

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК»

Назначение средства измерений

Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК» (далее аппаратура) предназначена для измерений в непрерывном режиме характеристик роторных агрегатов, именно: вибрации корпуса роторного агрегата, вибрации вала относительно корпуса, осевого и радиального положения вала, абсолютного и относительного расширения, а также числа оборотов ротора. Кроме того, аппаратура проводит анализ и диагностику состояния роторных агрегатов, а также выполняет расчеты по результатам измерений.

Описание средства измерений

Принцип действия аппаратуры основан на преобразовании измеряемой величины в пропорциональный ей электрический сигнал и дальнейшей его обработке.

Контроль измеряемых параметров осуществляется путем сравнения их с заданными уровнями, на основе которого формируются сигналы предупреждения и аварийного отключения оборудования.

Аппаратура представляет собой модульную конструкцию и состоит из первичных преобразователей (акселерометров серии АПЭ, вихретоковых датчиков серии КВ и вихретокового датчика ДУ), вторичных преобразователей (КР-4, ПТ, ПАР, ПОС, ПОР, ПОВ, ПУ, БИС), блоков измерения и контроля (БИ, БТ, БАР, БОС, БОР, БОВ, БИУ, ИП) (далее измерительные блоки), блока измерения и контроля микропроцессорного канала (БКО) (далее измерительный блок БКО), блока регистрации (БКСВ), блоков защиты и сигнализации (БЗР, БФА, БЛСТЗ, БС-2, БС-3), модуля многоканального регистратора (ПУЛЬСАР) и блока пульта настройки (БПН), а также дополнительных блоков (ИВВ, ИВЧ) и контроллера АСКВД.

Блоки измерения и контроля: БИ, БТ, БАР, БОС, БОР, БОВ, БИУ, БКО, БМ, модуль максимума ММ, блоки питания, блоки защиты и сигнализации монтируются в модульном шкафу.

Внешний вид аппаратуры «СИВОК» представлен на рисунке 1, структурная схема представлена на рисунке 2.



Рисунок 1 - Аппаратура «СИВОК»

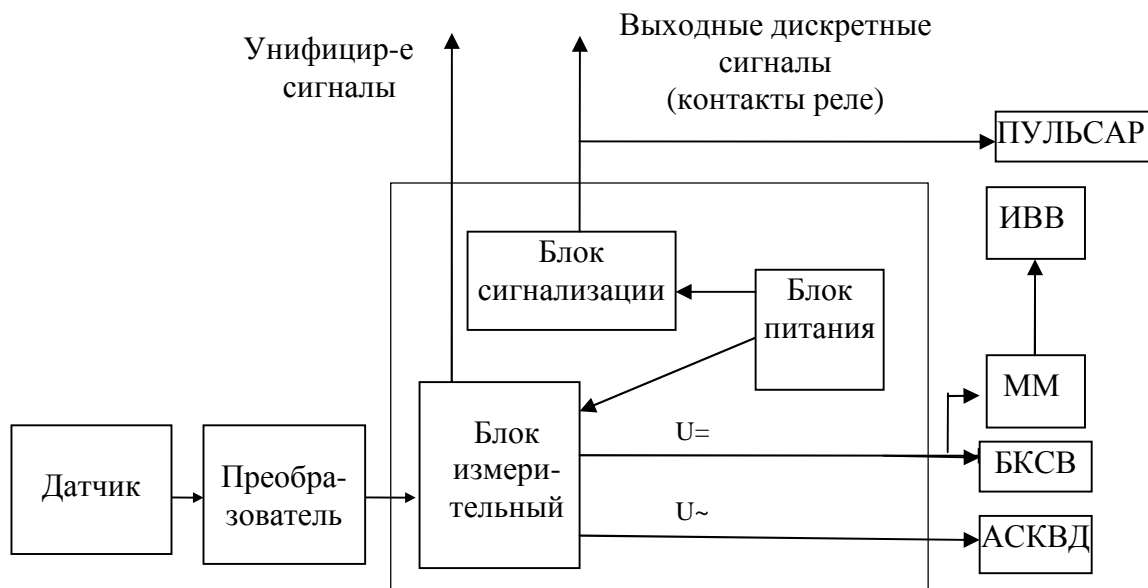


Рисунок 2 - Структурная схема

Аппаратура включает в себя каналы измерения и контроля виброскорости, осевого перемещения, абсолютного и относительного расширения, относительного перемещения, числа оборотов (частоты вращения), наклона поверхности. Каждый канал состоит из первичного преобразователя (акселерометра, вихретокового датчика), вторичного преобразователя и измерительного блока.

