

Р Ф Я Ц  
ВНИИЭФ

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
**РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР**  
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики  
**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**  
**ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ»**

Аттестат аккредитации № 30046-11 от 04.05.2011

607188, Нижегородская обл. г. Саров, пр. Мира, д. 37  
Телефон 83130 22224 Факс 83130 22232  
E-mail: [shvn@olit.vniief.ru](mailto:shvn@olit.vniief.ru)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Руководитель ГЦИ СИ,  
главный метролог  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



В.Н. Щеглов

2015

**Преобразователи оборотов вихретоковые AP2400**

**Методика поверки**

**A3009.004.МП-15**

и.р. 63645-16

Начальник лаборатории ГЦИ СИ  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

А.А. Громов

«07» 02 2015

## Содержание

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Операции поверки.....   | 4  |
| 2 | Средства поверки.....   | 4  |
| 3 | Требования к квалификации поверителей.....  | 4  |
| 4 | Требования безопасности.....  | 4  |
| 5 | Условия поверки.....  | 5  |
| 6 | Подготовка к проведению поверке.....  | 5  |
| 7 | Проведение поверки.....   | 5  |
| 8 | Оформление результатов поверки .....  | 9  |
|   | Приложение А (справочное) Структура обозначений ПВТ, ПП и СУП...10                      |    |
|   | Приложение Б (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП ..... | 10 |
|   | Приложение В (справочное) Перечень принятых сокращений .....                            | 10 |

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи оборотов вихретоковые АР2400.

Преобразователь оборотов вихретоковый АР2400 (далее по тексту - ПОВТ) предназначен для бесконтактных измерений величины частоты вращения вала в системах вибродиагностики и виброзащиты машин и механизмов.

ПОВТ может применяться в системах технической диагностики и мониторинга в различных отраслях промышленности для измерений частоты вращения вала, а также в лабораторных и научных исследованиях.

Принцип действия ПОВТ основан на взаимодействии электромагнитного поля вихревых токов на поверхности контролируемого объекта с электромагнитным полем катушки индуктивности, изменяющем ее комплексное сопротивление, далее преобразовании угла поворота вала в последовательность импульсов и последующего подсчета количества импульсов в единицу времени.

ПОВТ выполнен в нескольких исполнениях в зависимости от размеров контролируемых объектов и типа выходного сигнала. В качестве первичного преобразователя (далее по тексту – ПП) применяются вихретоковые датчики АЕХХХ.ХХ.ХХ, отличающиеся диаметром катушки, типом выходного соединителя, геометрическими размерами и защитой кабеля (наличие или отсутствие металлорукова).

Структура обозначений ПОВТ приведена в приложении А.

Питание ПОВТ осуществляется от внешнего источника питания напряжением плюс  $(12,0 \pm 0,5)$  В, потребляемая мощность ПОВТ не более 1 Вт.

Данная методика поверки устанавливает методику первичной и периодической поверок ПОВТ. Первичной поверке ПОВТ подвергаются при выпуске из производства и после ремонта. Организация и проведение поверки в соответствии с ПР 50.2.006.

Межповерочный интервал – 1 год.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки, приведен в приложении Б.

Перечень принятых сокращений приведен в приложении В.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении первичной и периодической поверок ПОВТ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 8.2.

1.3 Протокол поверки ведется в произвольной форме. При проведении периодической поверки допускается сокращать проверяемые режимы (диапазоны) работы ПОВТ в соответствии с потребностями потребителя, при этом в свидетельстве о поверке должна быть сделана запись об ограничении использования режимов (диапазонов) измерений.

Т а б л и ц а 1 – Перечень операций при поверке

| Наименование операции   | Номер пункта методики | Обязательность проведения при поверке |               |
|---|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
|   |                       | первичной                             | периодической |
| 1 Внешний осмотр  | 7.1                   | +                                     | +             |
| 2 Опробование   | 7.2                   | +                                     | +             |
| 3 Проверка диапазона измерений, коэффициента преобразования и основной погрешности при измерении частоты вращения | 7.3                   | +                                     | +             |
| 4 Проверка ПО*  | 7.4                   | +                                     | +             |

\* - только для исполнений AP2400X-D-XX.X.XXX.AB.AB

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2. Допускается использовать другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и точности измерений.

