

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора

ФБУ «ЦСМ Татарстан»

\_\_\_\_\_ Ф.М. Аблатыпов  
« 29 » \_\_\_\_\_ 2016 г.



**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-735А, погрешность измерения:<br>пг ± 1 % 0,1...5 кВ,<br>пг ± 5 % 1...500 МОм,<br>пг ± 10 % 501...2000 МОм,<br>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 Р4831, 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 поверки 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±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±4,4) В, частотой (50±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  $\delta_{\text{ПЛК}(P)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПИП}}^2}$  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.

#### **6.4 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;



Калибратор тока

|   |     |
|---|-----|
| 1 | -AI |
| 2 | +AI |

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  $\delta_{\text{ПЭК}(P)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,3\%$ .

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

где  $\delta_{\text{ПИП}}$  – 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:

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

где

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

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

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

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений разности давлений  $\delta_{\text{ПЛК}(P)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПИП}}^2}$  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.

### 6.6 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;

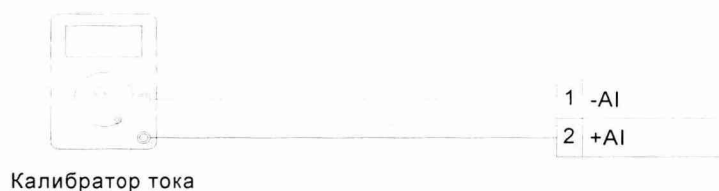


Рисунок 5.

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:

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

где

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

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

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

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности измерений силы тока, потребляемого нагрузкой,  $\delta_{\text{ПЛК}(I)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ППП}}^2}$  не превышает  $\pm 1,1\%$ .

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

где  $\delta_{\text{ППП}}$  - 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:

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

где

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

$U_{\text{уст}}$  –  $i$ -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  $\delta_U = \pm \sqrt{\delta_{\text{ПЛК}(U)}^2 + \delta_{\text{ПИП}}^2}$  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,<br>мм | Значение силы тока, соответствующее значению<br>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:

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

где

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

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

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

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

где  $\delta_{ППП}$  - 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;



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,<br>мм | Значение силы тока, соответствующее значению<br>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:

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

где

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

$L_{уст}$  –  $i$ -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

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

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

где  $\delta_{\text{ПИП}}$  - 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;

$Y_{всн}$  –  $i$ -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  $\delta_{ПЛК(Y)} = \pm \sqrt{\delta_{ИК}^2 - \delta_{ПИП}^2}$  не превышает  $\pm 11\%$ .

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

где  $\delta_{ПИП}$  - 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,<br>мм | Значение силы тока, соответствующее значению<br>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:

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

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  $\delta_{\text{ПЛК}(B)} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,8$  мм.

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

где  $\delta_{\text{ПИП}}$  - 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;



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

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

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

где  $\delta_{ПИП}$  - 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% НКПРП\*

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

\*НКПРП - Нижний концентрационный предел распространения пламени

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

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

где

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

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

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

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

$$\delta_{ПЛК(A)} = \pm \sqrt{\delta_{ИК}^2 - \delta_{ПИП}^2} \text{ не превышает } \pm 5,5\%.$$

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_A = \pm \sqrt{\delta_{ПЛК(A)}^2 + \delta_{ПИП}^2}$  не превышает  $\pm 7,5\%$ ,

где  $\delta_{ПИП}$  – 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;

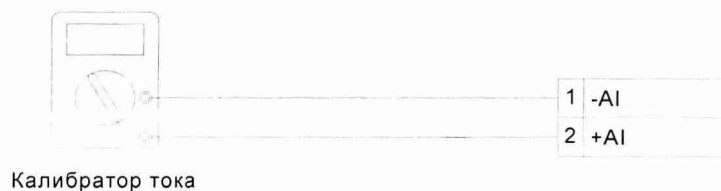


Рисунок 13.

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,<br>кг/ч | Значение силы тока, соответствующее<br>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  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ПИП}}^2}$  не превышает  $\pm 0,3\%$ .

