

ООО «ГК ИННОВАЦИЯ»

ОКП 42 7734



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «ГК Инновация»

  
М.А. Марчук

« \_\_\_\_\_ » 2015 г.



СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РОТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М»

Руководство по эксплуатации

ТМБН.421453.001 РЭ

Москва

2015

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1.	ОПИСАНИЕ И РАБОТА .....	5
2.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	56
3.	ПОРЯДОК РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ .....	77
4.	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	80
5.	УКАЗАНИЕ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ .....	86
6.	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ .....	88
7.	ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....	89

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления пользователей (потребителей) с назначением, построением, основными принципами работы, техническими характеристиками, конструкцией составных частей, правилами монтажа, эксплуатации, технического обслуживания и поверки системы мониторинга роторных агрегатов ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М» (далее - система).

Предприятие «ГК Инновация» оставляет за собой право замены отдельных деталей и комплектующих изделий, без ухудшения технических характеристик системы.

## Список аббревиатур

БП – блок питания

ВИП – вторичный измерительный преобразователь

ВП – вибропреобразователь

ВТД -вихретоковый датчик

ИК - измерительный канал

ИП - измерительный преобразователь

ИС – измерительная система

КД - конструкторская документация

КОС - контроллер обработки сигналов

МЗ – мгновенный зазор

МИЗ – модуль искрозащиты

МП – методика поверки

МЭД - магнитоэлектронный датчик

НТД – нормативно-техническая документация

ОВ— относительное виброперемещение

ОС – осевой сдвиг

ОРР – относительное расширение ротора

ПК – персональный компьютер

ПТК – программно-технический комплекс

РВП – размах виброперемещения

СКЗ – среднеквадратичное значение

УЗ – установочный зазор

## 1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1. Назначение системы

1.1.1. Система мониторинга роторных агрегатов ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М» предназначена для непрерывного контроля состояния роторных агрегатов путем измерения параметров вибрации и механических величин, а также тепломеханических параметров в процессе их эксплуатации.

### 1.1.2. Основные функции системы:

- измерение в режиме реального времени основных параметров вибраций опор роторного агрегата (мгновенные значения виброускорения, виброскорости, виброперемещения, среднеквадратичного значения (СКЗ) виброскорости, размахов виброперемещения, низкочастотной и высокочастотной вибрации, основных гармонических составляющих);
- измерение в режиме реального времени основных механических величин (осевых сдвигов, относительных расширений роторов, расширений цилиндров высокого, среднего и низкого давления, искривлений валов роторов, положений валов в корпусе подшипника, углов наклона поверхности, ходов сервомоторов)
- измерение частот и фаз вращения роторов;
- измерение в режиме реального времени основных тепломеханических и иных параметров процесса (температур, напряжений, токов);
- вычисление в режиме реального времени спектральных характеристик измеряемых параметров с высоким разрешением по частоте;
- организация предупредительной, аварийной сигнализации и защиты роторного агрегата по совокупности различных критериев изменения измеряемых параметров;
- создание и ведение архива измеряемых параметров;
- отображение в режиме реального времени значений измеряемых параметров и их спектральных составляющих в виде гистограмм, трендов;
- обеспечение балансировочных работ в собственных опорах;

- оперативный и ретроспективный анализ возникновения и развития дефектов различных агрегатов роторного типа;
- 1.1.3. Система ИС АСУ ТП «Вектор-М» представляет собой несколько конструктивно объединенных электрически независимых измерительных каналов (ИК) имеющих независимые контроллеры обработки сигналов и передачи информации, В системе Вектор М могут применяться автономные измерительные каналы, которые не имеют в своем составе контроллера обработки сигнала и состоят только из датчика и вторичного измерительного преобразователя, который выдает ток пропорциональный измеряемому параметру. В качестве автономных ИК используются ИП типа ТМК-002 и ТМК-006.
- 1.1.4. Система соответствует ГОСТ ИСО 2954-97 (с дополнительным ограничением по частотному диапазону), ГОСТ Р ИСО 10816-1-99, ГОСТ Р ИСО 10816-3-99, ГОСТ Р ИСО 10816-4-99, ГОСТ 30296-95 и техническим условиям ТМБН.421453.001ТУ.
- 1.1.5. Система во взрывозащищенном исполнении соответствует дополнительно ГОСТ 30852.0-2002 и ГОСТ 30852.10-2002.
- 1.2. Состав системы
- 1.2.1. Система Вектор М включает в себя два уровня: нижний (аппаратный) и верхний (программный). Нижний уровень обеспечивает измерение параметров объекта и преобразование их в форму, удобную для индикации и дальнейшей обработки, а также функции защиты. Система на нижнем уровне имеет поканальную организацию, где каждый канал представляет одну точку измерения одной или нескольких физ. величин. Различают штатные измерительные каналы и автономные измерительные каналы. Автономные каналы не имеют в своем составе контроллер обработки сигнала (КОС) и предназначены для передачи измеренного параметра посредством токового выхода в стороннюю систему для дальнейшей обработки. Верхний уровень реализует функции мониторинга (архивирование, визуализация архивных и текущих данных, навигация по данным, передача данных в сторонние

системы и др.) и диагностики (определение присутствия в сигналах диагностических признаков, сигнализация о наличии дефектов, остаточном ресурсе и др.)

1.2.2. В состав нижнего и верхнего уровней могут входить следующие составные части:

Измерительные каналы:

- канал измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002 и/или ТМК-002А;
- канал измерения параметров относительной вибрации ТМК-006ОВ и/или ТМК-006А(ОВ);
- канал измерения относительного расширения ТМК-006ОР;
- канал измерения угла наклона ТМК-006УН
- канал измерения осевого сдвига ТМК-006ОС и/или ТМК-006А(ОС);
- канал измерения искривления вала ТМК-006ИВ;
- канал измерения линейного перемещения ТМК-006ЛП
- канал измерения поперечного перемещения ТМК ПП;
- канал измерения углового положения ротора ТМК-006ПР;
- канал измерения частоты вращения (тахометр) ТМК-007;
- канал измерения частоты вращения (табло) ТМК-007Т;
- канал измерения активной мощности;

Программное обеспечение:

- программа EVECTOR для конфигурирования системы;
- ПТК OPC Server Innovation;
- ПТК «Мониторинг»;
- ПТК «АРМ диагноста».

