

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы автоматизированного диагностического обслуживания АСДО

Назначение средства измерений

Системы автоматизированного диагностического обслуживания АСДО (далее – АСДО) предназначены для измерения параметров вибрации (виброперемещения, виброскорости), осевого сдвига, частоты вращения и вибромониторинга и виброзащиты промышленных агрегатов (газовых, паровых и гидротурбин, компрессоров, насосов, электродвигателей и т.п.), измерения деформаций и мониторинга напряжённо-деформированного состояния элементов конструкций, для измерения крутящего момента и параметрической диагностики, для измерения содержания компонентов в выхлопных газах и экологического мониторинга и экологических испытаний в условиях эксплуатации агрегатов.

Описание средства измерений

АСДО являются проектно-компоновочными изделиями, которые выпускаются в виде подсистем, содержащих измерительные каналы (ИК) параметров вибрации (виброперемещения, виброскорости), осевого сдвига, частоты вращения, деформации, температуры, крутящего момента и содержания компонентов (O_2 , CO , CO_2 , NO , NO_2 , SO_2 , CH_4) в выхлопных газах.

По типам выполняемых измерительных функций в составе АСДО выделяют:

- подсистемы вибрационного мониторинга и диагностики СДО-ВМД;
- подсистемы вибрационного контроля и защиты СДО-ВЗ;
- подсистемы мониторинга напряженно-деформированного состояния СДО-НДС;
- подсистемы мониторинга динамических напряжений СДО-ДН;
- подсистемы параметрической диагностики СДО-ПМД;
- подсистемы экологического мониторинга и испытаний СДО-ЭМИ.

В состав АСДО могут входить подсистемы трибодиагностики СДО-ТД, выполняющие функции регистрации продуктов износа подшипников качения газотурбинных приводов газоперекачивающих агрегатов в виде металлических частиц в рабочем масле линии откачки.

Обобщенная структурная схема системы представлена на рисунке 1.

Принцип действия АСДО основан на преобразовании физических параметров датчиками в электрические сигналы, их усилении в блоках усиления и согласования БУС, дальнейшем преобразовании в блоках преобразования и обработки сигналов (БПО, БПОД, БПОКМ, БПОМЧ, БГА) на нижнем (агрегатном) уровне системы и передаче информации по каналам связи на автоматизированные рабочие места АРМ-01, АРМ-02 и сервер СРВ-01/-02 верхнего (цехового) уровня системы для визуализации и архивирования измеренных значений параметров состояния промышленного оборудования и анализа его работы. С блоков БПО возможна выдача измеряемых параметров с аналоговых выходов на внешние системы.

Каналы измерения вибрации и осевого сдвига в составе подсистем СДО-ВМД и СДО-ВЗ комплектуются блоком преобразования и обработки сигнала БПО, блоком усиления и согласования БУС и датчиками. В зависимости от условий эксплуатации и решаемых задач в качестве датчиков в каналах используются:

– для измерения абсолютной вибрации в составе подсистем СДО-ВМД и СДО-ВЗ: вибропреобразователи МВ-43 (Госреестр №16985-08); МВ-44 (Госреестр №21349-06); МВ-45 (Госреестр №25484-08); МВ-46 (Госреестр №34908-07); МВ-47 (Госреестр №41842-09); 3хх (Госреестр №39360-08); 6хх (Госреестр №36261-07); 64х (Госреестр №36255-07); 603С01 (Госреестр №48423-11); АР36 (Госреестр №22564-11); СА и СЕ (Госреестр №41149-09); ВN-200ххх, ВN-330ххх, ВN-350ххх (Госреестр №41669-09); АР35, АС9хх, 357М149 (в составе АСДО);

– для измерения виброперемещений и осевого сдвига в составе подсистем СДО-ВМД и СДО-ВЗ: преобразователи СИЭЛ-1661, СИЭЛ-1662, СИЭЛ-1663, СИЭЛ-1664 (Госреестр №48506-11), ВП и ВПД (Госреестр №41665-09), ТQ 4хх (Госреестр №41231-09); DS-105х/OD-105х/ЕС-100х (Госреестр №48025-11), ВN-ППТ (Госреестр №15538-08), ТМ (Госреестр №40762-09); СМSS 60 (Госреестр №42919-09);

– для измерения частоты вращения в составе подсистем СДО-ВМД и СДО-ВЗ датчики, применяемые для измерения виброперемещения (см. выше).

