

# ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО



А.И. Асташенков  
" 11 " 09 2001 г.

Аппаратура виброконтроля «СИВОК»	Внесена в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № <u>21856-01</u> Взамен № _____
-------------------------------------	--

Выпускается в соответствии с ТУ 4277-001-46548424-01

## НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Аппаратура виброконтроля «СИВОК» предназначена для автоматического непрерывного контроля механического состояния турбоагрегатов и энергомеханического оборудования общего применения, защиты от критических состояний параметров вращающихся агрегатов тепловых и атомных электростанций.

Измеряются и контролируются следующие параметры агрегатов:

- СКЗ виброскорости вертикальной, поперечной и осевой составляющих вибрации опор подшипников;
- частота вращения;
- относительное виброперемещение (биение) вала;
- осевые смещения или относительные удлинения вращающихся валов;
- тепловое расширение турбин и положение запорных и регулирующих органов.

Область применения: Аппаратура применяется в энергетике, газовой промышленности и др. отраслях н/х.

## ОПИСАНИЕ

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

Контроль измеряемых параметров осуществляется путем сравнения их с заданными уровнями, включения световой сигнализации, выдачи дискретных сигналов, формирования сигналов предупреждения и аварийного отключения оборудования.

Все измеряемые параметры преобразуются в унифицированные сигналы постоянного тока.

Аппаратура имеет выходы мгновенных значений параметров вибрации, а также опорных импульсов частоты вращения агрегата. Эти сигналы могут быть подключены к самописцам, ЭВМ и другой аппаратуре для компьютерного мониторинга, частотного анализа и т.п.

Функционально аппаратура состоит из каналов измерения и контроля частоты вращения, виброскорости подшипников, осевого сдвига, относительного расширения, абсолютного расширения и положения регулирующих органов, относительного виброперемещения (биения) вала.

Состав каждого канала приведен в табл. 1. Количество датчиков, блоков определяется заказчиком в зависимости от типа турбин, количества точек контроля, логики сигнализации, резервирования и т.д.

Таблица 1

Измеряемый параметр	Тип датчика	Тип преобразователя	Измерительный блок	Блоки сигнализации	Блоки питания	Дополнительные блоки
Виброскорость подшипников	Пьезоэлектрические: АПЭ-1 АПЭ-2а, АПЭ-26 АПЭ-3 АПЭ5-25	КР-4	БИ	—	БП-2	ММ, ИВВ, СКАЧОК
Частота вращения	Вихретоковый: КВ-1225	ПТ	БТ	—	БП9, (БП8)	ИВЧ
Абсолютное расширение, положение регул. органов	Вихретоковый датчик, совмещённый с преобразователем ПАР		БАР	БС3	БП8	—
Осевой сдвиг	Вихретоковый: КВ-1650	ПОС	БОС	БС2	БП8	—
Относительное расширение	Вихретоковый: КВ-5010	ПОР	БОР	БС2	БП8	—
Относительное виброперемещение вала ротора	Вихретоковый: КВ-1025	ПОВ	БОВ	БС3	БП8	—

Число модификаций аппаратуры не ограничено и определяется конкретным видом изделий, на которых она устанавливается, и решаемыми задачами.

Обозначение модификаций аппаратуры.

Код заказа	СИВОК	-	XX	-	X -	X -	X -	X -	X -	X -	X -	X -	X
Тип аппаратуры													
Число каналов СКЗ виброскорости													
Число каналов измер. частоты вращения с ИВЧ													
Число каналов измер. абсолют. расширения (БАР)													
Число каналов измер. осевого сдвига (БОС)													
Число каналов измер. относительного расширения (БОР)													
Число каналов измер. относительной вибрации (БОВ)													
Унифицированный выходной сигнал (А - 0...5 мА)													
Модуль максимума (ММ) с ИВВ													
Блок контроля скачка вибрации (БКСВ)													

Конструктивно аппаратура содержит:

- датчики;
- преобразователи;
- блоки измерения и контроля;
- блоки сигнализации;
- блоки питания и индикации;
- выносные блоки индикации;
- каркасы, шкаф;
- вспомогательные узлы.

Аппаратура может быть скомпонована в виде стойки (блоки измерения, контроля, сигнализации, индикации смонтированы в шкафу).

