

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегатов «ЭП-1000»

#### Назначение средства измерений

Аппаратура «ЭП-1000» предназначена для измерения СКЗ (среднеквадратического значения) виброскорости вертикальной, поперечной и осевой составляющих вибрации опор подшипников; относительного виброперемещения (боя) вала; осевых смещений или относительных удлинений вращающихся валов; тепловых расширений турбин и положений запорных и регулирующих органов; частоты вращения вала и контроля механического состояния турбоагрегатов, турбокомпрессоров, центробежных насосов и другого энергетического оборудования общего применения, защиты от критических состояний параметров вращающихся агрегатов электростанций.

#### Описание средства измерений

Принцип действия аппаратуры основан на преобразовании измеряемой величины в пропорциональный ей электрический сигнал с последующей обработкой.

Пьезоэлектрические и вихретоковые датчики преобразуют механические параметры вращающегося агрегата в электрические сигналы, которые нормирующими преобразователями приводятся к уровню 0...10 В. Далее эти сигналы поступают на входы блоков контроля в которых осуществляется аналого-цифровое преобразование и дальнейшая обработка измерительной информации. Результаты измерения выводятся на цифровое табло блока контроля, а также выносных блоков индикации, сравниваются с заданными пороговыми значениями (уставками), и при их превышении формируются сигналы для внешней системы сигнализации и защиты. Кроме того, блоки контроля формируют унифицированный токовый сигнал, пропорциональный измеряемому параметру. Аппаратура имеет цифровой интерфейс для передачи по запросу измеренных и рассчитанных параметров на персональный компьютер, в АСУ ТП блока станции для вибродиагностики и мониторинга.

В состав аппаратуры входят:

- датчики и преобразователи;
- блоки контроля;
- выносные индикаторы;
- монтажные принадлежности.

Назначение и тип блоков контроля, преобразователей и датчиков указаны в таблице 1.

Таблица 1.

| Назначение  | Блок контроля                          | Преобразователь    | Датчик |
|---|--|--------------------|--------|
| Измерение и контроль СКЗ виброскорости опор подшипников           | П-1120 (3 канала)                      | П-1120 (3 канала)  | П-1120 |
| Измерение и контроль размаха относительного виброперемещения вала | П-1119 (4 канала)                      | П-1109 (2 канала), | П-1109 |
| Измерение и контроль искривления вала                             | П-1119 (4 канала),<br>П-1106 (1 канал) | П-1106             | П-1106 |
| Измерение и контроль частоты вращения ротора                      | П-1115                                 | П-1115             | П-1115 |
| Измерение и контроль осевого сдвига                               | П-1117 (4 канала),<br>П-1107 (1 канал) | П-1107             | П-1107 |

|  |  |                |                   |
|--|--|----------------|-------------------|
| Измерение и контроль относительного расширения                 | П-1117 (2 канала),<br>П-1108 (1 канал) | П-1108, П1108А | П-1108,<br>П1108А |
| Измерение и контроль тепловых расширений или хода сервомоторов | П-1117 (4 канала),<br>П-1116 (1 канал) | П-1116         | П-1116            |

Аппаратура выпускается в виде отдельных блоков, содержащих один, два, три или четыре измерительных канала (рисунок 2), либо в виде измерительного комплекса – блоки контроля устанавливаются в шкафы «Евромеханика» (рисунок 1).



Рисунок 1 - Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегатов ЭП-1000



Рисунок 2 - Блоки контроля

Блоки контроля представляют собой закрытый корпус. На лицевой панели расположены цифровые или графические индикаторы и органы управления прибора, закрытые крышкой (лючком). На задней панели расположены разъемы для присоединения к внешним цепям и пломбируемые винты крепления боковой крышки (Рисунок 3).