Прочее:

- устройство сбора данных и управления;
- источник бесперебойного питания системы;
- блоки питания;
- монтажный шкаф;
- вспомогательные узлы и монтажные принадлежности.

В состав каналов измерения параметров вибрации и механических величин могут входить следующие функционально законченные части:

- ВТД относительного перемещения (ОП), осевого сдвига (ОС) и частоты вращения;
- пьезоэлектрический и(или) электронный вибропреобразователь;
- магнитоэлектронный датчик (МЭД) частоты вращения;
- индукционный датчик частоты вращения;
- ВТД линейного расширения;
- Трансформаторный датчик относительного расширения ротора (ОРР);
- ВТД угла наклона;
- вторичный измерительный преобразователь (ВИП);
- контроллер обработки сигналов (КОС);
- модуль искрозащиты (МИЗ) типа МИ-Вектор для системы во взрывозащищенном исполнении.

Блок-схема соединений измерительных каналов системы Вектор-М приведена на рисунке 1. Структурная схема контроллера представлена на рисунке 2.



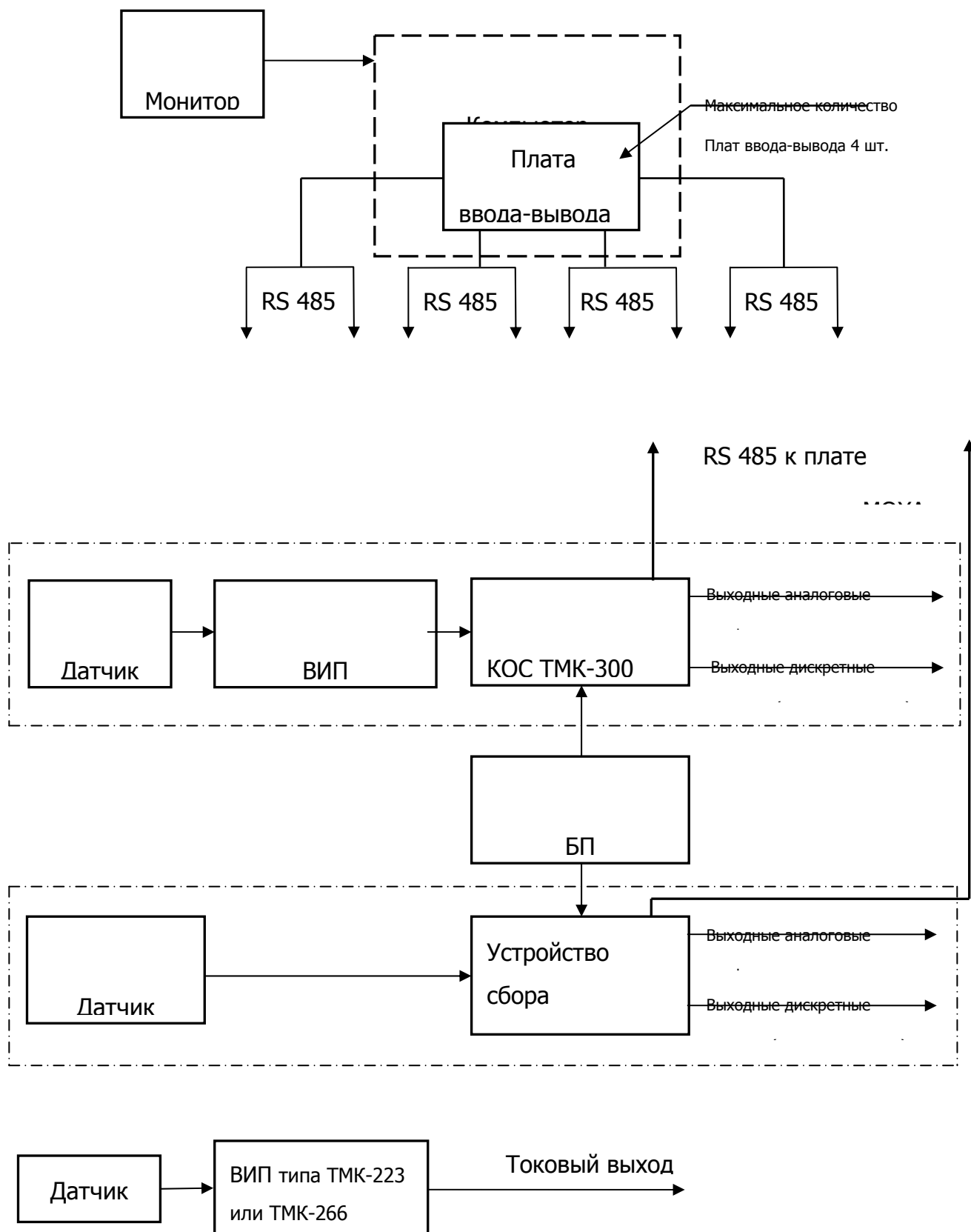


Рисунок 1. Блок-схема вариантов состава каналов системы ИС АСУ ТП «Вектор-М

В зависимости от измеряемого (рассчитываемого) параметра ИК может иметь

тип, указанный в таблице 1.

Таблица 1. Типы параметров

Тип канала	Наименование измерительного канала	Наименование параметра	Условное обозначение	Единица измерения
А	Канал измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002	СКЗ виброскорости	Ve	мм/с
		СКЗ низкочастотной виброскорости	NV	мм/с
		Размах виброперемещения	Spp	мкм
		СКЗ виброускорения	Ae	м/с <sup>2</sup>
		Амплитуда виброскорости	Vp	мм/с
С	Канал измерения параметров относительной вибрации ТМК-006ОВ	Размах виброперемещения	Spp	мкм
		Амплитуда виброперемещения	Sp	мкм
		Зазор (расстояние от датчика до металла)	Z	мкм
I	Канал измерения искривления вала ТМК- 006ИВ	Искривления вала	Siv	мкм
		Зазор (расстояние от датчика до металла)	Z	мкм
D	Канал измерения осевого сдвига ТМК-006ОС	Осевой сдвиг	Zoc	мкм
			Zoc	мм
	Канал измерения относительного расширения ТМК-006ОР	Относительное расширение	Opp	мм
	Канал измерения угла наклона ТМК- 006УН	Угол наклона	i =	мм/м
	Канал измерения линейного перемещения ТМК- 006ЛП	Линейное перемещение	Zлп	мм
	Канал измерения поперечного перемещения ТМК- 006ПП	Поперечное перемещение	Zпп	мм
Т	Канал измерения частоты вращения ТМК- 007	Частота вращения	F	об/мин
			TAX	об/мин

Тип канала	Наименование измерительного канала	Наименование параметра	Условное обозначение	Единица измерения
	вращения (табло) ТМК- 007		F	
	Канал измерения активной мощности	Значение тока	I	A

Состав каналов измерения параметров вибрации и механических величин приведен в таблице 2.