Сигнал, поступающий на измерительный блок, в зависимости от модели используемого вторичного преобразователя может быть представлен в аналоговом и цифровом виде. Для получения сигнала в цифровом виде используются вторичные преобразователи модели БИС или ПТ (только для канала измерения частоты вращения). Для получения сигнала в аналоговом виде в зависимости от типа измерительного канала используются вторичные преобразователи моделей КР-4, ПТ, ПАР, ПОС, ПОР, ПОВ и ПУ.

Канал измерения виброскорости состоит из акселерометра серии АПЭ, преобразователя КР-4 (или БИС) и измерительного блока БИ (или БКО) или модуля ИП-121 (или ИП-221).

Акселерометры являются преобразователями инерционного типа и используют прямой пьезоэлектрический эффект. Электрический заряд чувствительного элемента пропорционален ускорению, воздействию на преобразователь.

Акселерометры серии АПЭ имеют модификации: АПЭ-1, АПЭ-1т, АПЭ-2А, АПЭ-2Б, АПЭ-3, АПЭ-5-25, АПЭ-5-25т. Модификации АПЭ-1 и АПЭ-5-25 – одноосевые, модификация АПЭ-2 – двухосевая, модификация АПЭ-3 – трехосевая. Акселерометры модификаций АПЭ-1т и АПЭ-5-25т имеют встроенный термоэлемент.

Измерительный блок БИ и модуль ИП-121 работают с аналоговым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль среднеквадратического значения виброскорости подшипника и формировать унифицированные сигналы. Измерительный блок БКО и модуль ИП-221 работают с цифровым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль механических параметров, тип которых задается программным методом. Модули ИП-121 и ИП-221 являются аналогами измерительных блоков соответственно БИ и БКО, но выполнены в виде отдельных приборов.

Внешний вид акселерометров серии АПЭ представлен на рисунке 3.



АПЭ-1



АПЭ-2А



АПЭ-2Б, АПЭ-3



АПЭ-5-25

Рисунок 3 - Акселерометры серии АПЭ

Внешний вид преобразователя КР-4 представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 - Преобразователь КР-4

Каналы измерения осевого перемещения, абсолютного и относительного расширения, относительного виброперемещения, числа оборотов и угла наклона состоят из вихретокового датчика, вторичного преобразователя и измерительного блока.

Принцип действия вихретокового датчика совместно с вторичным преобразователем основан на взаимодействии электромагнитного поля, создаваемого датчиком, с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в электропроводящем объекте контроля (роторе). Питание вихретокового датчика осуществляется переменным напряжением фиксированной частоты (несущая), амплитуда которой модулируется пропорционально расстоянию между датчиком и объектом контроля. Таким образом, огибающая несущей частоты является информационной частью выходного сигнала, которая выделяется путем демодуляции. Используемое преобразование параметрического типа позволяет проводить измерения зазора и его изменения, пропорционального виброперемещению. Датчики являются преобразователями параметрического типа и могут работать, начиная с частоты равной нулю (постоянный входной сигнал).

Вихретоковые датчики моделей КВ-1650т, КВ-5010т, КВ-1025т имеют встроенный термоэлемент.

Канал измерения осевого перемещения состоит из вихретокового датчика КВ-1650 (или КВ-1650т), вторичного преобразователя ПОС (или БИС) и измерительного блока БОС (или БКО) или модуля ИП-107 (или ИП-207).

Измерительный блок БОС и модуль ИП-107 работают с аналоговым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль осевого сдвига и формировать унифицированные сигналы. Измерительный блок БКО и модуль ИП-207 работают с цифровым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль механических параметров, тип которых задается программным методом. Модули ИП-107 и ИП-207 являются аналогами измерительных блоков соответственно БОС и БКО, но выполнены в виде отдельных приборов.