2.2 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке. Оборудование, необходимое для проведения испытаний, должно быть аттестовано согласно ГОСТ Р 8.568.

## 3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускается персонал, изучивший ЭД на ПОВТ, данную методику поверки и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 2.

## 4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правилами устройства установок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0 и правилам по охране труда ПОТ РМ-016.

4.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ЭД на ПОВТ и средства поверки.

Т а б л и ц а 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

| Наименование СИ  | Требуемые характеристики  |                       | Рекомендуемый тип | Кол-во | Пункт МП    |
|--|---|-----------------------|-------------------|--------|-------------|
|  | Диапазон измерений  | Погрешность измерений |                   |        |             |
| Мультиметр *   | напряжение постоянного тока от 1 мВ до 10 В;<br>силы постоянного тока от 1 мА до 25 мА; | $\pm 0,2 \%$          | 34401А            | 1      | 7.2,<br>7.3 |
| Частотомер электронно-счетный **   | Частотный диапазон от 0,01 до 100000 Гц   | $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ | ЧЗ-85             | 1      | 7.2,<br>7.3 |
| Установка имитационная параметров виброперемещения   | Частотный диапазон от 0,01 до 10000 Гц  | $\pm 2 \cdot 10^{-5}$ | ИТ26              | 1      | 7.2,<br>7.3 |
| Генератор сигналов низкочастотный прецизионный   | Частотный диапазон от 0,01 до 10000 Гц  |                       | ГЗ-110            | 1      | 7.2,<br>7.3 |
| Персональный компьютер ***   |   | -                     | -                 | 1      | 7.2,<br>7.3 |
| Блок питания   | 12 В, не менее 100 мА   | $\pm 0,2 \text{ В}$   | AS05              | 1      | все         |
| * - для исполнений AP2400X-V-XX.X.XXX.AB.AB, AP2400X-C-XX.X.XXX.AB.AB;<br>** - для исполнений AP2400X-F-XX.X.XXX.AB.AB;<br>*** - для исполнений AP2400X-D-XX.X.XXX.AB.AB |   |                       |                   |        |             |

## 5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 198 до 244 В;
- частота питающей сети от 49,5 до 50,5 Гц.

## 6 Подготовка к проведению поверки

Перед проведением поверки подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре необходимо проверить:

- целостность корпуса СУ, ПП и удлинительного кабеля;
- состояние поверхностей (отсутствие вмятин, царапин, задиров);

- отсутствие повреждений соединительных жгутов и разъемов;
- надежность крепления всех составных частей ПОВТ.

## 7.2 Опробование

7.2.1 Собирают схему измерений, в зависимости от исполнения ПОВТ, в соответствии с рисунком 1. В качестве регистратора подсоединяют;

- для исполнений AP2400X-V-XX.X.XXX.AB.AB мультиметр 34401А в режиме измерений постоянного напряжения;
- для исполнений AP2400X-C-XX.X.XXX.AB.AB мультиметр 34401А в режиме измерений силы постоянного тока;
- для исполнений AP2400X-F-XX.X.XXX.AB.AB частотомер ЧЗ-85;
- для исполнений AP2400X-D-XX.X.XXX.AB.AB через интерфейс RS465 ПК с установленным ПО.

