



СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГИИСИ ФГУП «ВНИИМС»
В.Н.Яншин

2006 г.

Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК»	Внесены в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № 21856-06 Взамен № 21856-01
---	---

Выпускаются по техническим условиям ТУ4277-001-46548424-06

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК» (далее аппаратура) 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;
- число оборотов;
- относительное виброперемещение (биение) вала;
- осевые смещения или относительные удлинения вращающихся валов;
- тепловое расширение турбин и положение запорных и регулирующих органов;
- наклон поверхности.

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-2б АПЭ-3 АПЭ5-25	КР-4	БИ	-	БП-2	ММ, ИВВ, СКАЧОК АСКВД
Частота вращения	Вихретоковый: КВ-1225	ПТ	БТ	-	БП9, (БП8)	ИВЧ АСКВД
Абсолютное расширение, положение регулир. органов	Вихретоковый датчик, совмещённый с преобразователем ПАР		БАР	БС3	БП8	АСКВД
Осевой сдвиг	Вихретоковый: КВ-1650	ПОС	БОС	БС2	БП8	АСКВД
Относительное расширение	Вихретоковый: КВ-5010	ПОР	БОР	БС2	БП8	АСКВД
Относительное виброперемещение вала ротора	Вихретоковый: КВ-1025	ПОВ	БОВ	БС3	БП8	АСКВД
Наклон поверхности	Вихретоковый: ДУ	ПУ	БИУ	БС2	БП8	АСКВД

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

Конструктивно аппаратура содержит:

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

Аппаратура может быть сконпонована в виде стойки (блоки измерения, контроля, сигнализации, индикации смонтированы в шкафу) – исполнения 1 или 2.

Возможен другой вариант монтажа аппаратуры - упомянутые блоки монтируются модулями исполнения ИПЭ в специально вырезанных прямоугольных отверстиях в штатных щитах управления агрегатами или в отдельных посадочных местах.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Характеристика	Значение
Канал измерений виброскорости	
Диапазоны измерений (СКЗ) виброскорости, мм/с:	
– по прибору магнитоэлектрическому (ПМЭ)	1 ÷ 30
– по прибору цифровому (ПЦ), унифицированному сигналу (УС) и блоку контроля скачка вибрации (БКСВ)	0,1 ÷ 30
Диапазоны уставок, % от максимального значения шкалы:	
предупреждение (П)	15 ÷ 50
авария (А)	30 ÷ 100
Диапазон частот, Гц	10 ÷ 1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости на базовой частоте 100 Гц, %:	
– по ПМЭ	$\pm \left[3 + 1,1 \left(\frac{X_k}{X} - 1 \right) \right]$
– по ПЦ, УС и БКСВ	$\pm \left[2 + 0,25 \left(\frac{X_k}{X} - 1 \right) \right]$
Пределы неравномерности амплитудно-частотной характеристики, дБ	+1; -1,8
Относительный коэффициент поперечного преобразования вибропреобразователя, %, не более	4
Уровень собственных шумов ниже минимального значения диапазона измерения, дБ, не менее	8
Пределы дополнительной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости при коэффициенте амплитуды равном 3, %	± 5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %	± 2
Пределы дополнительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, вызванной изменением, %:	
- температуры окружающего воздуха	± 6
- относительной влажности	± 2
Канал измерений числа оборотов	
Диапазоны измерений числа оборотов, об/мин	
по ПЦ	1 ÷ 4000
по УС	300 ÷ 4000

Пределы допускаемой основной погрешности измерений числа оборотов:	
абсолютной погрешности по ПЦ, об/мин	± 2
относительной погрешности по УС, %	± 2
Значения уставок срабатывания сигнализации, об/мин	800; 2800; 3330; 3360
Пределы допускаемой 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	$1,5 \pm 0,25$
Диапазон рабочего зазора, мм	$1,0 \div 2,0$
Пределы дополнительной погрешности измерений числа оборотов, вызванной изменением температуры и относительной влажности окружающего воздуха:	
абсолютная погрешность по ПЦ, об/мин	± 2
относительная погрешность по УС, %	± 2
Пределы дополнительной погрешности срабатывания сигнализации, вызванной изменением температуры и относительной влажности окружающего воздуха:	
абсолютная погрешность по ПЦ, об/мин	± 40
относительная погрешность по УС, %	± 2
Канал измерений относительного виброперемещения (биения) вала	
Диапазоны измерений размаха виброперемещения, мкм	$25 \div 250$ $50 \div 500$
Диапазон частот, Гц	$10 \div 500$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений относительного виброперемещения на базовой частоте 45 Гц, %:	
по ПМЭ	± 10
по ПЦ	± 6
по УС	± 4
Пределы допускаемой относительной погрешности срабатывания сигнализации, %	± 4
Пределы неравномерности АЧХ канала измерений относительного виброперемещения, %	± 2
Начальный установочный зазор между датчиком и контрольной поверхностью ротора, мм	$1 \pm 0,25$
Диапазон рабочего зазора, мм	$0,5 \div 1,5$
Диапазон измерений зазора, мм	$0 \div 2,5$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений зазора, мм	$\pm 0,1$
Диапазоны уставок, % от максимального значения шкалы:	
- предупреждение (П)	$10 \div 50$
- авария (А)	$30 \div 100$