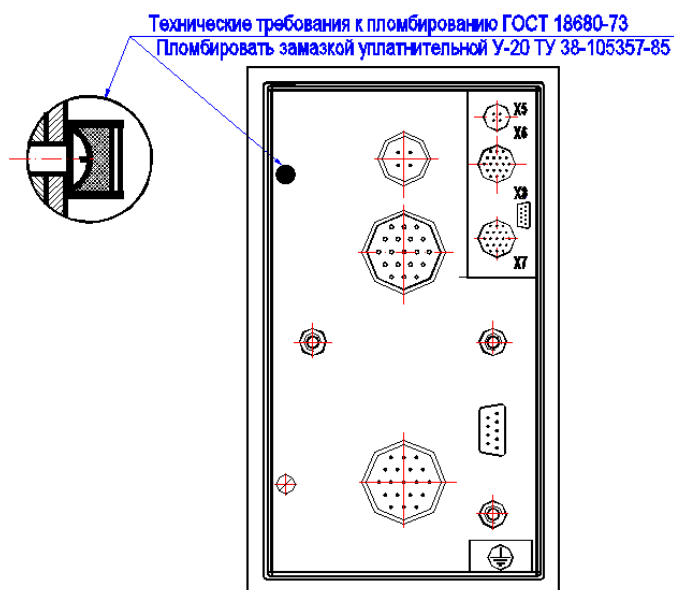


Рисунок 3 - Задняя панель блока контроля. Пломбировка прибора



Рисунок 4 - Преобразователи с датчиками.

Датчики устанавливаются непосредственно на объекте контроля, нормирующие преобразователи – в непосредственной близости от объекта контроля на фундаменте или раме турбоагрегата и соединяются посредством кабельных связей с блоками контроля.

### Метрологические и технические характеристики

#### 1. Канал измерения СКЗ виброскорости:

Диапазон измерения СКЗ виброскорости синусоидальной вибрации, мм/с

от 0,2 до 12  
или от 0,5 до 30

Частотный диапазон измерения, Гц

- СКЗ виброскорости
  - СКЗ низкочастотной составляющей виброскорости, где - Fоб – оборотная частота
  - СКЗ виброскорости и фазы оборотной составляющей
- Диапазон измерения фазы синусоидального сигнала, градус

от 10 до 1000  
от 10 до 0,5Fоб  
от 10 до 160  
от 0 до 359

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости на базовой частоте 45 Гц, %

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| - по цифровому прибору        | $\pm \left[ 2,5 + 0,25 \left( \frac{\tilde{\sigma}_e}{\sigma} - 1 \right) \right]$ |
| - по унифицированному сигналу | $\pm \left[ 4 + 0,4 \left( \frac{\tilde{\sigma}_e}{\sigma} - 1 \right) \right]$ ,  |

где -  $X_k$  – верхний предел диапазона измерения СКЗ виброскорости;  
X – измеренное значение СКЗ виброскорости.

|   |                      |
|---|----------------------|
| Пределы неравномерности АЧХ в рабочем диапазоне частот, дБ                                      | от +0,5 до минус 1,0 |
| Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %    | $\pm 1,0$            |
| Относительный коэффициент поперечного преобразования датчика, %                                 | от 0 до 2            |
| Уровень собственных шумов ниже минимального значения диапазона измерения, дБ,                   | не менее 8           |
| Пределы дополнительной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости, % от воздействия: |                      |
| температуры   | $\pm 4$              |
| относительной влажности   | $\pm 1,5$            |
| Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения фазы входного сигнала, градус               | $\pm 4$              |

2. Канал измерения относительного виброперемещения:

Диапазоны измерения размаха виброперемещения, мкм от 10 до 250  
или от 25 до 500

|   |                |
|---|----------------|
| Частотный диапазон измерения, Гц размаха относительного виброперемещения  | от 0,05 до 500 |
| двойной амплитуды низкочастотной составляющей виброперемещения  | от 5 до 0,5Fоб |
| двойной амплитуды и фазы оборотной составляющей виброперемещения  | от 0,05 до 160 |
| Диапазон измерения фазы синусоидального сигнала, градус   | от 0 до 359    |
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения относительного виброперемещения на базовой частоте 45 Гц : |                |
| по цифровому прибору и унифицированному сигналу, %  | $\pm 3$        |
| Пределы неравномерности АЧХ в рабочем диапазоне частот, %   | $\pm 3$        |
| Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %                              | $\pm 1$        |
| Пределы дополнительной относительной погрешности измерения виброперемещения, %, от воздействия:                           |                |
| температуры   | $\pm 3$        |
| относительной влажности   | $\pm 3$        |
| Рабочий диапазон зазора, мм   | от 0,5 до 2    |
| Диапазон измерения зазора, мм   | от 0 до 2,5    |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения зазора, мм  | $\pm 0,2$      |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения фазы входного сигнала, градус  | $\pm 4$        |

3. Канал измерения частоты вращения:

Диапазон измерения частоты вращения при дискретности измерения 1 об/мин, об/мин от 1 до 4000  
или от 1 до 10000

|  |  |
|--|--|
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения, об/мин                                     | ± 1  |
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности унифицированного сигнала, %   | ± 1  |
| Пределы основной абсолютной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, об/ мин                   | ± 1  |
| Пределы дополнительной абсолютной погрешности измерения, об/мин, от воздействия:   |  |
| - температуры  | ± 1  |
| - относительной влажности  | ± 1  |
| Пределы дополнительной погрешности унифицированного сигнала, %, от воздействия:  |  |
| - температуры  | ± 1  |
| - относительной влажности  | ± 1  |
| Рабочий диапазон зазора, мм  | от 0,5 до 2,0  |
| 4. Канал измерения осевого сдвига:   |  |
| Диапазон измерения осевого сдвига, мм  | 1 - 0 - 1<br>или 2 - 0 - 2<br>или 2,5-0 -2,5   |
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения смещения по цифровому прибору и унифицированному сигналу, % | ± 2  |
| Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %,                              | ± 1  |
| Пределы дополнительной относительной погрешности измерения, %, от воздействия:   |  |
| - температуры  | ± 2,5  |
| - относительной влажности  | ± 2,5  |
| 5. Канал измерения относительного расширения:  |  |
| Диапазон измерения относительного расширения, мм   | 5 - 0 - 5<br>или 10 - 0 - 10<br>или 20 - 0 - 20  |
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения, %:   |  |
| - при зазоре от 1,0 до 2,0 мм  | ± 2  |
| - при зазоре от 0,5 до 1,0 мм  | ± 5  |
| Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %                               | ± 1  |
| Пределы дополнительной относительной погрешности измерения, %, от воздействия:   |  |
| - температуры  | ± 4  |
| - относительной влажности  | ± 4  |
| Диапазон измерения зазора, мм  | от 0 до 2,5  |
| Рабочий диапазон зазора, мм  | от 0,5 до 2  |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения зазора, мм   | ± 0,25   |
| 6. Канал измерения абсолютного расширения:   |  |
| Диапазон измерения абсолютного расширения, мм  | от 0 до 30<br>или от 0 до 50<br>или от 0 до 60<br>или от 0 до 80<br>или от 0 до 100<br>или от 0 до 160<br>или от 0 до 240<br>или от 0 до 360 |

|   |       |
|---|-------|
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения по цифровому прибору и унифицированному сигналу, % | ± 2   |
| Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %                      | ± 1   |
| Пределы дополнительной относительной погрешности измерения, %   |       |
| - от воздействия: температуры   | ± 2,5 |
| - относительной влажности   | ± 2,5 |

#### 7. Общие требования к аппаратуре:

Электрическое сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях:

|   |    |
|---|----|
| - блоков контроля в цепях питания и сигнализации, МОм, не менее | 20 |
| - датчиков, МОм, не менее                                       | 40 |

Изоляция блоков контроля должна выдерживать в течение одной минуты действие испытательного напряжения

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| - в цепях питания, кВ      | 1,5 |
| - в цепях сигнализации, кВ | 0,5 |

Унифицированный выходной сигнал постоянного тока, мА, при нагрузке:

|                   |            |
|-------------------|------------|
| - не более 2 кОм  | от 0 до 5  |
| - не более 500 Ом | от 4 до 20 |

Время установления рабочего режима, мин

5

Параметры питания от сети переменного тока: напряжение, В

220±22

Потребляемая мощность на один измерительный канал, В·А, не более

10

Пределы дополнительной относительной погрешности,

вызванной изменением напряжения питания от 187 В до 242 В, %

± 0,5

Рабочий диапазон температуры окружающей среды, °С

|                        |               |
|------------------------|---------------|
| - для блоков контроля  | от +5 до +50  |
| - для преобразователей | от +5 до +70  |
| - для датчиков         | от +5 до +100 |

По электромагнитной совместимости аппаратура соответствует требованиям ГОСТ Р 51318.14.1-2006 для ТС класса А, группы исп. I

Пределы дополнительной погрешности, вызванной воздействием магнитного поля с частотой 50 Гц и

|   |       |
|---|-------|
| - напряженностью 400 А/ м на датчики и преобразователи, % | ± 1,5 |
| - напряженностью 80 А/ м на блоки аппаратуры, %           | ± 1,5 |