Таблица 2. Состав каналов измерения

Наименование ИК	Состав канала		
	датчик	преобразователь	контроллер
Канал измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002	МВ-43-10	ТМК-224	ТМК-300 АВ
	МВ-44-2	ТМК-224	ТМК-300 АВ
	ТМК-121-х	ТМК-224	ТМК-300 АВ
	МВ-46	ТМК-224	ТМК-300 АВ
	МВ-47	ТМК-224	ТМК-300 АВ
Канал измерения параметров относительной вибрации ТМК-006ОВ	ТМК-161	ТМК-266	ТМК-300 ОВ
Канал измерения осевого сдвига ТМК-006ОС	ТМК-161	ТМК-266	ТМК-300 ОС
Канал измерения относительного расширения ТМК-006ОР	ТМК-164	ТМК-262	ТМК-300 ОР
	ТМК-164	ТМК-266	ТМК-300 ОР
Канал измерения угла наклона ТМК-006УН	ТМК-163		ТМК-300 УН
Канал измерения искривления вала ТМК-006ИВ	ТМК-161	ТМК-266	ТМК-300 ИВ
Канал измерения линейного перемещения ТМК-006ЛП	ТМК-165	ТМК-263	ТМК-300 ЛП
	ТМК-165	ТМК-266	ТМК-300 ЛП

	ТМК-161	ТМК-266	ТМК-300 ЛП
Канал измерения поперечного перемещения ТМК-006ПП	ТМК-161	ТМК-266	ТМК-300 ПП
Канал измерения углового положения ротора ТМК-006ПР	ТМК-161	ТМК-266	ТМК-300 ПР
Канал измерения частоты вращения ТМК-007	ДЧВ-2500	ТМК-271	ТМК-300 ТХ
	ТМК-161	ТМК-266	ТМК-300 ТХ
	ТМК-172	ТМК-272	ТМК-300 ТХ
Канал измерения частоты вращения (табло) ТМК-007Т	ТМК-371Т		
Канал измерения тока (активной мощности)	E849/2-M1		I-7000 серии
	E849/2-M1		OPT-1/I
	E849/2-M1		ADAM-40xx серии
	E849/2-M1		ТМК-300 АМ

## Примечание:

1. В состав измерительных каналов систем во взрывозащищенном исполнении дополнительно входят модули искрозащиты «МИ-Вектор».
2. В зависимости от типа контролируемого агрегата, требований заказчика и по мере совершенствования системы номенклатура составных частей системы может расширяться и дополняться.
3. Состав и параметры каждого измерительного канала приводятся в его паспорте.
4. Аппаратно контроллеры всех типов каналов идентичны и обозначаются как ТМК-300. После конфигурирования им присваивается маркировка согласно таблице 2.
5. Параметры, E849 приведены в Приложении Б.
6. Информация о ICPCON I-7000 серии размещена на сайте производителя.

Состав каналов измерения напряжения и тока приведен в таблице 3.

Таблица 3. Состав каналов измерения напряжения и тока

Наименование	Состав канала
--------------	---------------

	<b>датчик</b>	<b>устройство сбора данных и управления</b>
Канал измерения тока	-	ОРТ-1/I
Канал измерения напряжения	-	ОРТ-1/U

Состав автономных каналов приведен в таблице 4.

Таблица 4. Состав автономных каналов

<b>Наименование ИК</b>	<b>Датчик</b>	<b>Вторичный измерительный преобразователь</b>
Канал измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002А	МВ-43-10	ТМК-223 (ТМК-224)
	МВ-44-2	ТМК-223 (ТМК-224)
	ТМК-121-х	ТМК-223 (ТМК-224)
	МВ-46	ТМК-223 (ТМК-224)
	МВ-47	ТМК-223 (ТМК-224)
Канал измерения параметров относительной вибрации ТМК-006А (ОВ)	ТМК-161	ТМК-266
Канал измерения осевого сдвига ТМК-006А (ОС)	ТМК-161	ТМК-266

Эксплуатационная документация:

- руководство по эксплуатации;
- паспорт;
- методика поверки;
- инструкции по обслуживанию и настройке (по требованию заказчика);

1.2.2.1. Измерительный канал снабжен паспортом, в котором отражены следующие сведения:

- тип, заводской номер и основные технические характеристики датчика;
- тип и заводской номер преобразователя;
- тип и выходные характеристики контроллера (при наличии);
- сведения о поверке канала;

- для взрывозащищенного исполнения – сведения о маркировке взрывозащиты.

1.2.2.2. Количество и комплект поставки каналов и других составных частей системы определяется индивидуально и согласуется с Заказчиком на этапе составления спецификации, в зависимости от особенностей каждого объекта контроля.

### 1.3. Технические данные и характеристики системы

Электрические параметры системы приведены в таблице 5.

Технические характеристики составных частей системы «Вектор-М» приведены в Приложении А.

Время готовности системы (установления параметров) не превышает 15 минут с момента включения.

Периодичность метрологических проверок системы не реже 1 раза в год.

Таблица 5. Электрические параметры системы

Наименование параметра	Значение
Род питающего тока	переменный или постоянный
Номинальное напряжение питания, В:	
с источником питания переменного тока	от 187 до 264
с источником питания постоянного тока	от 85 до 375
Ток потребления, А, не более	12,5
Номинальный режим работы	непрерывный
Время автономной работы, при пропадании напряжения питания, мин, не менее	30

1.3.1. Метрологические характеристики канала измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002 приведены в таблице 6.