Канал измерения абсолютного расширения состоит из вихретокового преобразователя ПАР, преобразователя БИС (для преобразования сигнала в цифровую форму) и измерительного блока БАР (или БКО) или модуля ИП-116 (или ИП-216).

Преобразователь ПАР состоит из вихретокового датчика и встроенного преобразователя сигналов. Измерительный блок БАР и модуль ИП-116 работают с аналоговым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль абсолютного расширения и формировать унифицированные сигналы. Измерительный блок БКО и модуль ИП-216 работают с цифровым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль механических

параметров, тип которых задается программным методом. Модули ИП-116 и ИП-216 являются аналогами измерительных блоков соответственно БАР и БКО, но выполнены в виде отдельных приборов.

Канал измерения относительного расширения состоит из вихретокового датчика КВ-25-25 (КВ-25-25т) или КВ-50 (КВ-50т), вторичного преобразователя ПОР (или БИС) и измерительного блока БОР (или БКО) или модуля ИП-108 (или ИП-208).

Измерительный блок ПОР и модуль ИП-108 работают с аналоговым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль относительного расширения и формировать унифицированные сигналы. Измерительный блок БКО и модуль ИП-208 работают с цифровым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль механических параметров, тип которых задается программным методом. Модули ИП-108 и ИП-208 являются аналогами измерительных блоков соответственно ПОР и БКО, но выполнены в виде отдельных приборов.

Канал измерения относительного виброперемещения вала ротора состоит из вихретокового датчика КВ-1025 (или КВ-1025т), преобразователя ПОВ (или БИС) и измерительного блока БОВ (или БКО) или модуля ИП-109 (или ИП-209).

Измерительный блок БОВ и модуль ИП-109 работают с аналоговым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль относительного виброперемещения и формировать унифицированные сигналы. Измерительный блок БКО и модуль ИП-209 работают с цифровым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль механических параметров, тип которых задается программным методом. Модули ИП-109 и ИП-209 являются аналогами измерительных блоков соответственно БОВ и БКО, но выполнены в виде отдельных приборов.

Канал измерения числа оборотов (частоты вращения) состоит из вихретокового датчика КВ-1225, преобразователя ПТ и измерительного блока БТ (или ИП-114). Модуль ИП-114 является аналогом измерительного блока БТ, но выполнен в виде отдельного прибора.

Канал измерения наклона поверхности состоит из вихретокового датчика ДУ, преобразователя ПУ (или БИС) и измерительного блока БИУ (или БКО) или модуля ИП-124 (или ИП-224).

Измерительный блок БИУ и модуль ИП-124 работают с аналоговым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль наклона поверхности, а также формировать унифицированные сигналы. Измерительный блок БКО и модуль ИП-224 работают с цифровым выходным сигналом и позволяют проводить измерение и контроль механических параметров, тип которых задается программным методом. Модули ИП-124 и ИП-224 являются аналогами измерительных блоков соответственно БИУ и БКО, но выполнены в виде отдельных приборов.

Внешний вид вихретоковых датчиков представлен на рисунке 5.



КВ-1650
КВ-1025
КВ-1225



КВ-25-25
КВ-50



ДУ

Рисунок 5 - Вихретоковые датчики КВ-1650, КВ-1025, КВ-1225, КВ-25-25, КВ-50 и ДУ

Внешний вид вихретокового преобразователя ПАР представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 - Вихретоковый преобразователь ПАР

Внешний вид измерительных блоков представлен на рисунке 7.



БИ, БТ, БАР, БОС, БОР,
БОВ, БИУ

ИП-1хх и ИП-2хх

Рисунок 7 – Блоки измерения и контроля (измерительные блоки) БИ, БТ, БАР, БОС, БОР, БОВ, БИУ, ИП-1хх, ИП-2хх и БКО

Внешний вид блока измерения и контроля микропроцессорного канала (БКО) (измерительного блока БКО) представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 - Блок измерения и контроля микропроцессорного канала (БКО) (измерительный блок БКО)

Внешний вид вторичных преобразователей ПОС, ПОР, ПОВ, ПТ и ПУ представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 - Вторичные преобразователи ПОС, ПОР, ПОВ, ПТ и ПУ.