Каналы измерения крутящего момента в составе подсистем СДО-ПМД комплектуются блоком преобразования и обработки сигнала БПОКМ и блоком усиления и согласования БУС с датчиком крутящего момента. В качестве датчика в каналах используются датчик крутящего момента из состава измерителя БИКМ М-106М (Госреестр №49684-12) или полномостовой датчик деформации серии Y с номинальным сопротивлением 350 Ом (Госреестр №49498-12).

Каналы измерения деформации в составе подсистем СДО-ДН и СДО-НДС комплектуются блоком преобразования и обработки сигнала БПОД и струнными датчиками деформации СДД (в составе АСДО), либо тензорезисторами на основе тонких плёнок ТМL типа АW (Госреестр №43174-09).

Канал измерения содержания компонентов выхлопного газа в составе подсистем СДО-ЭМИ комплектуется блоком газоаналитическим БГА.

Канал регистрации металлических частиц в составе подсистемы трибодиагностики СДО-ТД комплектуется блоками БПОМЧ и датчиками MetalSCAN.

Измерительные каналы могут комплектоваться и другими сертифицированными датчиками, при применении которых удовлетворяются метрологические характеристики, указанные в настоящем описании типа.

В блоках БПО формируются результаты измерений и расчетов контролируемых параметров, которые сравниваются с уставками и по сети передачи данных Ethernet передаются на сервер (СРВ-01, СРВ-02) с заданным в ПО периодом опроса. При этом среда передачи информации (100Base-T или 100Base-FX) выбирается в зависимости от удаленности подсистем от компьютерного оборудования цехового уровня.

Исполнения подсистем АСДО различаются количеством измерительных каналов и измеряемых параметров, конструктивным исполнением и комплектацией, наличием или отсутствием индикаторов на блоках преобразования и обработки сигналов, наличием или отсутствием световых сигнализаций, техническими характеристиками, значения которых не превышают предельных значений, указанных в настоящем описании типа.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) систем состоит из:

– ПО нижнего уровня, установленное в блоках преобразования и обработки сигналов БПО, БПОД, БПОКМ, БПОМЧ, БГА, обеспечивает получение и обработку сигналов от датчиков и передачу измерительной информации на верхний уровень системы; оно является метрологически значимым и указанные в таблицах 2–5 метрологические характеристики измерительных каналов определены с его учетом. Доступ к ПО нижнего уровня у пользователей систем АСДО отсутствует;

– ПО верхнего уровня, установленное в компьютерах из состава АРМ-01, АРМ-02, СРВ-01 (СРВ-02), обеспечивает получение информации от оборудования нижнего уровня, архивирование на серверах СРВ-1 (СРВ-2) и визуализацию информации на АРМ-01, АРМ-02. Кроме того, ПО верхнего уровня обеспечивает конфигурирование ИК (выбор типов и количества ИК, диапазонов измерений, частоты опроса), а также разграничение прав доступа к информации. Выбор ПО верхнего уровня определяется используемыми в системе измерительными компонентами нижнего (агрегатного) уровня.

Идентификационные данные ПО верхнего уровня систем приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО верхнего уровня АСДО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО	Цифровой идентификатор ПО	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Insat MasterSCADA	MasterSCADA.exe	3.5	9cfbcb4c8309c0a676c9e715143d2678	по алгоритму MD5
Lectus OPC and DDE Toolkit	ServOPC.exe	3.9	440ea56ac9681a77c10ff102f5ba1022	
OPC Сервер B&K Vibro	SIMSOPCSrv.exe	3.00 Build 125	2c5807e9915d16343059e08399c95579	
OPC Сервер Phoenix contact	PcosOpc.exe	2.2.0.056	7a61b46923f37b4ebf13303f9dc706cb	
SKF @ptitude Observer	ObserverWinUI.exe	8.4.6	884b31bd29e3339e89ce55d807adb515	

ПО верхнего уровня систем обеспечивает ограничение прав доступа к настроечным параметрам и измерительной информации с помощью паролей в соответствии с заданными правами пользователя.

Информационный обмен подсистем с компьютерным оборудованием цехового уровня базируется на использовании стандартных сетевых (ТСР/IP) протоколов обмена. Способы хранения и передачи информации предусматривают её помехоустойчивое кодирование и защиту от несанкционированного доступа.

Уровень защиты программного обеспечения АСДО в соответствии с МИ 3286-2010 от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «С».

Основные технические характеристики

Метрологические характеристики измерительных каналов АСДО приведены в таблицах 2 – 5.