Таблица 6. Метрологические характеристики канала измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения:	
- СКЗ виброскорости (в том числе и низкочастотной), мм/с	от 0,05 до

Наименование параметра	Значение
	100
- амплитудного значения виброскорости, мм/с	от 0,1 до 100
- размаха виброперемещения, мкм	от 3 до 1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости (в том числе и низкочастотной) и пикового значения виброскорости в диапазоне измерения от 1 до 100 мм/с, %	±5
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения СКЗ виброскорости (в том числе и низкочастотной) и пикового значения виброскорости в диапазоне измерения от 0,1 до 1 мм/с, мм/с	±0,1
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения размаха виброперемещения в диапазоне измерения от 60 до 1000 мкм, %	±5
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения размаха виброперемещения в диапазоне измерения от 3 до 60 мкм, мкм	±3
Диапазон рабочих частот, Гц:	
при измерении виброскорости низкочастотной вибрации	от 10 до 0,5F <sub>об</sub> от 10 до 0,7F <sub>об</sub>
при измерении остальных параметров (программируются)	2 - 1000; 10 - 1000; 20 - 1000; 30 - 1000; 40 - 150; 50 - 300; 30 - 150; 30 - 400
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для диапазона частот от 10 до 1000 Гц относительно базовой частоты 80 Гц в диапазонах частот, %, не более:	

Наименование параметра	Значение
от 10 до 15 Гц включ. и св. 900 до 1000 Гц  св. 15 до 900 Гц включ.	от минус 20  до плюс 10  ±5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики во всех диапазонах частот, кроме диапазона от 10 до 1000 Гц, относительно базовой частоты 80 Гц, %, не более	от минус 20  до плюс 10
Спад АЧХ за пределами диапазона рабочих частот, дБ/окт, не менее: для диапазона 2÷1000 для остальных диапазонов	15  18
Время расчета СКЗ виброскорости и пик-фактора, с (программируется)	от 0,2 до 15
<i>Примечания:</i>  1. Пределы допускаемой погрешности указаны по цифровому индикатору и унифицированному сигналу.  2. Fоб – оборотная частота вращения	

1.3.2. Метрологические характеристики канала измерения параметров относительной вибрации ТМК-006ОВ приведены в таблице 7.

Таблица 7. Метрологические характеристики канала измерения параметров относительной вибрации ТМК-006ОВ

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения:	
размаха виброперемещения, мкм	от 2 до 2000
пикового значения виброперемещения, мкм	от 1 до 1000
зазора, мм	от 0 до 5
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерений размаха виброперемещения в диапазоне от 80 до 2000 мкм и амплитудного значения виброперемещения в диапазоне от 40 до 1000 мкм, %	±5
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений размаха виброперемещения и пикового значения виброперемещения в диапазоне от 2 до 80 мкм, мкм	



	±4
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений зазора, мкм	±20
Диапазон рабочих частот при измерении виброперемещения, Гц	от 5 до 500; от 10 до 1000
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц в диапазоне частот от 2 Fн до 0,9 Fв Гц включительно (где Fн и Fв – значения нижнего и верхнего пределов диапазона частот, соответственно), %, не более	±5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц в диапазоне частот от Fн до Fв Гц (где Fн и Fв – значения нижнего и верхнего пределов диапазона частот, соответственно), %, не более	минус 30
Спад АЧХ за пределами диапазона рабочих частот, дБ/окт, не менее	18
<i>Примечание - Пределы допускаемой погрешности указаны по цифровому индикатору и унифицированному сигналу</i>	

1.3.3. Метрологические характеристики канала измерения осевого сдвига ТМК-0060С приведены в таблице 8.

Таблица 8. Метрологические характеристики канала измерения осевого сдвига ТМК-0060С

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения осевого сдвига, мм	от минус 2,5 до 2,5
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений осевого сдвига, мкм	±20
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0 до 2
Спад АЧХ за пределами диапазона, дБ/окт, не менее	36
<i>Примечание - Пределы допускаемой погрешности указаны по цифровому индикатору и унифицированному сигналу</i>	

1.3.4. Метрологические характеристики канала измерения относительного расширения ротора ТМК-0060Р приведены в таблице 9.

Таблица 9. Метрологические характеристики канала измерения относительного расширения ротора ТМК-0060Р

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений относительного расширения, мм	от 0 до 50* (от -25 до

	+25)
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения, %	±5
Примечание: * - по согласованию с заказчиком диапазон измерений может быть уменьшен	

1.3.5. Метрологические характеристики канала измерения угла наклона ТМК-006УН приведены в таблице 10.

Таблица 10. Метрологические характеристики канала измерения угла наклона ТМК-006УН

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений угла наклона, мм/м	от минус 5 до 5*
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения, %	±5
<i>Примечание: * - по согласованию с заказчиком может быть диапазон измерений угла наклона уменьшен</i>	

1.3.6. Метрологические характеристики канала измерения искривления вала (боя) ТМК-006ИВ приведены в таблице 11.

Таблица 11. Метрологические характеристики канала измерения искривления вала ТМК-006ИВ

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений искривления (боя) вала, мкм	от 0 до 1000*
Диапазон измерений зазора, мм	от 0 до 5
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения искривления (боя) вала, %	±5
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения зазора, %	±5
Рабочий диапазон частот, Гц	от 0,05 до 1000
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц в диапазоне частот от 10 до 900 Гц включительно, %	±5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц в диапазоне частот от 0,05 до 1000 Гц, %, не более	минус 30

Спад АЧХ за пределами рабочего диапазона частот, дБ/окт, не менее	6
<i>Примечание: * - по согласованию с заказчиком диапазон измерений и рабочий диапазон частот может быть уменьшен</i>	

1.3.7. Метрологические характеристики канала измерения линейного перемещения ТМК-006ЛП приведены в таблице 12.

Таблица 12. Метрологические характеристики канала измерения линейного перемещения ТМК-006ЛП

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений линейного перемещения, мм	от 0 до 350*
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения, %	±5
<i>Примечание: * - по согласованию с заказчиком диапазон измерений может быть уменьшен</i>	

1.3.8. Метрологические характеристики канала измерения поперечного перемещения ТМК-006ПП приведены в таблице 13.