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

где  $\delta_{\text{ПИП}}$  - 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;



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,<br>м <sup>3</sup> /ч | Значение силы тока, соответствующее<br>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)  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ППП}}^2}$  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,<br>м <sup>3</sup> /ч | Значение силы тока, соответствующее<br>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:

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

где

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

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

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

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

где  $\delta_{ПИП}$  - 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,<br>м³/ч | Значение силы тока, соответствующее<br>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  $\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ППП}}^2}$  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

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

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, равное максимальному значению в диапазоне измерений.

Канал считают выдержавшим проверку, если значение приведенной погрешности  $\delta_U$  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 равно 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;

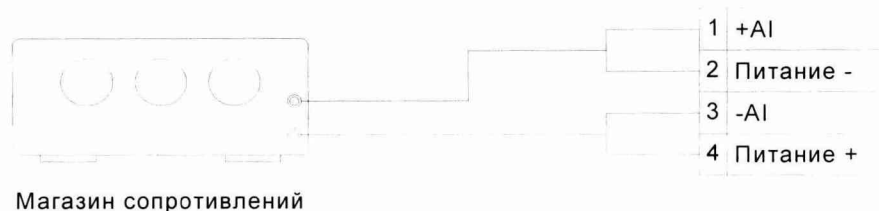


Рисунок 19.

- 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

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

где

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

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

$R_{max}$  – 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.



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:

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

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  $\delta_{\text{ПЛК(ТП)}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 - \delta_{\text{ППП}}^2}$  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  $\delta_{тп} = \pm\sqrt{\delta_{плк(тп)}^2 + \delta_{пип}^2}$  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  $\delta_{пип}$  - 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;

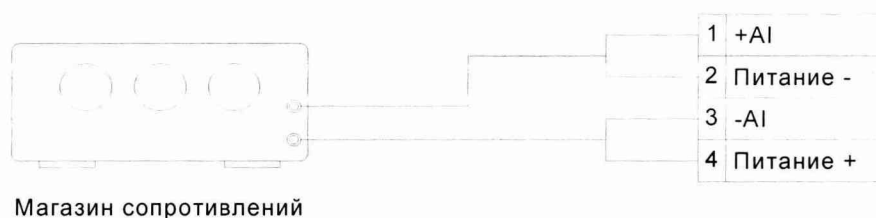


Рисунок 21.

- 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:

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

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

$$\delta_{плк(тс)} = \pm\sqrt{\delta_{ик}^2 - \delta_{пип}^2} \text{ не превышает } \pm 2,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Комплекс считают выдержавшим проверку если  $\delta_{TC} = \pm\sqrt{\delta_{ПЛК(ТС)}^2 + \delta_{ПИП}^2}$  не превышает  $\pm 3$  °С,

где  $\delta_{ПИП}$  - 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,

$$\Delta C = C_{i \text{ изм}} - C_{i \text{ уст}},$$

где

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

$C_{i \text{ уст}}$  – 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;

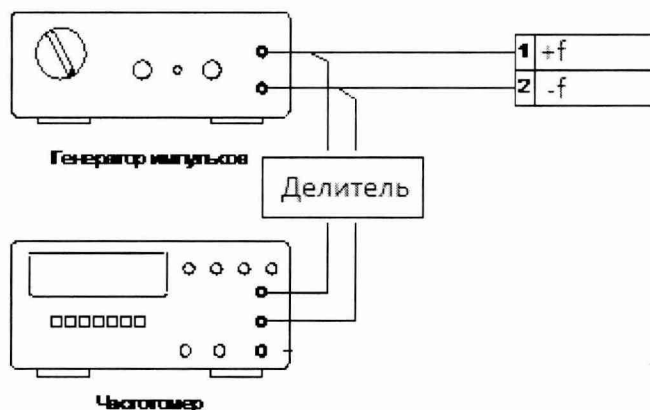


Рисунок 23.

- 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  $\delta_f$  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

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

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  $\delta_U$  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 комплексо́м, 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