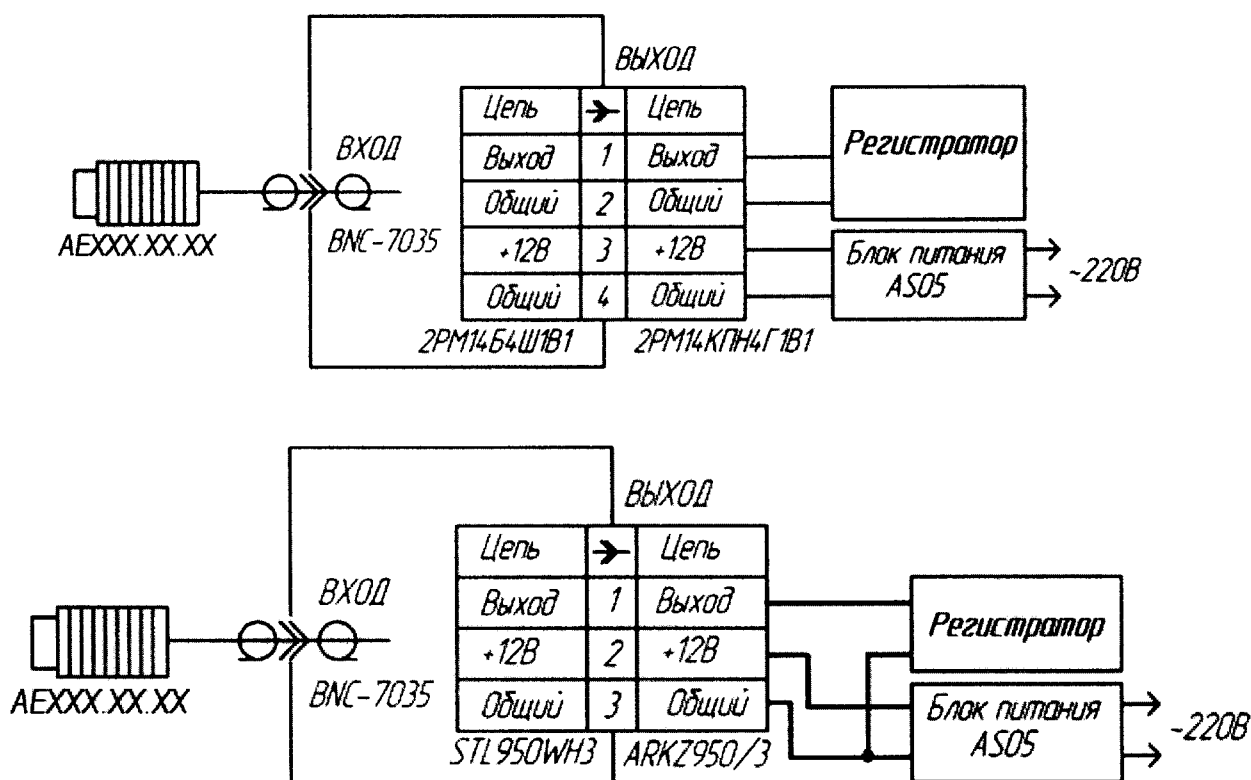


Рисунок 1 – Схемы включения ПОВТ

7.2.2 Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.

**Примечание** – В качестве блока питания допускается использовать любой стабилизированный источник питания постоянного тока с установленным выходным положительным напряжением ( $12,0 \pm 0,5$ ) В и током нагрузки не менее 100 мА.

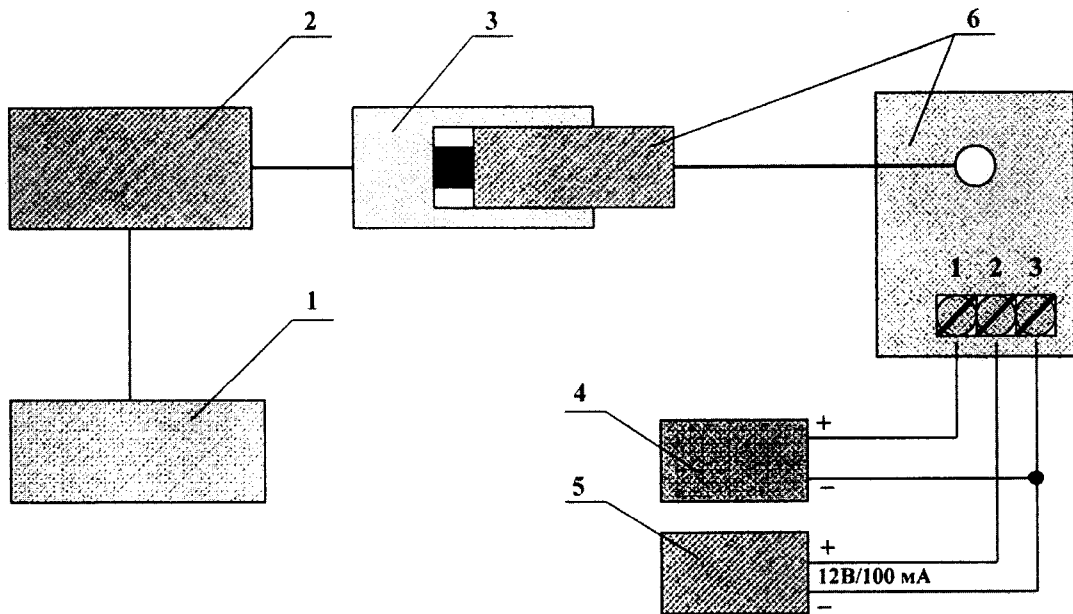
7.2.3 Приближают плоскую пластину, изготовленную из ферромагнитной стали, к торцу ПП несколько раз в течении одной минуты.