Таблица 2 – Метрологические характеристики подсистем СДО-ВМД и СДО-ВЗ

Наименование характеристики	Значение
<i>Каналы измерения вибрации</i>	
Диапазон измерений СКЗ виброскорости, мм/с	от 1 до 100
Диапазон измерений размаха виброперемещения (пик-пик), мкм	от 5 до 500
Диапазон измерений СКЗ виброперемещения, мкм	от 2 до 180
Диапазон рабочих частот, Гц	от 10 до 1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости, %	±10
Неравномерность АЧХ относительно базовой частоты 80 Гц при измерении СКЗ виброскорости, %, не более	±10
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений СКЗ и размаха (пик-пик) виброперемещения, %	±12
Неравномерность АЧХ относительно базовой частоты 45 Гц при измерении СКЗ и размаха (пик-пик) виброперемещения, %, не более	±10
<i>Каналы измерения осевого сдвига</i>	
Диапазон измерений осевого сдвига, мм	от 0,25 до 2,5
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения осевого сдвига, %	±7
<i>Каналы измерения частоты вращения</i>	
Диапазон измерения частоты вращения, Гц	от 2,5 до 250
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения частоты вращения, %	±0,1

Пределы допускаемой основной погрешности унифицированных выходных сигналов, пропорциональных измеряемым параметрам, соответствуют приведенным в таблице 2.

Таблица 3 – Метрологические характеристики подсистемы СДО-ПМД

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений крутящего момента, кН·м	от 0,3 до 48,0
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности в диапазоне от 0,3 до 20,0 кН·м, %	±1
Пределы допускаемой основной относительной погрешности в диапазоне от 20,0 до 48,0 кН·м, %	±1

Таблица 4 – Метрологические характеристики подсистем СДО-ДН и СДО-НДС

Наименование характеристики	Значение (свойства)
<i>Каналы измерения деформации со струнными датчиками СДД</i>	
Диапазон измерения деформации, не менее	от минус $1 \cdot 10^{-3}$ до плюс $1,5 \cdot 10^{-3}$ (соответствует перемещению от минус 1000 до плюс 1500 мкм/м)
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения деформации, %	±2,0

Окончание таблицы 4

Наименование характеристики	Значение (свойства)
Диапазон измерения температуры, °С	от минус 40 до плюс 70
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры, °С	±3,0
<i>Каналы измерения деформации с тензометрическими датчиками</i>	
Диапазон измерения деформации с тензорезистором АW	от минус $5 \cdot 10^{-3}$ до плюс $5 \cdot 10^{-3}$ (соответствует перемещению от минус 5000 до плюс 5000 мкм/м)
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения деформации, мкм/м	$\pm(10,0+0,025 \cdot D_{изм})$, где $D_{изм}$ – измеренное значение деформации

Таблица 5 – Метрологические характеристики подсистемы СДО-ЭМИ

Определяемый компонент	Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %
Кислород (O ₂)	от 0 до 25 %	±2
	от 0 до 30 %	±2
Диоксид углерода (CO ₂)	от 0 до 2 %	±4
	от 0 до 2,5 %	±4
	от 0 до 5 %	±4
	от 0 до 10 %	±4
Оксид углерода (CO)	от 0 до 50 млн ⁻¹	±15
	от 0 до 100 млн ⁻¹	±6
	от 0 до 200 млн ⁻¹	±10
	от 0 до 300 млн ⁻¹	±10
	от 0 до 500 млн ⁻¹	±5
Оксид азота (NO)	от 0 до 100 млн ⁻¹	±10
	от 0 до 200 млн ⁻¹	±10
	от 0 до 500 млн ⁻¹	±8
	от 0 до 1000 млн ⁻¹	±8
Диоксид азота (NO ₂)	от 0 до 10 млн ⁻¹	±10
	от 0 до 50 млн ⁻¹	±10
	от 0 до 200 млн ⁻¹	±10
Диоксид серы (SO ₂)	от 0 до 25 млн ⁻¹	±15
	от 0 до 50 млн ⁻¹	±15
	от 0 до 100 млн ⁻¹	±8
	от 0 до 500 млн ⁻¹	±8
Метан (CH ₄)	от 0 до 100 млн ⁻¹	±10
	от 0 до 500 млн ⁻¹	±10
	от 0 до 1000 млн ⁻¹	±6
	от 0 до 2000 млн ⁻¹	±5
	от 0 до 5000 млн ⁻¹	±5

Пределы допускаемой дополнительной погрешности ИК АСДО, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры (в пределах рабочего диапазона) на каждые 10 °С изменения температуры, не более 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

Конструктивное исполнение компонентов АСДО указано в таблице 6 (исполнение зависит от заказанной спецификации).