Таблица 13. Метрологические характеристики канала измерения поперечного перемещения ТМК-006ПП

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений поперечного перемещения, мм	от 0 до 12*
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения, %	±5
<i>Примечание: * - по согласованию с заказчиком диапазон измерений поперечного перемещения может быть уменьшен</i>	

1.3.9. Метрологические характеристики канала измерения положения (углового) ротора ТМК-006ПР приведены в таблице 14.

Таблица 14. Метрологические характеристики канала измерения положения (углового) ротора ТМК-006ПР

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений углового положения ротора, мм	от 0 до 5*
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения, %	±5
<i>Примечание: * - по согласованию с заказчиком диапазон измерений положения ротора может быть уменьшен</i>	

1.3.10. Метрологические характеристики канала измерения скорости вращения ТМК-007 приведены в таблице 15.

Таблица 15. Метрологические характеристики канала измерения скорости вращения ТМК 007

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений скорости вращения, об/мин	от 1 до 8000*
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерения **, об/мин	±1
Пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования значения измеряемого параметра в токовый сигнал, %	±1
<p><i>Примечания:</i></p> <p>* - по согласованию с заказчиком диапазон измерений может быть уменьшен;</p> <p>** – абсолютная погрешность измерения частоты вращения - только по показаниям цифрового индикатора и по компьютеру</p>	

1.3.11. Метрологические характеристики канала измерения частоты вращения ТМК-007Т приведены в таблице 16.

Таблица 16. Метрологические характеристики канала измерения частоты вращения ТМК-007Т

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений скорости вращения, об/мин	от 1 до 4000
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерения по цифровому индикатору, об/мин	±3

1.3.12. Метрологические характеристики канала измерения активной мощности приведены в таблице 17.

Таблица 17. Метрологические характеристики канала измерения активной мощности

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений, мА	от -20 до +20
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения тока, не более %	±0,1

1.3.13. Общие метрологические характеристики

Наименование параметра	Значение
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения каналов в диапазоне рабочих температур	0,6 основной погрешности

1.3.14. Общие технические характеристики измерительных каналов приведены в таблице 18.

Таблица 18. Общие технические характеристики измерительных каналов

Наименование параметра	Значение
Род питающего тока	постоянный
Номинальное напряжение питания, В	24±3
Ток потребления одного канала, А, не более:	
в стационарном режиме	0,4
в момент включения (не более 1с)	0,6

1.3.15. Параметры контроллера ТМК-300 приведены в таблице 19.

Таблица 19. Параметры контроллера ТМК-300

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение питания, В	24±3
Потребляемая мощность, Вт, не более	16,2
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 10 до 50
Время готовности, мин, не более	10
Электрическая прочность изоляции, не менее, кВ	1,5
Степень защиты по ГОСТ 14254-96, не ниже	IP20
Группа условий эксплуатации в части воздействия внешних механических факторов по ГОСТ 17516-72	M5
Масса контроллера, кг, не более: в корпусе размером 100x70x100	0,524

1.3.16. Параметры программируемых реле ИК (входят в состав КОС) приведены в таблице 20.

Таблица 20. Параметры программируемых реле ИК

Наименование параметра	Значение
Количество программируемых реле: ТМК-002, ТМК-006	5

ТМК-007	3
Максимальное коммутируемое напряжение, В	200
Максимальный коммутируемый ток, мА	0,14

1.3.17. Параметры осциллограмм и спектров приведены в таблице 21.

Таблица 21. Параметры осциллограмм и спектров

<b>Параметры осциллограмм</b>	
Частота дискретизации, кГц:	
для виброускорения	64
для параметров абсолютной вибрации (кроме виброускорения)	8
для параметров относительной вибрации	4
Коэффициент прореживания (делитель для уменьшения частоты записи) отчётов осциллограммы (программируется)	1-128
Максимальная длительность осциллограммы (количество отсчетов)	$2,4 \cdot 10^6$
<b>Параметры спектров</b>	
Максимальная частота в спектре, Гц	30000
Шаг частоты в спектре, Гц (программируется)	1-50
Диапазон измерения фазы, град	0-360
Допускаемая абсолютная погрешность расчёта фазы, град	5

1.3.18. Параметры интерфейсов ТМК-300 приведены в таблице 22.

Таблица 22. Параметры интерфейсов ТМК-300

<b>Реле</b>	
Время задержки включения реле, с (программируется)	от 0,1 до 25
Сопротивление в замкнутом состоянии, Ом, не более	15
<b>Аналоговые выходы</b>	
Количество аналоговых выходов, не более	2
Пределы изменения силы тока, мА (программируется)	0-5 или 4-20
Полоса пропускания сигнала, Гц	0-5000
Нагрузочное сопротивление:	
при пределах изменения силы тока от 0 до 5 мА, кОм, не более	4
при пределах изменения силы тока от 4 до 20 мА, кОм, не более	1

<b>Цифровой интерфейс RS-485</b>	
Длина магистрали данных, м, не более	650
Протокол обмена	Vector, Modbus RTU
Скорость обмена по протоколу Vector, бод	57600
Скорость обмена по протоколу Modbus RTU, бод	9600 19200; 38400; 57600; 115200

1.3.19. Параметры составных частей системы приведены в Приложении Б.

1.3.20. Датчики и преобразователи каналов измерения параметров вибрации и механических величин, входящие в состав системы во взрывозащищенном исполнении, имеют маркировку взрывозащиты, указанную в таблице 23.