Возможен другой вариант монтажа аппаратуры – упомянутые блоки монтируются в специально вырезанных прямоугольных отверстиях в штатных щитах управления агрегатами.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АППАРАТУРЫ

### Канал измерения виброскорости.

Диапазон измерения среднеквадратического значения (СКЗ) виброскорости, мм/с:

- по прибору магнитоэлектрическому (ПМЭ)	от 1,5 до 15
по прибору цифровому (ПЦ), унифицированному сигналу (УС) и блоку контроля скачка вибрации (БКСВ)	от 0,5 до 15

Диапазон уставок, в % от максимального значения шкалы:

- предупреждение (П)	от 15 до 50
- авария (А)	от 30 до 100

Частотный диапазон измеряемой вибрации, Гц от 10 до 1000

Пределы основной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости на базовой частоте 100 Гц, %:

- по ПМЭ в диапазоне измерений	
от 1,0 до 15 мм/с	$\pm[5 + 1,1(\frac{X_k}{X} - 1)]$
- по ПЦ, УС и БКСВ в диапазоне измерений	
от 0,5 до 15 мм/с	$\pm[2,5 + 0,25(\frac{X_k}{X} - 1)]$

Пределы неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в рабочем диапазоне частот, дБ

+1  
-1,8

Относительный коэффициент поперечного преобразования вибропреобразователя, %, не более 4

Амплитуда аналогового выхода мгновенного значения виброскорости на нагрузке не менее 100 кОм, В, в диапазоне 0,15 – 5

Уровень собственных шумов ниже минимального значения диапазона измерения, дБ, не менее 8

Пределы дополнительной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости при коэффициенте амплитуды, равном 3, % + 5

Пределы основной относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, % + 2

Пределы дополнительной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости, % от воздействия:

- температуры	±6
- относительной влажности	±2

Абсолютная суточная погрешность хода внутренних часов БКСВ, с, не более ±15

Пределы основной относительной погрешности фиксации быстрого изменения составляющих виброскорости (БС) по уровню 1 мм/с, % ±4

Интервал времени фиксации БС по времени, с	5 ± 0,5
Предел основной относительной погрешности фиксации медленного изменения составляющих виброскорости (МС) по уровню 2 мм/с, %	±3
Абсолютная погрешность фиксации МС по времени, мин, не более	36
<b>Канал измерения частоты вращения</b>	
Диапазон измерения частоты вращения при дискретности измерения 1 об/мин,	по ПЦ от 1 до 4000 по УС от 300 до 4000
Пределы основной погрешности измерения частоты вращения:	
абсолютная погрешность по ПЦ, об/мин	±2
относительная погрешность по УС, %	±2
Значения уставок срабатывания сигнализации, об/мин	800, 2800, 3330, 3360
Пределы основной погрешности срабатывания сигнализации:	
абсолютная погрешность по ПЦ, об/мин,	±4;
относительная погрешность по УС, %	±2.
Начальный (установочный) зазор между датчиком и контрольной поверхностью ротора, мм	1,5 ± 0,25
Рабочий диапазон зазора, мм	1,0 – 2,0
Пределы дополнительной погрешности измерения частоты вращения от воздействия температуры и влажности:	
абсолютная погрешность по ПЦ, об/мин,	±2;
относительная погрешность по УС, %	±2.
Пределы дополнительной погрешности срабатывания сигнализации от воздействия температуры:	
абсолютная погрешность по ПЦ, об/мин,	±40;
относительная погрешность по УС, %	±2.
<b>Канал измерения относительного виброперемещения (биения) вала.</b>	
Диапазон измерения размаха виброперемещения, мкм	от 25 до 250 от 50 до 500
Частотный диапазон измерения, Гц	от 10 до 500
Пределы основной относительной погрешности измерения относительного виброперемещения на базовой частоте 45 Гц:	
– по ПМЭ, %,	±10;
– по ПЦ, %	±6;
– УС, %,	±4.
Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации, %	±4
Пределы неравномерности АЧХ канала измерения относительного виброперемещения в рабочем диапазоне частот, %	±2
Начальный установочный зазор между датчиком и контрольной поверхностью ротора, мм	1 ± 0,25
Рабочий диапазон зазора, мм	от 0,5 до 1,5
Диапазон измерения зазора, мм	от 0 до 2,5
Пределы допустимой основной абсолютной погрешности измерения зазора, мм	±0,1
Пределы дополнительной относительной погрешности измерения виброперемещения, %, от воздействия:	

- температуры  $\pm 5$ ;
- относительной влажности  $\pm 4$

Диапазон уставок, в % от максимального значения шкалы:

- предупреждение (П) от 10 до 50
- авария (А) от 30 до 100

#### Канал измерения осевого сдвига

Диапазон измерения осевого сдвига, мм, от минус 1 до 1  
от минус 2 до 2

Пределы основной относительной погрешности измерения осевого сдвига, %:

- по ПМЭ  $\pm 15$
- по ПЦ и УС  $\pm 5$

Пределы дополнительной относительной погрешности измерения осевого сдвига, %, от воздействия:

- температуры по ПМЭ  $\pm 7,5$   
по ПЦ и УС  $\pm 5,0$
- относительной влажности  $\pm 4,5$

Пределы основной относительной погрешности срабатывания сигнализации, %:

- по ПМЭ  $\pm 10$
- по ПЦ и УС  $\pm 5$

Диапазон уставок, в % от конечных значений шкалы:

- предупреждение (П) от 10 до 50
- авария (А) от 30 до 100

#### Канал измерения относительного расширения

Диапазон измерения, мм, от минус 5 до 5

Пределы допустимой основной приведенной погрешности измерения при зазоре от 1,0 до 2,0 мм, %:

- по ПМЭ  $\pm 10$
- по ПЦ и УС  $\pm 6$

Диапазон измерения зазора, мм от 0 до 2

Пределы основной относительной погрешности измерения зазора по ПМЭ (в диапазоне от 0,25 до 2,00 мм), %,  $\pm 10$

Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне расширений, %  $\pm 2$

Пределы дополнительной погрешности измерения, %, от воздействий:

- температуры по:
- ПМЭ приведенной  $\pm 10$ ;
- ПЦ и УС относительной  $\pm 15$ ;
- относительной влажности  $\pm 2$ .

Диапазон уставок в % от конечных значений шкалы:

- предупреждение 30...80
- авария 40...100

#### Канал измерения абсолютного расширения

Диапазон измерения, мм от 0 до 250

Пределы основной относительной погрешности измерения абсолютного расширения в диапазоне измерений от 25 до 250 мм, %:

– по ПМЭ	±5
– по ПЦ и УС	±2,5
Пределы дополнительной относительной погрешности измерения параметров абсолютного расширения, %, от воздействия:	
– температуры окружающей среды	± 2,5
– относительной влажности	± 1,0
Пределы основной относительной погрешности срабатывания сигнализации абсолютного расширения, %:	
Диапазон уставок в % от максимального значения шкалы	± 1,5
– предупреждение	10...50
– авария	30...95
<b>Общие требования к аппаратуре</b>	
Сопротивление изоляции цепей питания и сигнализации аппаратуры должно быть, МОм, не менее:	
– в нормальных климатических условиях	40
– в условиях повышенной влажности	20
Электрическая изоляция аппаратуры должна выдерживать без пробоя испытательное напряжение:	
- в цепях питания, кВ	1,5
- в цепях сигнализации, кВ	0,5
Унифицированный выходной сигнал постоянного тока при нагрузке не более 1 кОм, мА	от 0 до 5
Коммутационная возможность исполнительных реле сигнализации и защиты:	
- при постоянном токе, А	от 0,1 до 2,0 (от 6 до 30 В)
- при постоянном или переменном токе, А	от 0,05 до 0,1 (от 30 до 220 В)
Время установления рабочего режима, мин, не более	3
Нестабильность аппаратуры за время непрерывной работы в течение 8 часов, %, не более:	
Пределы дополнительной относительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от 187В до 242 В, %	±1,5
Мощность, потребляемая базовой моделью аппаратуры, ВА, не более:	150
Примечание. Модификации аппаратуры могут иметь потребляемую мощность, указываемую в ФО, отличную от базовой модели	
Наработка на отказ ( $T_0$ ) при вероятности безотказной работы 0,9, ч, не менее	$2,5 \cdot 10^4$
Аппаратура должна состоять из унифицированных модулей согласно 4277-001-46548423-01. Модули могут устанавливаться в шкафы, либо на измерительных щитах заказчика.	
Средний срок службы аппаратуры должен быть, лет, не менее	10
Габаритные размеры и масса составных частей аппаратуры не должны превышать указанных в таблице 2.	
Напряжение промышленных радиопомех, дБ, не более:	
– на частотах от 0,15 до 0,5 МГц	80
– на частотах от 0,5 до 2,5 МГц	74
– на частотах от 2,5 до 30 МГц	66

Таблица 2

Наименование и тип узла	Габаритные размеры, мм.	Масса, кг.
Вибропреобразователь АПЭ-1	41X41X37	0,9 (0,16)
Вибропреобразователь АПЭ-2а (АПЭ-2б)	41X56X37	1,0 (0,2)
Вибропреобразователь АПЭ-3	56X56X37	0,9 (0,2)
Вибропреобразователь АПЭ-5-25	52X33X23	1,0 (0,1)
Датчик КВ1025 (относительного виброперемещения)	Ø10X49	0,25 (0,03)
Датчик КВ1650 (осевого сдвига)	Ø16X37	0,33 (0,05)
Датчик КВ5010 (относительного расширения)	20X48X53	0,7 (0,21)
Датчик КВ1225 (частоты вращения)	Ø12X48	0,2 (0,04)
Коробка распределительная (КР-4)	208X133X52	1,1
Преобразователь ПТ (тахометра)	99X110X351	0,35
Преобразователь ПАР (абсолютного расширения)	376X71X41	0,9
Преобразователь ПОС (осевого сдвига)	99X110X35	0,35
Преобразователь ПОР (относительного расширения)	99X110X68	0,55
Преобразователь ПОВ (относительного виброперемещения)	99X110X35	0,35
Блоки: БИ; БОС; БОВ; БОР; БАР; БС2; БС3; БМ; БП8; БП9	155X40X266 155X85X266 155X120X266	0,5 1,5 0,9
БТ	155X120X266	0,9
БП2	155X205X266	2,0
БПМ	155X205X266	2,0
Модуль с блоками	155X332X438	7,0
Модуль максимума	155X332X438	7,0
БКСВ ("Скачок 3.0")	155X332X438	4,8
Блок ИВЧ	100X200X110	1,3
Блок ИВВ	100X200X120	1,7
Шкаф монтажный	1750X400X440	12