Пределы дополнительной погрешности измерений виброперемещения, вызванной изменением, %:	
- температуры окружающего воздуха	± 5
- относительной влажности	± 4
Канал измерений осевого сдвига	
Диапазоны измерений осевого сдвига, мм	$-1 \div +1$ $-2 \div +2$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений осевого сдвига, %:	
- по ПМЭ	± 15
- по ПЦ и УС	± 5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности срабатывания сигнализации %:	
- по ПМЭ	± 10
- по ПЦ и УС	± 5
Диапазоны уставок, % от конечных значений шкалы:	
- предупреждение (П)	$10 \div 50$
- авария (А)	$30 \div 100$
Пределы дополнительной погрешности измерений осевого сдвига, вызванной изменением, %:	
- температуры окружающего воздуха:	
по ПМЭ	$\pm 7,5$
по ПЦ и УС	$\pm 5,0$
- относительной влажности	$\pm 4,5$
Канал измерений относительного расширения	
Диапазон измерений, мм	$-5 \div +5$
Диапазон измерений зазора, мм	$0,25 \div 2$
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений при зазоре от 1,0 до 2,0 мм, %:	
- по ПМЭ	± 10
- по ПЦ и УС	± 6
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений зазора по ПМЭ, %	± 10
Диапазоны уставок, % от конечных значений шкалы:	
- предупреждение (П)	$30 \div 80$
- авария (А)	$40 \div 100$
Пределы допускаемой относительной погрешности срабатывания сигнализации, %	± 2
Пределы дополнительной погрешности измерений относительного расширения, вызванной изменением, %:	
- температуры окружающего воздуха:	
приведенной погрешности по ПМЭ	± 10
относительной погрешности по ПЦ и УС	± 15
- относительной влажности	± 2
Канал измерений абсолютного расширения	
Диапазон измерений, мм	$25 \div 250$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений абсолютного расширения, %:	
- по ПМЭ	± 5
- по ПЦ и УС	$\pm 2,5$

Диапазоны уставок, % от максимального значения шкалы:	
- предупреждение (П)	10 ÷ 50
- авария (А)	30 ÷ 95
Пределы допускаемой основной относительной погрешности срабатывания сигнализации, %	±1,5
Пределы дополнительной погрешности измерений абсолютного расширения, вызванной изменением, %:	
- температуры окружающего воздуха	± 2,5
- относительной влажности	± 1,0
Канал измерений наклона поверхности	
Диапазоны измерений, мм/м	± 1; ± 2; ± 5
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %:	
- по ПМЭ	± 6
- по ПЦ и УС	± 3

Контроллер АСКВД (вибромониторинг)

АСКВД представляет собой аппаратно-программный комплекс с распределенными вычислительными и информационными ресурсами, предназначенный для контроля, анализа и диагностики вибрационного и механического состояния энергетических турбоагрегатов и другого вращающегося оборудования. АСКВД является системой непрерывно-периодического действия, которая может работать как автономно, так и в составе АСУТП электростанции.

АСКВД выполняет следующие основные функции:

- Контроль вибрационного и механического состояния по заданным уставкам.
- Предупредительная сигнализация при регистрации аномальных состояний в соответствии с требованиями ПТЭ и ГОСТов, формирование сигналов тревоги для внешних устройств.
- Формирование архива значений вибрационных, механических и эксплуатационных параметров (базы данных), просмотр и анализ архивных данных.
- Отображение и документирование информации.
- Прием значений эксплуатационных параметров турбоагрегатов из АСУТП электростанции.
- Распределение информации по рабочим станциям АСКВД с помощью сети Ethernet.

Аппаратная часть АСКВД выполнена на базе промышленного компьютера фирмы ADVANTECH и высокопроизводительного 14 разрядного АЦП фирмы L-CARD

Общие требования к аппаратуре

Сопrotивление изоляции цепей питания и сигнализации аппаратуры должно быть не менее:

- в нормальных климатических условиях – 40 МОм
- в условиях повышенной влажности – 20 МОм

Наработка на отказ (T_0) при вероятности безотказной работы 0,9 не менее $2,5 \cdot 10^4$ час.

Напряжение питания ~220 В.

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 не менее 10 лет.