7.2.4 ПОВТ считают выдержавшим испытание, если наблюдается изменение выходного сигнала.

### 7.3 Проверка диапазона измерений, коэффициента преобразования и основной погрешности при измерении частоты вращения

7.3.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 2 с учетом исполнения ПОВТ (подсоединение регистратора и блока питания). На ПП поверяемого ПОВТ накручивают катушку (3) до легкого упора.

7.3.2 Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них. Мультиметр 34401А переводят в режим измерений напряжения постоянного тока для исполнений AP2400X-V-XX.X.XXX.AB.AB, в режим измерений силы постоянного тока для исполнений AP2400X-C-XX.X.XXX.AB.AB или в режим измерений частоты для исполнений AP2400X-F-XX.X.XXX.AB.AB.



- 1 – генератор сигналов низкочастотный ГЗ-110;
- 2 – установка имитационная параметров виброперемещения ИТ26;
- 3 – катушка № 8 (для ПП АЕ05Х.ХХ.ХХ) или № 12 (для ПП АЕ08Х.ХХ.ХХ) из состава ИТ26;
- 4 – регистратор (например, мультиметр 34401А, частотмер ЧЗ-85, ПК);
- 5 – блок питания (AS05 или источник питания, например, GPR-1820 HD, Б5-71 и т.д.);
- 6 – поверяемый ПОВТ (показано исполнение AP2400А-Х-ХХ.Х.ХХХ.АВ.АВ)

Рисунок 1 – Схема проверки диапазона, коэффициента преобразования, и основной погрешности ПОВТ при измерении частоты вращения

Т а б л и ц а 3 – Определение основной относительной погрешности ПОВТ

|                              |   |    |    |     |      |      |       |       |
|------------------------------|---|----|----|-----|------|------|-------|-------|
| $W_{реки}, \text{мин}^{-1}$  | 1 | 10 | 20 | 100 | 1000 | 3000 | 30000 | 60000 |
| $F_{задi}, \text{Гц}$        |   |    |    |     |      |      |       |       |
| $U_{измi}, \text{мВ}$        |   |    |    |     |      |      |       |       |
| $I_{измi}, \text{мА}$        |   |    |    |     |      |      |       |       |
| $F_{измi}, \text{Гц}$        |   |    |    |     |      |      |       |       |
| $W_{измiD}, \text{мин}^{-1}$ |   |    |    |     |      |      |       |       |
| $\delta_{Li}, \%$            |   |    |    |     |      |      |       |       |

7.3.3 На генераторе (1) устанавливают первое значение частоты  $F_{задi}$ , Гц, соответствующее частоте вращения  $W_{реки}$ , мин<sup>-1</sup>, из таблицы 3. Значение частоты  $F_{задi}$  вычисляют по формуле

$$F_{задi} = \frac{W_{реки} \cdot N_m}{60}, \quad (1)$$

где  $N_m$  – количество рисок на один оборот вала.