Примечание: в скобках приведен вес датчиков без кабеля.

Требования по устойчивости к внешним воздействиям

Аппаратура должна сохранять свои технические характеристики в следующих условиях эксплуатации:

Относительная влажность воздуха до 95% при температуре 303К (+30°C)

Атмосферное давление от 84 до 106кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.)

Температура окружающей среды:

для ВИП и датчиков от 278 до 373К (от 5 до 100°C);

для преобразователей от 278 до 343К (от 5 до 70°C);

для блоков и модулей от 278 до 323К (от 5 до 50°C).

Воздействия вибрации с амплитудой смещения равной 0,15 мм в диапазоне частот от 5 до 80 Гц для датчиков, с амплитудой 0,15 мм в диапазоне частот от 10 до 55 Гц для преобразователей, с амплитудой 0,1мм в диапазоне частот от 10 до 55 Гц для блоков и модулей.

Аппаратура должна сохранять свои характеристики

после воздействия предельных температур от 223 до 343 К (от минус 50 до 50°C)  
и относительной влажности воздуха при температуре 30°C до 95%

Пределы дополнительной погрешности, вызванной воздействием на датчики и преобразователи переменного магнитного поля

сетевой частоты с напряженностью до 400 А/м, % ± 1,5

Аппаратура в транспортной таре должна выдерживать без повреждений перевозку любым видом транспорта на любые расстояния.

## КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки аппаратуры входят:

- аппаратура СИВОК ТУ 4277-001-46548424-01;
- руководство по эксплуатации РЭ 4277-001-46548424-01;
- формуляр ФО 4277-001-46548424-01;
- ЗИП к аппаратуре в соответствии с ФО 4277-001-46548424-01.

Состав комплекта аппаратуры определяется заказчиком в зависимости от типа турбоагрегата, количества точек контроля, логики сигнализации, резервирования и т.д.

При заказе указываются пределы измерения по каждому каналу, необходимость предупредительной и аварийной сигнализации по каждому параметру, схема логики сигнализации, тип вихревых и пьезоэлектрических датчиков для каждого параметра, количество и тип резервных блоков и датчиков, необходимость поставки шкафа, модуля максимума, блока «Скачка».

## ПОВЕРКА

Поверка осуществляется в соответствии с разделом «Поверка» РЭ 4277-002-46548424-01, согласованному ГЦИ СИ ВНИИМС 11 сентября 2001г.

Основное оборудование необходимое для поверки аппаратуры:

- поверочная вибрационная установка 2-го разряда по МИ 2070-90;
- генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110;
- миллиамперметр М-2015;
- вольтметр ВЗ-33;
- тераомметр по ГОСТ 23706-79;
- тахометрическая установка, диапазон частоты вращения от 1 до 4000 об/мин; основная погрешность  $\pm 0,5$  об/мин;
- стенд испытательный 178.00.00.000;
- стенд испытательный 187.00.00.000;
- стенд испытательный 188.00.00.000.

Межповерочный интервал составляет 1 год.

## НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ 25364-97 Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации и общие требования к проведению измерений.

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

МИ 1873-88 Виброметры с пьезоэлектрическими и индукционными преобразователями. Методика поверки.

ТПр 148-94 Типовая программа испытаний виброметров для целей утверждения типа.

ТУ 4277-001-46548424-01 Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК»

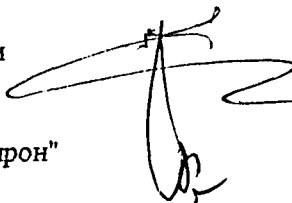


## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Средство измерений соответствует требованиям нормативных и технических документов:  
ГОСТ 25364-97, ГОСТ 30296-95, МИ1873-88, ТПр 148-94, ТУ 4277-001-46548424-01.

Изготовитель: ООО Научно-производственное предприятие "Элексирон", 344007, г. Ростов-на-Дону, пер. Газетный, 72 -Д, офис 4, тел/факс 43-46-94

Начальник лаборатории  
ФГУП ВНИИМС



А.Е. Манохин

Директор НПП "Элексирон"

В.М. Симочкин