*Таблица 23. Маркировка взрывозащиты*

<b>Наименование составной части системы</b>	<b>Маркировка взрывозащиты</b>
Модули искрозащиты «МИ-ВЕКТОР»	[Exia]IIC
<b>Датчики</b>	
Вибропреобразователи электронные ТМК-121	1ExibIICT6
Вибропреобразователи пьезоэлектрические серии МВ-43	1ExsIIT6X
Вибропреобразователи пьезоэлектрические серии МВ-44	1ExsIIT6X
Вибропреобразователи пьезоэлектрические серии МВ-46	1ExsIIT6X
Вибропреобразователи пьезоэлектрические серии МВ-47	1ExsIIT6X
Датчики вихретоковые ТМК-161	1ExibIICT6X
Датчик частоты вращения магнитоэлектронный ТМК-172	0ExiaIICT6
Вторичные измерительные преобразователи	
Преобразователь вторичный ТМК-224	1ExibIIBT6
Преобразователи вторичные ТМК-271	1ExibIIBT6
Преобразователи вторичные ТМК-272	1ExibIIBT6
Генераторы-преобразователи ТМК-266	1ExibIICT6

## 1.3.21. Воздействие повышенной влажности

Допустимая относительная влажность составляет для:

- датчиков и преобразователей 95% при температуре 35°C без конденсации влаги;
- модулей искрозащиты, блоков питания и индикации 80% при температуре 35°C.

Датчики имеют герметичную конструкцию и устойчивы к воздействию паров и брызг турбинного масла и жидкости ОМТИ.

Время готовности (прогрева) аппаратуры, не более 10 мин., режим работы – непрерывный.

Электрическое сопротивление изоляции блоков питания в цепях ~220В, МОм, не менее:

- в нормальных условиях эксплуатации 40
- при относительной влажности 80% и температуре +35°C 2

Изоляция электрических цепей с напряжением ~220В должна выдерживать в течении одной минуты действие испытательного напряжения 0,9 кВ.

Система соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 020/2011 по электромагнитной совместимости. Система соответствует требованиям ГОСТ Р 51317.4.2-2010 степень жесткости 3, ГОСТ Р 51317.4.4-2007 класс А, ГОСТ Р 50648-94 класс А степень жесткости 5, ГОСТ Р 51318.22-99 класс А.

Средняя наработка составных частей системы на отказ  $T_d$ , ч, не менее (расчетное):

Датчиков	150000
ВИП	300000
КОС	300000
МИЗ	300000
БП	150000
блок индикации	150000

Датчики, ВИП и МИЗ во взрывозащищенном исполнении являются



неремонтопригодными, и в случае выхода из строя подлежат замене. Остальные узлы системы ремонтпригодны и подлежат ремонту в условиях предприятия-изготовителя, а в случае невозможности или нецелесообразности такого ремонта – замене.

1.3.22. Габаритные размеры составных частей системы указаны в альбоме чертежей ТМБН.421453.001Д1.

1.3.23. Масса составных частей системы указана в Таблица 24.

Таблица 24. Масса составных частей системы

Наименование составной части системы	Масса, кг, не более
<b>Датчик</b>	
Датчик МВ-44, датчик серии ТМК-121-хх (без кабеля)	0,1
МВ-43, МВ-46, МВ-47 (без кабеля)	0,125
ДЧВ-2500 (без кабеля)	0,11
ТМК-172	0,1
ТМК-161-10 (без кабеля)	0,06
ТМК-163 (с кабелем длиной 3 м)	2,25
ТМК-164 (с кабелем длиной 3 м)	0,45
ТМК-165 (без штока, с кабелем длиной 0,5 м)	0,5
<b>ВИП</b>	
ТМК-223, ТМК-224, ТМК-266	0,5
ТМК-262, ТМК-263	0,55
ТМК-271, ТМК-272	0,4
<b>Контроллер</b>	
Измерительный контроллер ТМК-300	0,524
Табло ТМК-007Т	1,2
Модуль аналогового ввода типа I-7000	0,2
<b>Блок питания</b>	
TIS 300-124	1,4
TCL 120-124	0,44
ИБП UPS APC Smart 2U RACK MOUNT-1500VA	29
ИБП UPS APC Smart 2U RACK MOUNT-2200VA	43,64

<b>Наименование составной части системы</b>	<b>Масса, кг, не более</b>
ИБП UPS APC Smart 2U RACK MOUNT-3000VA	43,64
Модуль искрозащиты МИ-Вектор	0,2
Монтажный шкаф	105

1.3.24. Степень защиты составных частей системы по ГОСТ 14254 -96.

– датчики (кроме датчика угла наклона)	IP67
– датчик угла наклона	IP65
– датчик-преобразователь линейного перемещения	IP53
– ВИП	IP54
– контроллер	IP20
– устройство сбора данных и управления	IP20
– модуль искрозащиты	IP30

1.3.25. Средний срок службы системы 15 лет.

#### 1.4. Устройство и работа системы

- 1.4.1. Система ИС АСУ ТП «Вектор-М» представляет собой комплект сборочных узлов, выполняющий функции измерения и контроля параметров турбогенераторов и иного оборудования в стационарных контрольно-сигнальных системах.
- 1.4.2. Все узлы системы имеют стандартные унифицированные выходные сигналы с нормированными метрологическими характеристиками.
- 1.4.3. Конструктивное исполнение функциональных узлов системы позволяет собирать различные по назначению, составу и объему контролируемых параметров системы контроля.
- 1.4.4. Состав функциональных узлов системы обеспечивает измерение параметров в широком диапазоне значений и рабочих условий применения, имеет широкую номенклатуру типов датчиков, контроллера, вспомогательных узлов.
- 1.4.5. Наличие автономных каналов позволяет передавать результаты измерений в другие системы.
- 1.4.6. Контролируемый параметр измеряется и преобразуется датчиком в электрический сигнал, который подается на ВИП. Последний производит усиление сигнала и преобразование в унифицированный токовый сигнал.
- 1.4.7. Далее сигнал с выхода ВИП подается на КОС, где он фильтруется, оцифровывается, подвергается цифровой обработке, индицируется, сравнивается с уставками (уровнями контроля) и т.д. (В автономных ИК токовый сигнал с выхода вторичного преобразователя выводится на клеммник или на монтажную панель, и далее в стороннюю систему защиты или САУ).
- 1.4.8. Индикация неполадок и обрывов линии

Контроллеры каналов обеспечивают индикацию неполадок (обрыв, короткое замыкание) на линиях связи датчик–ВИП и ВИП–КОС. Система реализует индикацию следующих видов:

- визуальную (изменение состояния индикаторов на передней панели

соответствующего контроллера или устройства сбора и обработки данных);

- передачу сигналов на токовые выходы;
- передачу информации в компьютер, входящий в состав системы, для последующей обработки.