Проводят измерение выходного сигнала испытуемого ПОТВ:

–  $U_{изmi}$ , мВ – для исполнений AP2400X-V-XX.X.XXX.AB.AB;

–  $I_{изmi}$ , мА – для исполнений AP2400X-C-XX.X.XXX.AB.AB;

–  $F_{изmi}$ , Гц – для исполнений AP2400X-F-XX.X.XXX.AB.AB;

–  $W_{изmiD}$ , мин<sup>-1</sup> – для исполнений AP2400X-D-XX.X.XXX.AB.AB.

Примечание – Рекомендуемые значения частот  $W_{реки}$ , мин<sup>-1</sup>, в таблице 3 приведены для максимального диапазона измерений ПОВТ при наличии одной метки на контролируемом валу. При сокращенном диапазоне измерений количество контрольных точек следует выбирать не менее пяти, при этом обязательно наличие минимальной и максимальной измеряемой частоты вращения контролируемого диапазона.

7.3.4 Повторяют операции по 7.3.3 для всех значений частот вращения, указанных в таблице 3.

7.3.5 Измеренную ПОВТ исполнений AP2400X-V-XX.X.XXX.AB.AB частоту вращения  $W_{изmiПОВТ}$ , мин<sup>-1</sup>, вычисляют по формуле

$$W_{изmiПОВТ} = \frac{U_{изmi}}{K_{oV}}, \quad (2)$$

где  $U_{изmi}$  –  $i$ -е измеренное выходное напряжение ПОВТ, мВ;

$K_{oV}$  – коэффициент преобразования ПОВТ, указанный в паспорте, мВ/мин<sup>-1</sup>.

7.3.6 Измеренную ПОВТ исполнений AP2400X-C-XX.X.XXX.AB.AB частоту вращения  $W_{изmiПОВТ}$ , мин<sup>-1</sup>, вычисляют по формуле

$$W_{изmiПОВТ} = \frac{I_{изmi} - I_n}{K_{oI}}, \quad (3)$$

где  $I_{изmi}$  –  $i$ -й измеренный выходной ток ПОВТ, мА;

$I_n$  – начальный ток смещения ПОВТ, 4 мА;

$K_{oI}$  – коэффициент преобразования ПОВТ, указанный в паспорте, мА/мин<sup>-1</sup>.

7.3.7 Измеренную ПОВТ исполнений AP2400X-F-XX.X.XXX.AB.AB частоту вращения  $W_{изmiПОВТ}$ , мин<sup>-1</sup>, вычисляют по формуле

$$W_{изmiПОВТ} = \frac{F_{изmi}}{K_{oF}}, \quad (4)$$

где  $F_{изmi}$  –  $i$ -е измеренная частота выходного сигнала ПОВТ, Гц;

$K_{oF}$  – коэффициент преобразования ПОВТ, указанный в паспорте, Гц/мин<sup>-1</sup>.



7.3.8 В диапазоне от 20 до 60000 мин<sup>-1</sup> основную относительную погрешность измерений частоты вращения  $\delta_{W_i}$ , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{W_i} = \frac{W_{измiПОВТ} - W_{задiТАХ}}{W_{задiТАХ}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $W_{измiПОВТ}$  –  $i$ -ая рассчитанная частота вращения по формулам (2), (3), и (4) для соответствующих исполнений (для исполнений АР2400Х-D-XX.X.XXX.AB.AB  $W_{измiПОВТ} = W_{измiD}$ ), мин<sup>-1</sup>;

$W_{задiТАХ}$  –  $i$ -ая, заданная частота вращения из таблицы 3 ( $W_{задiТАХ} = W_{рекi}$ ), мин<sup>-1</sup>.

7.3.9 В диапазоне от 1 до 20 мин<sup>-1</sup> абсолютную погрешность измерений частоты вращения  $\Delta_{W_i}$ , мин<sup>-1</sup>, рассчитывают по формуле

$$\Delta_{W_i} = W_{измiПОВТ} - W_{задiТАХ}, \quad (6)$$

7.3.10 ПОВТ считают выдержавшим испытания, если основная погрешность при измерении частоты вращения находится в пределах  $\pm 2\%$  в диапазоне от 20 до 60000 мин<sup>-1</sup> и  $\pm 0,5$  мин<sup>-1</sup> в диапазоне от 0,6 до 20 мин<sup>-1</sup>.

