} = \pm\sqrt{\delta_{ИК}^2 - \delta_{ПИП}^2} \text{ не превышает } \pm 2,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_{\text{ис}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{плк(ис)}}^2 + \delta_{\text{инп}}^2}$  не превышает  $\pm 3$  °С,

где  $\delta_{\text{инп}}$  - значение погрешности ПИП, согласно его свидетельству о поверке.

#### 6.24 Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности счёта импульсов.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить генератор импульсов к входу частотомера и поверяемого измерительного канала;



Рисунок 22.

- согласно руководству по эксплуатации генератора последовательно задать ряд значений частоты импульсного сигнала 100, 1000; 2000, 3000; 4000; 5000 Гц.

- измерение по каждому значению частоты проводить в течение промежутка времени не менее 1 минуты.

После задания каждого значения частоты, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, используя систему диагностики ПТК, открыть окно с изображением состояния модуля и состояния входных счетных каналов данного модуля;

- напротив проверяемого канала в графе «Значение», будет отображено измеренное количество импульсов входного сигнала.

Рассчитать допускаемую абсолютную погрешность измерений по формуле.

$$\Delta C = C_{\text{изм}} - C_{\text{исп}}$$

где

$C_{\text{изм}}$  – i-е значение количества импульсов, измеренное проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$C_{\text{исп}}$  – i-е значение количества импульсов, измеренное частотомером.

Результаты считаются положительными, если допускаемая абсолютная погрешность не превышает  $\pm 1$  импульс.

### 6.25 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений частоты.

При проверке допускаемой приведенной погрешности измерительных каналов аналого-цифрового преобразования сигналов частоты в цифровой код установка входных номинальных значений частоты поверяемого канала осуществляется генератором сигналов по показаниям частотомера.

Для проверки необходимо:

- подключить ко входу ПТК «Smart - STEAM» выход генератора частоты:

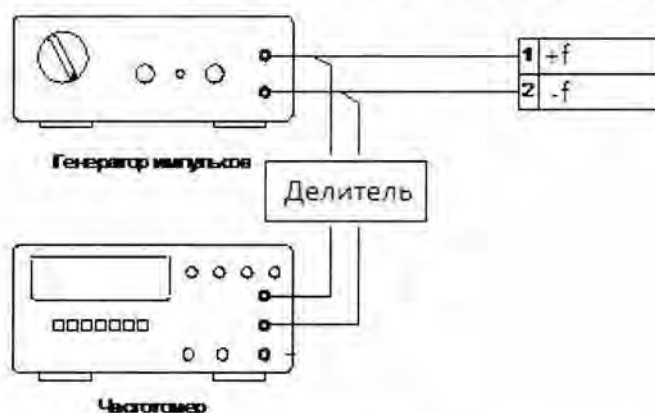


Рисунок 23.

- последовательно подать с генератора частоты на измерительные входы ряд контрольных сигналов: 1; 20000; 40000; 60000; 80000 и 100000 Гц.

После задания каждого значения, проконтролировать результат измерения следующим образом:

- на АРМ оператора, напротив проверяемого канала будет отображено значение, соответствующее измеренной частоте.

Значение приведенной погрешности измерения определяется по формуле

$$\delta_f = \frac{f_{изм} - f_{уст}}{f_{max}} \cdot 100 \%,$$

где

$f_{изм}$  –  $i$ -е значение частоты, измеренное проверяемым измерительным каналом и отображаемое на АРМ оператора;

$f_{уст}$  –  $i$ -е значение частоты, измеренное частотомером;

$f_{max}$  – значение частоты, соответствующее верхней границе диапазона измерения.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности  $\delta_i$  измеренных значений не превышает  $\pm 0,003\%$  в каждой контролируемой точке диапазона измерения.

### 6.26 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности воспроизведения сигналов электрического напряжения.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить к аналоговому выходу ПТК «Smart-STEAM» калибратор работающий в режиме цифрового вольтметра.



Рисунок 24.

- для диапазона воспроизводимого напряжения от 0 В до 10 В последовательно подать на аналоговые выходы ПТК «Smart-STEAM» ряд значений устанавливаемых напряжений: 0; 2; 4; 6; 8 и 10 В;

- для диапазона воспроизводимого напряжения от минус 10 В до 0 В последовательно подать на аналоговые выходы ПТК «Smart-STEAM» ряд значений устанавливаемых напряжений: -10; -8; -6; -4; -2 и 0 В;

- выполнить измерение напряжений на выходе с помощью цифрового вольтметра.