Габаритные размеры и масса составных частей не менее значений, указанных в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование и тип узла          | Размеры, мм     | Масса, кг |
|----------------------------------|-----------------|-----------|
| Датчик П-1120                    | 30 x 30 x 50    | 1,0       |
| “ - “ П-1115                     | Ø 12 x 40       | 0,35      |
| “ - “ П-1106, П-1119             | Ø 12 x 40       | 0,35      |
| “ - “ П-1107                     | Ø 16 x 30       | 0,35      |
| “ - “ П-1108                     | 20 x 60 x 100   | 0,6       |
| “ - “ П-1116                     | 25 x 40 x 60    | 0,6       |
| Преобразователь П-1120           | 25 x 120 x 50   | 0,6       |
| Преобразователи П-1106 ...П-1116 | 105 x 105 x 50  | 0,5       |
| Блоки контроля П-1106...П-1120   | 100 x 170 x 200 | 2,5       |
| Выносной индикатор П-1115        | 160 x 110 x 80  | 0,5       |

Наработка на отказ (То) при вероятности безотказной работы 0,9 ч, не менее,  
Средний срок службы, лет

12

7,5 · 104

### **Знак утверждения типа**

Наносится на лицевые панели модулей и верхние крышки преобразователей фотохимическим методом, обеспечивающим четкость и сохранность в течение срока службы; на титульные листы эксплуатационной документации типографским способом.

### **Комплектность средства измерений**

В комплект поставки аппаратуры входят:

- датчики;
- преобразователи;
- блоки контроля;
- выносные блоки индикации;
- вспомогательные узлы;
- руководство по эксплуатации 1.1000 РЭ;
- формуляр 1.1000 ФО.

Количество датчиков, модулей и блоков определяется заказчиком в зависимости от типа турбины, количества точек контроля, логики сигнализации.

### **Поверка**

осуществляется по Разделу 4 «Поверка». «Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегатов “ЭП-1000”. Руководство по эксплуатации. 1.1000 РЭ», утвержденному ГЦИ СИ ФГУ «Ростовский ЦСМ» 21 апреля 2011 г.

Перечень основного оборудования, необходимого для поверки аппаратуры «ЭП-1000» :

- Виброкалибровочный стенд с лазерным интерферометром МВС-85 частотный диапазон от 10 до 1000 Гц, виброскорость от 0 до 100 мм/с, виброперемещение от 1 до 1000 мкм, основная погрешность измерения вибрации: по лазерному интерферометру  $\pm 0,1$  % , по стенду 2 %.
- Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122 частотный диапазон от  $10^{-3}$  Гц до  $10^6$  Гц, погрешность  $\pm 0,003$  %.
- Штатив с микрометрическим глубиномером ГМ 100, диапазон смещения от 0 до 10 мм, погрешность  $\pm 0,01$ .
- Стенд с индикаторами часового типа ИЧ-10, ИЧ-50, диапазон смещения от 0 до 100 мм, погрешность  $\pm 0,01$ .
- Мультиметр цифровой АРРА 107N частотный диапазон от 40 Гц до 1000 Гц , напряжение постоянного тока от 20 мВ до 1000 В , погрешность  $\pm 0,06$  %; напряжение переменного тока от 20 мВ до 750 В, погрешность  $\pm 0,07$  %; сила постоянного тока от 20 мА до 10 А, погрешность  $\pm 0,02$  %.

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

Сведения о методах измерений изложены в разделе 4. «Поверка» «Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегатов “ЭП-1000”. Руководство по эксплуатации. 1.1000 РЭ».

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к аппаратуре контроля механических параметров турбоагрегатов «ЭП-1000»**

1.1000 РЭ «Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегатов “ЭП-1000”. Руководство по эксплуатации» Раздел 4 «Поверка», утвержден ГЦИ СИ ФГУ «Ростовский ЦСМ» 21 апреля 2011 г.  
ТУ 4277-001-68774138-11.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Применяются вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений.

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «Юг-энергоприбор» (ООО НПП «Югэнергоприбор»).

Адрес: 344038, г. Ростов-на-Дону, ул. Нансена, дом 105, корпус 1.

Тел.8(863)232-35-05.

**Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное государственное учреждение «Ростовский центр стандартизации, метрологии и сертификации» (ГЦИ СИ ФГУ «Ростовский ЦСМ»). Аттестат аккредитации действителен до 01.01.2014 г.(в Госреестре № 30042-08).

Адрес: 344010, г. Ростов-на-Дону, пр. Соколова, 58

Тел.:(863)264-19-74, 290-44-88, факс: (863)291-08-02, 290-44-88

e-mail: [rost\\_csm@aaanet.ru](mailto:rost_csm@aaanet.ru), [metrcsm@aaanet.ru](mailto:metrcsm@aaanet.ru)

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.П.

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_2011 г.