## 7.4 Проверка ПО

7.4.1 Проверку ПО проводят в соответствии с 4.1.3 АБКЖ.00010-01 34. Цифровой идентификатор ПО рассчитывается автоматически при каждом запуске ПО АБКЖ.00010-01. Для вызова окна с информацией о версии ПО и результатов расчета цифрового идентификатора необходимо в строке меню выделить пункт «О программе». Пример всплывающего окна приведен на рисунке 3.

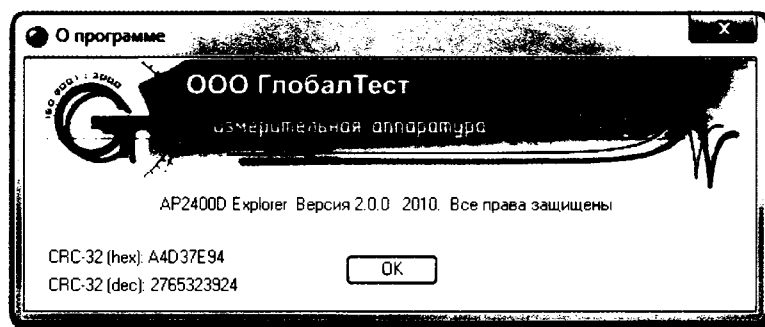


Рисунок 3 – Пример окна с информацией о ПО

7.4.1 ПОВТ, считают выдержавшим испытания, если цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) соответствует указанной в паспорте.

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке ПТВ по форме, установленной в действующих нормативных документах.

8.2 ПТВ, не прошедший поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, установленной в действующих нормативных документах.

**Приложение А  
(справочное)  
Структура обозначений ПОВТ**

Структура обозначений ПОВТ:

|        |    |    |     |    |      |     |   |
|--------|----|----|-----|----|------|-----|---|
| AP2400 | X- | X- | XX. | X. | XXX. | AB. | AB  |
|        |    |    |     |    |      |     | верхний предел измерений $A \times 10^B$ (max)  |
|        |    |    |     |    |      |     | нижний предел измерений $A \times 10^B$ (min)   |
|        |    |    |     |    |      |     | количество рисок на один оборот вала, от 001 до 255   |
|        |    |    |     |    |      |     | вывод ПП: 0 – кабельный вывод;<br>1 – кабельный вывод с металлоруковым;<br>2 – разъем SMA, удлинительный кабель без металлорукова;<br>3 – разъем SMA, удлинительный кабель с металлоруковым |
|        |    |    |     |    |      |     | диаметр катушки ПП: 05 – 5 мм; 08 – 8 мм  |
|        |    |    |     |    |      |     | выходной сигнал: D – цифровой RS465; F – частотный (0 – 1000) Гц;<br>C – токовый (4 – 20) мА; V – напряжение  |
|        |    |    |     |    |      |     | выходной соединитель СУ: A – клеммник винтовой; C – 2PM14B4Ш1B1   |

**Приложение Б  
(справочное)**

**Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП**

| Обозначение документа, на который дана ссылка | Наименование документа, на который дана ссылка   |
|---|--|
| ГОСТ 12.2.007.0-75                            | ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности                                |
| ГОСТ Р 8.568-97                               | ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения                                |
| ПОТ РМ-016-2001                               | Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок |

**Приложение В  
(справочное)**

**Перечень принятых сокращений**

МП – методика поверки;  
 ПОВТ – преобразователь оборотов вихретоковый;  
 ПП – первичный преобразователь;  
 СИ – средство(а) измерений;  
 СУ – согласующее устройство;  
 ЭД – эксплуатационная документация.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Изм. | Номера страниц |            |       |                | Всего страниц в документе | № документа | Входящий № сопроводительного документа и дата | Подпись | Дата |
|------|----------------|------------|-------|----------------|---------------------------|-------------|---|---------|------|
|      | Измененных     | Замененных | Новых | Аннулированных |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |
|      |                |            |       |                |                           |             |   |         |      |