Значение приведенной погрешности воспроизведения определяется по формуле

$$\delta_{i1} = \frac{U_{изм} - U_{уст}}{U_{max}} \cdot 100 \%,$$

где

$U_{изм}$  –  $i$ -е значение напряжения, измеренное эталонным средством измерения;

$U_{уст}$  –  $i$ -е значение напряжения, задаваемое на выходе комплекса;

$U_{max}$  – значение напряжения, равное максимальному значению в диапазоне воспроизведения.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности  $\delta_i$  измеренных значений не превышает  $\pm 0,2\%$  в каждой контролируемой точке диапазона измерения.

### 6.27 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности воспроизведения сигналов силы постоянного тока.

Проверка проводится в следующем порядке:

- подключить калибратор, в режиме измерения, токовых сигналов к клеммам проверяемого канала ПТК «Smart-STEAM»;
- согласно руководству по эксплуатации комплекса последовательно задать ряд значений на выходе канала воспроизведения силы постоянного тока: 0; 4; 8; 12; 16 и 20 мА;



Рисунок 25.

Значение приведенной погрешности воспроизведения определяется по формуле

$$\delta_i = \frac{I_{изм} - I_{уст}}{I_{max}} \cdot 100 \%,$$

где

$I_{изм}$  –  $i$ -е значение силы тока измеренное эталонным средством измерения;

$I_{уст}$  –  $i$ -е значение силы тока задаваемое на выходе комплекса;

$I_{max}$  – значение силы тока равное максимальному значению в диапазоне воспроизведения.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности  $\delta_i$  измеренных значений не превышает  $\pm 0,2\%$  в каждой контролируемой точке диапазона измерения.

### 6.28 Подтверждение соответствия программного обеспечения средства измерения.

#### 6.28.1. Определение идентификационного наименования программного обеспечения.

Для определения идентификационного наименования программного обеспечения (далее по тексту - ПО) требуется запустить ПО «Smart-STEAM - ПО». Войти в ПО под логином и паролем оператора. В главном окне программы (режим оператора) нажать на



«кнопку»  в правом нижнем углу экрана. Откроется «окно» в котором в верхнем левом углу будет указано идентификационное наименование ПО – «Smart-STEAM», рисунок 8.



Рисунок 26 - идентификационное наименование и номер версии (идентификационный номер) ПО

#### 6.28.2. Определение номер версии (идентификационный номер) ПО.

Для определения номер версии (идентификационный номер) ПО требуется запустить ПО «Smart-STEAM - ПО». Войти в ПО под логином и паролем оператора. В главном окне программы (режим оператора) нажать на «кнопку»  в правом нижнем углу экрана. Откроется «окно» в котором в верхнем левом углу будет указан номер версии (идентификационный номер) ПО – «1.2»., рисунок 26.

## 7 Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки оформляют протокол (Приложение А) и свидетельство о поверке согласно Приложению 1 Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утверждённый приказом Минпромторга № 1815 от 02.07.2015 г.

При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности согласно Приложению 2 Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утверждённый приказом Минпромторга №1815 от 02.07.2015., а ранее выданное свидетельство аннулируют.

**Протокол поверки  
комплекса программно-технического «Smart-STEAM», зав. № \_\_\_\_**

1. Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха - \_\_\_\_ °С ;
- относительная влажность окружающего воздуха - \_\_\_\_ %;
- атмосферное давление - \_\_\_\_ кПа;

1.1 Средства измерений применяемые при поверке:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

2. Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции.

Сопротивление изоляции - \_\_\_\_\_ *МОм*

Пробоя и/или перекрытия по изоляции – \_\_\_\_\_

3. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления нефти/нефтепродуктов, энергоносителей и сред вспомогательных систем.

Значение давления, МПа	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА	Измеренное значение давления ПТК «Smart-STEAM», МПа	Значение приведенной погрешности измерений давления, %
0	4		
20	7,2		
40	10,4		
60	13,6		
80	16,8		
100	20		

4. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления нефти/нефтепродуктов, энергоносителей и сред вспомогательных систем.