Внешний вид блока контроля скачка вибрации БКСВ, модуля многоканального регистратора ПУЛЬСАР и контроллера АСКВД представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 - Блок контроля скачка вибрации БКСВ, модуль многоканального регистратора ПУЛЬСАР и контроллер АСКВД.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) служит для обработки, визуализации и архивации той информации, которая поступает от измерительных каналов. ПО представляет собой сервисное (фирменное) программное обеспечение, которое поставляется совместно с аппаратурой.

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Controller_id_780M	Контроллер для платы L780M	2.0.0.0	25b2c72d89e3f691b4e81f9f4e797643	MD-5

Защита программы от преднамеренного воздействия обеспечивается тем, что пользователь не имеет возможности изменять команды программы, обеспечивающие управление работой и процессом измерений.

Защита программы от непреднамеренных воздействий обеспечивается функциями резервного копирования.

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

Канал измерения виброскорости

Диапазоны измерения виброскорости (СКЗ), мм/с

от 0,3 до 15

от 1 до 30

от 10 до 1000

Диапазон рабочих частот, Гц

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении виброскорости на базовой частоте 79,6 Гц, %:

- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС) и блока контроля скачка вибрации (БКСВ)

$\pm 2,5$

- для измерительного блока БКО

± 2

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, дБ, не более

от 1 до минус 1,8

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности срабатывания сигнализации, %:

- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС) и блока контроля скачка вибрации (БКСВ)

± 2

- для измерительного блока БКО

$\pm 0,5$

Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха, %, не более:	
- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС) и блока контроля скачка вибрации (БКСВ)	±6
- для измерительного блока БКО	±1,5
<i>Канал измерения относительного виброперемещения</i>	
Диапазоны измерения размаха виброперемещения, мкм	от 25 до 250 от 50 до 500 от 5 до 500
Диапазон рабочих частот, Гц	
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении виброперемещения на базовой частоте 45 Гц, %	±2,5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %, не более	±2
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности срабатывания сигнализации, %	±2
Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха, %, не более	±4
<i>Канал измерения осевого перемещения</i>	
Диапазоны измерения осевого перемещения, мм	±1 ±2,5
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении осевого перемещения, %:	
- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС)	±2,5
- для измерительного блока БКО	±2
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности срабатывания сигнализации, %:	
- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС)	±2
- для измерительного блока БКО	±0,5
Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха, %, не более:	
- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС)	±5
- для измерительного блока БКО	±1,5
<i>Канал измерения относительного расширения</i>	
Диапазоны измерения относительного расширения, мм	±5 ±10
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении относительного расширения, %:	
- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС)	±6
- для измерительного блока БКО	±2
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности срабатывания сигнализации, %:	
- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС).	±2
- для измерительного блока БКО	±0,5
Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха, %, не более:	
- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС).	±6
- для измерительного блока БКО	±1,5

Канал измерения абсолютного расширения

Диапазон измерения абсолютного расширения, мм св. 0 до 360

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении абсолютного расширения в диапазоне измерения, %:

- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС) ±2,5

- для измерительного блока БКО ±2

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности срабатывания сигнализации, %

- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС) ±1,5

- для измерительного блока БКО ±0,5

Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха, %, не более:

- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС) ±2,5

- для измерительного блока БКО ±1,5

Канал измерения наклона поверхности

Диапазон измерения наклона поверхности, мм/м ±5

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении наклона поверхности, %:

- для измерительных блоков с цифровым табло, унифицированного сигнала (УС) ±3

- для измерительного блока БКО ±2

Канал измерения числа оборотов

Диапазоны измерения числа оборотов, об/мин:

- для измерительных блоков с цифровым табло от 1 до 9999

- для унифицированного сигнала (УС) от 300 до 9999

Пределы допускаемой основной погрешности при измерении числа оборотов:

абсолютная погрешность для измерительных блоков с цифровым табло, об/мин ±1

приведенная погрешность для унифицированного сигнала (УС), % ±2

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности срабатывания сигнализации для измерительных блоков с цифровым табло, об/мин ±4

Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха, не более:

абсолютная погрешность для измерительных блоков с цифровым табло, об/мин ±4

приведенная погрешность для унифицированного сигнала (УС), % ±2

Условия окружающей среды:

диапазон рабочих температур, °С:

- для акселерометров; от минус 60 до 250

- для вихретоковых датчиков; от 5 до 125

- для вторичных преобразователей; от 5 до 70

- для монтажного шкафа со встроенными блоками, АСКВД, БКСВ, ПУЛЬСАР от 5 до 50

Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более:

АПЭ-1, АПЭ-1т, АПЭ-2, АПЭ-2т 41 × 41 × 37

АПЭ-3 41 × 56 × 37

АПЭ-5-25, АПЭ-5-25т 52 × 33 × 23

КВ-1025, КВ-1025т диаметр 10 × 49

КВ-1650, КВ-1650т диаметр 16 × 37

Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более:

КВ-50, КВ-50т	20 × 48 × 53
КВ-25-25, КВ-25-25т	20 × 50 × 90
КВ-1225	диаметр 12 × 48
ДУ	174 × 80 × 80
КР-4, БИС	52 × 132 × 205
ПАР	52 × 92 × 106
ИВЧ	96 × 196 × 110
ИВВ	96 × 200 × 114
БКСВ, ПУЛЬСАР	346 × 168 × 483
ИП-1хх	200 × 100 × 335
ИП-2хх	170 × 100 × 255
АСКВД	177 × 482 × 505
Шкаф монтажный	2138 × 600 × 600
Масса, кг, не более:	
АПЭ-1, АПЭ-1т, АПЭ-2, АПЭ-2т	0,2
АПЭ-3, АПЭ-3т	0,3
АПЭ-5-25,	0,1
АПЭ-5-25т	0,25
КВ-1025, КВ-1650	0,1
КВ-1025т, КВ-1650т, КВ-50, КВ-50т	0,2
КВ-25-25, КВ-25-25т	0,3
КВ-1225	0,1
ДУ	1,5
КР-4, БИС	1,1
ПАР	0,9
ИВЧ	1,3
ИВВ	1,5
БКСВ, ПУЛЬСАР	6,2
ИП-1хх	5,0
ИП-2хх	2,5
АСКВД	10,2
Шкаф монтажный	124

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на корпус монтажного шкафа, а также на титульный лист формуляра методом печати или наклейки.

Комплектность средства измерений

Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК»	1 шт.
Руководство по эксплуатации с Методикой поверки	1 экз.
Формуляр	1 экз.
ЗИП	1 компл.

Поверка

осуществляется по разделу 9 «Методика поверки» документа «Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК». Руководство по эксплуатации» РЭ 4277-001-97799837-12, утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» «20» февраля 2012 г.

Основные средства поверки: поверочная виброустановка 2-го разряда по МИ 2070-90, вольтметр универсальный В7-78/1 (г/р № 31773-06), генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110 (г/р № 5460-76), индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм ИЧ-10 (г/р № 42499-09), индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм ИЧ-50 (г/р № 40287-08).

Сведения о методиках (методах) измерений

Руководство по эксплуатации «Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК», раздел 9.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к аппаратуре контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК»

1 ГОСТ 30296-95 «Аппаратура общего назначения для определения основных параметров вибрационных процессов. Общие технические требования».

2 ГОСТ 25364-97 «Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации опор валопроводов и общие требования к проведению измерений»

3 Технические условия ТУ 4277-001-97799837-12.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Электрон» (ООО «Электрон»)

Адрес: 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Темерницкая, 47

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «Электрон» (ООО «Электрон»)

Адрес: 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Темерницкая, 47

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений (ГЦИ СИ) ФГУП «ВНИИМС»

Аттестат аккредитации, зарегистрированный в Госреестре средств измерений под № 30004-08 от 27.06.2008г.

Адрес: 119361, г. Москва, ул.Озерная, д.46

Заместитель

Руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.п.

«___» _____ 2012 г.