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 6

Таблица 2

Наименование и тип узла	Габаритные размеры ВхН(Н1/Н2)хL, мм.	Масса, кг	Примечание
Вибропреобразователи АПЭ-1, АПЭ-2а	41х41х37	0,2	
Вибропреобразователи АПЭ-2б, АПЭ-3	41х56х37	0,2	
Вибропреобразователь АПЭ-5	52х33х23	0,1	
Датчик КВ-1025 (относительного виброперемещения)	Ø10х49	0,1	
Датчик КВ-1650 (осевого сдвига)	Ø16х37	0,1	
Датчик КВ-50 (относительного расширения)	20х48х53	0,21	
Датчик КВ-25-25 (относительного расширения)	20х50х90	0,3	
Датчик КВ-1225 (частоты вращения)	Ø12х48	0,1	
Датчик ДУ (уклономер)	174х80х80	1,5	
Преобразователь КР-4	52х132х205	1,1	
Преобразователь ПТ (тахометра)	100х101х162	0,7	
Преобразователь ПАР (абсолютного расширения)	52х92х106	0,9	
Преобразователь ПОС (осевого сдвига)	100х101х162	0,7	
Преобразователь ПОР (относительного расширения)	100х101х162	0,8	
Преобразователь ПОВ (относительного виброперемещения)	100х101х162	0,7	
Преобразователь ПУ (уклономер)	100х101х162	0,7	
Блоки БИ, БМ	41х155/164х268	0,4	Бл. модуля
Блоки БАР, БОС, БОР, БОВ, БИУ, БС-2, БСЗВ	41х155/164х254	0,4	То же
Блок БТ	122х155/164х 256	1,0	- « -
Блок МП	31х155/164х278	0,4	- « -
Блок БП	81х155/164х278	0,8	- « -
Блок БО	40х155/164х270	0,35	- « -
Блок БП-17	20х/164х268	0,4	- « -
Блок БП-21	85х155/164х270	0,8	- « -
Блок БП-8И	102х/164х254	1,4	- « -
Блок БПМ-2	142х155/164х268	1,3	- « -
Выносной блок ИВЧ	96х196х110	1,3	
Выносной блок ИВВ	96х200х114	1,5	
Модуль (с блоками БИ)	346х155/168х 483	8,8	
Модуль (с блоками мех. величин)	346х155/168х 483	9,7	
Модуль БКСВ («Скачок»)	346х155/168х 483	6,2	
Модуль ИПЭ	100х200х324	3,2	
Контроллер АСКВД, исп.1, (промышленный компьютер 610	346х168х 483	5,7	

ADVANTECH с АЦП фирмы L-CARD с установленным ПО)			
Контроллер АСКВД, исп.2, (промышленный компьютер 610 ADVANTECH с АЦП фирмы L-CARD с установленным ПО)	177x482x505	10,2	
Шкаф монтажный, исп. 1	850x410x480	16,6	
Шкаф монтажный, исп. 2	2138x600x600	124	
Блок бесперебойного питания	44x350x483	11,0	
Вентилятор стоечный 19"	44x200x483	3,5	
Вентилятор фильтрующий SK	43x229x229	1,6	

Примечания: – габаритные размеры Н1/Н2 относятся к исполнениям 1 и 2 монтажных шкафов соответственно;
– вес датчиков указан без кабеля;
– количество блоков в модулях определяется заказными спецификациями.

Требования по устойчивости к внешним воздействиям.

Аппаратура должна сохранять свои технические характеристики в следующих условиях эксплуатации:

- относительная влажность воздуха до 95% при температуре +30⁰С (303К)
- атмосферное давление от 84 до 106кПа (от 630.до.800 мм рт. ст.)
- температура окружающей среды:
 - для ВИП и датчиков от 5 до 200⁰С (от 278 до 473К);
 - для преобразователей от 5 до 70⁰С (от 278 до 343К);
 - для блоков и модулей от 5 до 50⁰С (от 278 до 323К).

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится на лицевую панель электронного блока способом офсетной печати, а также на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки аппаратуры входят:

- аппаратура СИВОК ТУ 4277-001-46548424-01;
- руководство по эксплуатации с методикой поверки 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.

ПОВЕРКА

Поверка аппаратуры контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК» выполняется в соответствии с разделом «Поверка» руководства по эксплуатации РЭ 4277-002-46548424-01, разработанным и утвержденным ООО НПП «Элексирон» и согласованным с ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 17 октября 2001г.

Основными средствами поверки являются:

- поверочная вибрационная установка 2-го разряда по МИ 2070-90;
- генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110;

- миллиамперметр М-2015;
 - вольтметр 83-33;
 - 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.

ТУ 4277-001-46548424-06 Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ


Тип аппаратуры контроля механических параметров турбоагрегата «СИВОК» утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа и метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

ООО Научно-производственное предприятие "Элексирон",
Адрес: 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Баумана, 14

ООО «НПП Электрон»
Адрес: 344002, г. Ростов-на-Дону, ул Темерницкая, 47


Представитель ГЦИ СИ ВНИИМС
Начальник лаборатории ФГУП «ВНИИМС»

 В.Я. Бараш

Представитель ООО НПП «Элексирон»

В.М. Симочкин

Представитель ООО «НПП Электрон»

 В.С. Яшкин