Значение давления, МПа	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА	Измеренное значение давления ПТК «Smart-STEAM», МПа	Значение приведенной погрешности измерений давления, %
0	4		
3,2	7,2		
6,4	10,4		
9,6	13,6		
12,8	16,8		
16	20		

5. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений разности давлений.

Значение давления, кПа	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА	Измеренное значение разности давлений ПТК «Smart-STEAM», кПа	Значение приведенной погрешности, %
0	4		
126	7,2		
252	10,4		
378	13,6		
504	16,8		
630	20		

6. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений разрежения.

Для диапазона измерений давления от -50 кПа до 50 кПа:

Значение давления, кПа	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА	Измеренное значение разности давлений ПТК «Smart-STEAM», кПа	Значение приведенной погрешности, %
-50	4		
-30	7,2		
-10	10,4		
10	13,6		
30	16,8		
50	20		



Для диапазона измерений давления от -2,4 МПа до 2,4 МПа:

Значение давления, МПа	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА	Измеренное значение разности давлений ПТК «Smart-STEAM», кПа	Значение приведенной погрешности, %
-2,4	4		
-1,44	7,2		
-0,48	10,4		
0,48	13,6		
1,44	16,8		
2,4	20		

7. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений силы тока, потребляемого нагрузкой.

Значение силы тока нагрузки, А	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА	Измеренное значение силы тока нагрузки ПТК «Smart-STEAM», А	Значение приведенной погрешности, %
0	4		
1	7,2		
2	10,4		
3	13,6		
4	16,8		
5	20		

8. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения нагрузки.

Значение напряжения, В	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА	Измеренное значение напряжения ПТК «Smart-STEAM», В	Значение приведенной погрешности, %
0	4		
76	7,2		
152	10,4		
228	13,6		
304	16,8		
380	20		

9. Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня нефти/нефтепродуктов в резервуаре.

Значение уровня, мм	Значение силы тока, соответствующее значению уровня, мА	Измеренное значение уровня ПТК «Smart-STEAM», мм	Значение абсолютной погрешности $\Delta L$ мм
0	4		
8000	7,2		
16000	10,4		
24000	13,6		
32000	16,8		
40000	20		

10. Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и реагентов в вспомогательных емкостях.

Значение уровня, мм	Значение силы тока, соответствующее значению уровня, мА	Измеренное значение уровня ПТК «Smart-STEAM», мм	Значение абсолютной погрешности $\Delta L$ мм
0	4		
8000	7,2		
16000	10,4		
24000	13,6		
32000	16,8		
40000	20		

11. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений виброскорости.

Значение виброскорости, мм/с	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА	Измеренное значение виброскорости ПТК «Smart-STEAM», мм/с	Значение приведенной погрешности, %
0	4		
6	7,2		
12	10,4		
18	13,6		
24	16,8		
30	20		

12. Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений осевого смещения.

Значение смещения, мм	Значение силы тока, соответствующее значению уровня, мА	Измеренное значение смещения ПТК «Smart-STEAM», мм	Значение абсолютной погрешности $\Delta L$ мм
0,5	4		
0,9	7,2		
1,3	10,4		
1,7	13,6		
2,1	16,8		
2,5	20		

13. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений объемного содержания нефти и воды в водонефтяной смеси.

Значение объемного содержания, %	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА	Измеренное значение объемного содержания ПТК «Smart-STEAM», %	Значение приведенной погрешности, %
0	4		
20	7,2		
40	10,4		
60	13,6		
80	16,8		
100	20		

14. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений загазованности воздуха парами нефти/нефтепродуктов.

Значение загазованности, % НКППР*	Значение силы тока, соответствующее значению давления, мА	Измеренное значение загазованности ПТК «Smart-STEAM», % НКППР	Значение приведенной погрешности, %
0	4		
20	7,2		
40	10,4		
60	13,6		
80	16,8		
100	20		

\*НКППР - нижний концентрационный предел распространения пламени

15. Проверка пределов допускаемой относительной погрешности измерений расхода нефти/нефтепродуктов.

Значение расхода, кг/ч	Значение силы тока, соответствующее значению расхода, мА	Измеренное значение расхода, кг/ч	Значение относительной погрешности, %
5	4		
86004	7,2		
172003	10,4		
258002	13,6		
344001	16,8		
430000	20		

16. Проверка пределов допускаемой относительной погрешности измерений расхода энергоносителей (жидкостей).

Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	Значение силы тока, соответствующее значению расхода, мА	Измеренное значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	Значение относительной погрешности, %
0,16	4		
125,128	7,2		
250,096	10,4		
375,064	13,6		
500,032	16,8		
625	20		

17. Проверка пределов допускаемой относительной погрешности измерений расхода энергоносителей (пар/газ).

Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	Значение силы тока, соответствующее значению расхода, мА	Измеренное значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	Значение относительной погрешности, %
2	4		
1670	7,2		
3338	10,4		
5006	13,6		
6674	16,8		
8342	20		

18. Проверка пределов допускаемой относительной погрешности измерений расхода вспомогательных систем.

Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	Значение силы тока, соответствующее значению расхода, мА	Измеренное значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	Значение относительной погрешности, %
0,16	4		
1668,528	7,2		
3336,896	10,4		
5005,264	13,6		
6673,632	16,8		
8342	20		

19. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока.

Значение напряжения, В	Измеренное значение напряжения, В	Значение приведенной погрешности, %
-10		
-6		
-2		
+2		
+6		
+10		

20. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений силы постоянного тока.

Для диапазона измерения силы постоянного тока от 0 мА до 20 мА:

Значение силы тока, мА	Измеренное значение силы тока, мА	Значение приведенной погрешности, %
0		
4		
8		
12		
16		
20		

Для диапазона измерения силы постоянного тока от 4 мА до 20 мА:

Значение силы тока, мА	Измеренное значение силы тока, мА	Значение приведенной погрешности, %
4		
7,2		
10,4		
13,6		
16,8		
20		

Для диапазона измерения силы постоянного тока от минус 50 мА до плюс 50 мА:

Значение силы тока, мА	Измеренное значение силы тока, мА	Значение приведенной погрешности, %
-50		
-30		
-10		
+10		
+30		
+50		

21. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности канала измерения электрического сопротивления.

Значение сопротивления, кОм	Измеренное значение сопротивления, кОм	Значение приведенной погрешности, %
0		
1		
2		
3		
4		
5		

22. Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры с помощью внешних термопар.

Для диапазона измеряемых температур от минус 270 °С до плюс 375 °С:

Значение температуры, °С	Измеренное значение температуры, °С	Значение абсолютной погрешности, °С
-270		
-141		
-12		
+117		
+246		
+375		

Для диапазона измеряемых температур от 375 °С до 1370 °С:

Значение температуры, °С	Измеренное значение температуры, °С	Значение абсолютной погрешности, °С
375		
574		
773		
972		
1171		
1370		

23. Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры с помощью внешних термопреобразователей сопротивлений.

Значение температуры, °С	Измеренное значение температуры, °С	Значение абсолютной погрешности, °С
-200		
10		
220		
430		
640		
850		

24. Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности счёта импульсов.

Количество импульсов, измеренное частотомером	Количество импульсов, измеренное ПТК «Smart-STEAM»	Значение допускаемой абсолютной погрешности
0		
13107		
26214		
39321		
52428		
65535		

25. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерений частоты.

Значение частоты, Гц	Значение частоты, измеренное ПТК «Smart-STEAM»	Значение приведенной погрешности, %
1		
20000		
40000		
60000		
80000		
100000		

26. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности воспроизведения сигналов электрического напряжения.

Для диапазона воспроизведения напряжения от 0 В до +10 В:

Значение напряжения воспроизводимое комплексоном, В	Измеренное значение напряжения эталонным СИ, В	Значение приведенной погрешности, %
0		
2		
4		
6		
8		
10		

Для диапазона воспроизведения напряжения от -10 В до 0 В:

Значение напряжения воспроизводимое комплексом, В	Измеренное значение напряжения эталонным СИ, В	Значение приведенной погрешности, %
-10		
-8		
-6		
-4		
-2		
0		

27. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности воспроизведения сигналов силы постоянного тока.

Значение силы тока воспроизводимое комплексом, мА	Измеренное значение силы тока эталонным СИ, мА	Значение приведенной погрешности, %
4		
7,2		
10,4		
13,6		
16,8		
20		

На основании результатов поверки комплекс программно – технический «Smart-STEAM» зав. № \_\_\_\_\_, признан годным (не годным) и допущен (не допущен) к применению.

Поверитель: \_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

\_\_\_\_\_  
год, месяц, число