#### 1.4.9. Индикация превышения предельных значений измеряемых величин

Контроллеры и устройства сбора и обработки информации обеспечивают возможность сигнализации превышения измеряемыми величинами заранее заданных уровней (уставок):

- визуально (изменение состояния световых индикаторов на передней панели соответствующего контроллера или устройства сбора и обработки данных);
- путем передачи информации в компьютер, входящий в состав системы, для последующей обработки;
- путем включения встроенных реле, с целью передачи информации внешним исполнительным устройствам.

#### 1.5. Устройство и работа составных частей системы.

##### 1.5.1. Пьезоэлектрические вибропреобразователи (датчики) виброускорения типа МВ.

Чувствительным элементом датчика-вибропреобразователя является пьезоэлектрический элемент, преобразующий действующую на него силу в электрический заряд.

Заряд с вибропреобразователя поступает на вход ВИП.

Заряд усиливается, проходит через ФНЧ, или, в случае автономного канала, через полосовой фильтр, интегратор и фильтр расчета СКЗ, преобразуется в токовый сигнал.

Токовый сигнал передается в КОС для дальнейшей обработки, либо выводится на клеммник, или на монтажную панель (в автономных ИК).

### 1.5.2. Датчики-вибропреобразователи ТМК-121.

Датчики-вибропреобразователи ТМК-121 имеют принцип действия, основанный на изменении емкости и содержат в себе генератор амплитудный детектор и др. элементы в виде интегральной схемы. По габаритным, присоединительным размерам и электрическим характеристикам аналогичны пьезоэлектрическим. Вариант исполнения датчика ТМК-121-2 предназначен для измерений низкочастотной вибрации в диапазоне от 0,7 до 200 Гц. Вариант исполнения ТМК-121-3 преобразует виброускорение в сигнал стандарта ICP. Вариант исполнения ТМК-121-4 имеет зарядовый сигнальный выход.

**ВНИМАНИЕ! Не допускается установка датчиков серии ТМК-121 (кроме ТМК-121-4) в тех местах, где температура может хотя бы кратковременно превышать значение +125°C ! При необходимости измерения виброускорения в местах с более высокой температурой следует использовать ТМК-121-4 и другие пьезоэлектрические датчики.**

### 1.5.3. Датчики вихретоковые (ВТД) серии ТМК-161.

ВТД представляют собой катушку индуктивности, через которую протекает переменный электрический ток высокой частоты. Вследствие этого вокруг датчика создается переменное магнитное поле. Магнитное поле, в свою очередь, создает вихревые токи в металле контролируемого объекта, в результате чего часть электромагнитной энергии, поступающей в катушку, рассеивается в материале объекта в виде теплоты и безвозвратно теряется. Потери энергии тем выше, чем меньше расстояние между датчиком и контролируемым объектом. Вторичный преобразователь анализирует потери энергии и вырабатывает электрический сигнал, пропорциональный расстоянию между датчиком и контролируемым объектом.

### 1.5.4. Датчики относительного расширения серии ТМК-164.

Датчики относительного расширения предназначены для измерения смещения боковой контрольной поверхности в виде пояска («гребня»). Высокочастотное электромагнитное поле, генерируемое катушкой датчика, создает в металле вихревые токи. Ослабление электромагнитного поля датчика обратно пропорционально воздушному зазору между датчиком и объектом контроля.

#### 1.5.5. ВТД угла наклона серии ТМК-163.

ВТД серии ТМК-163 маятникового типа. Наклон поверхности определяется смещением чувствительного элемента датчика относительно маятника, который всегда находится в вертикальном положении. Длина маятника 100 мм. Демпфирование колебаний маятника относительно корпуса жидкостное. Усиление и преобразование сигнала датчика производится ВИП типа ТМК-266.

Чувствительный элемент датчика ТМК-163 вырабатывает напряжение пропорциональное углу наклона собственно измерительного преобразователя к горизонту. Это напряжение усиливается, нормализуется и преобразуется в токовый сигнал.

#### 1.5.6. Датчики линейного перемещения серии ТМК-165.

Датчики предназначены для измерения линейных перемещений деталей и узлов энергетического оборудования, в частности, теплового расширения корпуса турбины, выводе информации в цифровой форме на индикатор прибора, преобразования измеряемой величины в унифицированный сигнал постоянного тока и формирования сигнала отключения оборудования при достижении заданного предельного значения смещения. В состав датчика входит шток специальной конструкции, который перемещается внутри датчика. На штоке градуирована миллиметровая линейка, позволяющая легко установить нулевой положение и проверить работу датчика.

#### 1.5.7. Описание датчиков скорости вращения ТМК-172, ДЧВ-2500А

Датчик магнитоэлектронный ТМК-172 имеет импульсный выход типа «открытый коллектор».

Датчик ТМК-172 состоит из элемента Холла и магнитов. При сближении датчика с ферромагнитным предметом магниты вызывают намагничивание предмета, что, в свою очередь, приводит к срабатыванию элемента Холла.

Датчик ТМК-172 устанавливается в непосредственной близости от контролируемого объекта – вращающегося вала, имеющего, так называемую, метку (паз, шпонку или зубчатое колесо с известным количеством зубьев). В момент прохождения метки мимо датчика происходит переключение элемента Холла

(включение при прохождении шпонки, паза или зубца и выключение при свободном пространстве колеса или вала). Информация о состоянии элемента Холла поступает на исполнительную схему и передается на выход типа «открытый коллектор». Выход датчика подключается к вторичному измерительному преобразователю частоты вращения ТМК-272 или непосредственно к контроллеру через нагрузочный резистор, являющийся частью входной цепи вторичного преобразователя или контроллера. Через резистор на датчик подается напряжение, в результате чего через входную цепь преобразователя или контроллера будет протекать импульсный ток. Частота следования импульсов тока равна частоте следования меток и, следовательно, пропорциональна частоте вращения вала.

Датчик индукционный скорости вращения ДЧВ-2500А предназначены для преобразования скорости вращения вала установки в электрический сигнал переменного тока с частотой, пропорциональной скорости вращения вала.

Для измерения скорости вращения может также использоваться ВТД типа ТМК-161.