Таблица 6 – Конструктивные характеристики компонентов АСДО

Наименование компонента	Габаритные размеры корпусов, мм, не более	Масса компонентов системы, кг, не более
Блоки преобразования и обработки сигналов системы:		
– БПО (шкаф для крепления на стену)	800×800×250	50
(шкаф напольного исполнения)	1000×600×600	50
– БПОД (шкаф для крепления на стену)	600×600×250	25
– БПОМЧ (шкаф для крепления на стену)	505×405×250	17,5
– БПОКМ (шкаф для крепления на стену)	600×600×250	10
– БГА (шкаф напольного исполнения)	1800×1200×650	320
Компьютерное оборудование:		
– АРМ-01, АРМ-02 (настольное исполнение)	1200×737×526	43
– СРВ-01 (шкаф напольного исполнения)	1650×800×600	150
– СРВ-02 (шкаф напольного исполнения)	2200×800×600	200

Степень защиты корпусов по ГОСТ 14254, не ниже:

- БПО, БПОД, БПОКМ, БПОМЧ, БГА, БУС – IP54;
- АРМ-01, АРМ-02, СРВ-01, СРВ-02 – IP20.

Эксплуатационные характеристики АСДО приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Эксплуатационные характеристики АСДО

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих температур:	
– БПО	от 0 до плюс 55 °С
– БПОД	от минус 20 до плюс 60 °С
– БПОКМ	от минус 10 до плюс 60 °С
– БПОМЧ	от минус 40 до плюс 70 °С
– БГА	от минус 50 до плюс 65 °С
– БУС	от минус 20 до плюс 55 °С
– датчики*	согласно эксплуатационной документации*
– АРМ-01, АРМ-02, СРВ-01, СРВ-02	от плюс 10 до плюс 35 °С
Напряжение питания**, В:	
– постоянного тока	от 21,6 до 26,4 (номинальное 24)
– постоянного тока (портативное исполнение)	от 4,7 до 5,5 (номинальное 5)
– переменного тока	от 187 до 242 (номинальное 220)

Окончание таблицы 7

Наименование характеристики	Значение
Потребляемая мощность, Вт, не более:	
– СДО-ДН, СДО-НДС	50
– СДО-ПМД	50
– СДО-ВМД, СДО-ВЗ	200
– СДО-ЭМИ	3500
– СДО-ТД	100
– АРМ-01, АРМ-02	600
– СРВ-01	800
– СРВ-02	1500
* Уточняется в зависимости от типа применяемых датчиков.	
** Напряжение питания постоянного или переменного тока указывается при заказе.	

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа средства измерений наносится типографским способом на титульные листы руководства по эксплуатации и формуляра АСДО.

Комплектность средства измерений

Комплектность АСДО определяется заказом.

В таблице 8 указан максимально возможный состав компонентов для каждой подсистемы АСДО.

Таблица 8 – Комплект поставки

Наименование	Количество
<i>Подсистема СДО-ВМД (СДО-ВЗ):</i>	1 шт. ¹⁾
Блок преобразования и обработки вибросигналов БПО	1 шт.
Блок усиления и согласования БУС	до 3 шт.
Датчик абсолютной вибрации	до 16 шт.
Датчик относительной вибрации	до 16 шт.
Датчик осевого сдвига	до 16 шт.
Датчик частоты вращения	до 4 шт.
Монтажный комплект МК-01 (для СДО-ВМД) или МК-06 (для СДО-ВЗ)	1 шт.
Групповой ЗИП СДО-ВМД (СДО-ВЗ)	1 шт. ²⁾
<i>Подсистема СДО-НДС (СДО-ДН):</i>	1 шт. ¹⁾
Блок преобразования и обработки сигналов деформации БПОД	до 1 шт.
Датчик деформации и температуры	до 31 шт.
Датчик деформации	до 16 шт.
Монтажный комплект МК-02 (для СДО-НДС) или МК-03 (для СДО-ДН)	1 шт.
Групповой ЗИП СДО-НДС	1 шт. ³⁾

Окончание таблицы 8

Наименование	Количество
<i>Подсистема СДО-ПМД:</i>	1 шт. ¹⁾
Блок преобразования и обработки сигналов измерения крутящего момента БПОКМ	1 шт.
Блок усиления и согласования БУС	1 шт.
Датчик крутящего момента	1 шт.
Монтажный комплект МК-04	1 шт.
Групповой ЗИП СДО-ПМД	1 шт. ⁴⁾
<i>Подсистема СДО-ЭМИ:</i>	1 шт. ¹⁾
Блок газоаналитический БГА	1 шт.
Блок пробоотбора БПО	до 3 шт.
Монтажный комплект МК-05	1 шт.
Групповой ЗИП СДО-ЭМИ	1 шт. ⁵⁾
<i>Подсистема СДО-ТД:</i>	1 шт. ¹⁾
Блок преобразования и обработки сигналов металлических частиц БПОМЧ	1 шт.
Датчик определения металлических частиц MetalSCAN	до 6 шт.
Монтажный комплект МК-07	1 шт.
Групповой ЗИП СДО-ТД	1 шт. ⁶⁾
<i>Компьютерное оборудование:</i>	1 шт. ¹⁾
Компьютерное оборудование АРМ-01	1 шт.
Компьютерное оборудование АРМ-02	1 шт.
Сервер СРВ-01	1 шт.
Сервер СРВ-02	1 шт.
Сетевое оборудование агрегата (СОА) ⁷⁾	1 шт.
Сетевое оборудование цеха (СОЦ) ⁷⁾	1 шт.
<i>Эксплуатационная документация:</i>	1 шт. ¹⁾
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Методика поверки (одна на группу до восьми подсистем)	1 экз.
Формуляр	1 экз.
Паспорта на все первичные преобразователи (датчики)	согласно формуляру
<p>1) Количество подсистем определяется заказной спецификацией и указано в формуляре на систему.</p> <p>2) Один комплект на группу до восьми СДО-ВМД (СДО-ВЗ).</p> <p>3) Один комплект на группу до восьми СДО-НДС (СДО-ДН).</p> <p>4) Один комплект на группу до восьми СДО-ПМД.</p> <p>5) Один комплект на группу до восьми СДО-ЭМИ.</p> <p>6) Один комплект на группу до восьми СДО-ТД.</p> <p>7) Поставляется при передаче информации по оптоволоконному кабелю.</p>	

Поверка

осуществляется по документу ТУКЛ.425200.001 МП «Системы автоматизированного диагностического обслуживания АСДО. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в мае 2013 г.

Основное оборудование для поверки:

– установка поверочная вибрационная 2 разряда в соответствии с МИ 2070-90;

- генератор сигналов специальной формы SFG2110: частота от 5 до 10000 Гц; погрешность установки/контроля частоты F не хуже $\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot F + 0,0001 \text{ Гц} / +1$ младшего разряда);
- индикатор модели 1 МИГ (диапазон измерений от 0,001 до 1,000 мм; цена деления 0,001 мм);
- устройство для поверки преобразователей вихретоковых в статическом режиме УПД (погрешность задания зазора в диапазоне от 0 до 25 мм не более 3 мкм);
- образцовое средство измерений крутящего момента силы 2 разряда по ГОСТ 8.541, диапазон измерений от 200 до 50000 Н·м, $\delta C = 0,25 \%$;
- мультиметр 34410А, основная погрешность при измерении напряжения постоянного тока от 0 до 10 В – не более $\pm[0,003U_{\text{изм}} + 0,005U_{\text{пред}}]$ и постоянного тока от 0 до 100 мА – не более $\pm[0,003 I_{\text{изм}} + 0,005 I_{\text{пред}}]$;
- термометр лабораторный ТЛС-4 с диапазоном измерения от 0 до 55 °С, погрешность $\pm 0,1$ °С;
- магазин сопротивлений Р4831, класс точности 0,02;
- поверочные газовые смеси согласно методикам поверки на газоанализаторы.

Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методиках (методах) измерений изложены в разделе «Устройство и работа системы» документа «Системы автоматизированного диагностического обслуживания АСДО. Руководство по эксплуатации» ТУКЛ.425200.001 РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам автоматизированного диагностического обслуживания АСДО

«Системы автоматизированного диагностического обслуживания АСДО. Технические условия» ТУ 4252-001-76063517–2013.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

– осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

Изготовитель

ООО «Турбоконтроль»
Адрес: г. Москва, 117246, ул. Научный проезд, д. 12.
Телефон (495)926-55-33, факс 7-495-926-67-85.
E-mail: info@gaz-control.ru

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»).

Аттестат аккредитации – зарегистрирован в Государственном реестре СИ под № 30004-08.

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

тел.: +7 (495) 437-55-77, факс: +7 (495) 437-56-66

e-mail: office@vniims.ru, <http://www.vniims.ru>

Заместитель Руководителя
Федерального агентства по
техническому регулированию и метрологии

_____ Ф.В. Булыгин

М.п. «___» _____ 2013 г.