#### 1.5.8. Описание датчиков – преобразователей

Датчик-преобразователь ВК-318 предназначен для измерения относительных перемещений и для непрерывного контроля состояния оборудования.

#### 1.5.9. Вторичные измерительные преобразователи (ВИП).

1.5.9.1. ВИП типа ТМК-224 генерируют ток, пропорциональный заряду на входе и предназначены для работы с пьезодатчиками серии МВ и аналогичные им.

1.5.9.2. ВИП типа ТМК-223 генерируют ток, пропорциональный СКЗ виброскорости в стандартной полосе частот 10-1000 Гц, 10-100 Гц, 50-250 Гц;

1.5.9.3. ВИП типа ТМК-262, ТМК-263, ТМК-266 генерируют высокочастотные колебания в катушке датчика и, в зависимости от уровня их ослабления в токопроводящем материале (металле) контролируемого объекта, вырабатывает сигнал, пропорциональный



расстоянию до контролируемого объекта Данный сигнал преобразуется в цифровой код, который проходит математическую обработку и вновь преобразуется в аналоговую форму. Из полученного аналогового сигнала формируется выходной токовый измерительный сигнал стандарта 4-20 мА, пропорциональный размаху виброперемещения или осевому сдвигу (зазору между датчиком и контролируемым объектом).

1.5.9.4. ВИП частоты вращения ТМК-271 осуществляет преобразование сигнала с индукционных датчиков в выходной импульсный сигнал тока 1-5 мА, частота которого равна частоте следования меток. Входной сигнал с датчика поступает на ограничитель и ограничивается на уровне 1,5 В. Далее сигнал поступает на фильтр низких частот второго порядка. С выхода фильтра сигнал поступает на компаратор. С компаратора сигнал поступает на источник тока, управляемый напряжением, который выдает ток 1 мА или 5 мА, в зависимости от логического уровня на выходе компаратора.

1.5.9.5. ВИП типа ТМК-272 преобразует сигнал типа «открытый коллектор» с датчиками ТМК-172 (или датчиками холла) в токовый сигнал в диапазоне 0-5 мА.

1.5.10. Модуль искрозащиты

1.5.10.1. МИЗ типа «МИ-Вектор» применяются в качестве связанного электрооборудования и обеспечивают взрывозащиту вида «искробезопасная электрическая цепь i» уровня «ib» путем ограничения электрических параметров датчиков и вторичных измерительных преобразователей, располагаемых во взрывоопасных зонах категории IIC по ГОСТ 30852.9-2002 до искробезопасных значений.

1.5.10.2. МИЗ ограничивают токи питающих и сигнальных цепей вторичных преобразователей с сохранением метрологических характеристик измерительных каналов, а также обеспечивают защиту входных цепей оборудования, размещаемого во взрывоопасных зонах, от попадания на них напряжения промышленной сети в случае аварии.

### 1.5.11. Описание и работа контроллера ТМК-300.

#### 1.5.11.1. Контроллеры выполняют следующие функции:

- первичную обработку сигнала (преобразование и фильтрацию);
- преобразование сигнала в цифровую форму (аналого-цифровое преобразование);
- цифровую обработку сигнала для приведения амплитудно-частотной характеристики в соответствие с требованиями потребителя;
- вывод информации об условном обозначении канала измерения параметров;
- расчет измеряемой величины и вывод размерности величины;
- значение измеренной величины;
- индикацию измеренных значений величин на встроенном светодиодном 5-разрядном индикаторе;
- сравнение измеренных значений величин с заранее запрограммированными граничными значениями (уставками);
- индикацию превышения уставок на встроенных светодиодных дискретных индикаторах;
- определение и индикацию (в виде последовательно загорающихся и гаснущих сегментов) обрыва или короткого замыкания линий связи датчик - преобразователь или преобразователь – контроллер;
- Примечание: Канал измерения ТМК-002 с преобразователями и ТМК-224 не обеспечивает возможности индикации неполадок на линии связи датчик – преобразователь.
- передачу данных (значения измеренных величин, информация о превышении уставок, обрывов линии и др.) в управляющий компьютер в виде цифрового сигнала по стандартному интерфейсу RS-485 и USB – UART, а также другие системы диагностики, мониторинга, автоматизированного управления в виде аналогового токового сигнала;
- управление автоматикой защиты агрегата путем коммутации встроенных реле.

#### 1.5.11.2. В корпусе контроллера расположена процессорная плата, к

которой подключен блок индикации.

Процессорная плата имеет следующие функциональные блоки:

- блок цифровой обработки сигнала;
- оперативное запоминающее устройство (ОЗУ);
- блок энергонезависимой памяти (ПЗУ).

Структурная схема контроллера приведена на рисунке 2.

1.5.11.3. Блок цифровой обработки сигналов реализован на современном сигнальном процессоре Blackfin фирмы Analog Devices и выполняет следующие основные функции:

- непрерывное считывание выходного тока от вторичного измерительного преобразователя или преобразователя частоты вращения;
- обработку входных цифровых сигналов и преобразование их в мгновенные значения измеряемых параметров;
- расчет других параметров вибрации, указанных в разделе 1 настоящего Руководства;
- контроль выхода измеренных значений параметров за уставку;
- накопление мгновенных значений измеряемых параметров (осциллограммы), частотных зависимостей измеряемых параметров (спектры) и сохранение их в ОЗУ для последующей обработки и передачи внешним устройствам (например, рабочей станции пользователя);
- управление блоками интерфейсов и передача информации в другие устройства (компоненты измерительной системы);
- передачу информации в блок индикации для наглядного отображения данных.

1.5.11.4. В ПЗУ сохраняются настраиваемые пользователем параметры конфигурации и калибровочные коэффициенты.

1.5.11.5. Контроллер имеет встроенные программируемые реле типа «сухой контакт» (нормально разомкнутые). Реле предназначены для

коммутации цепей постоянного тока. Срабатывание любого из реле может быть запрограммировано по наступлению любого из событий (превышение какой-либо уставки или обрыв линии). Для защиты от случайного срабатывания может быть запрограммирована временная задержка срабатывания реле по наступлению события.

Программирование и перепрограммирование осуществляется на предприятии-изготовителе в соответствии с проектом.

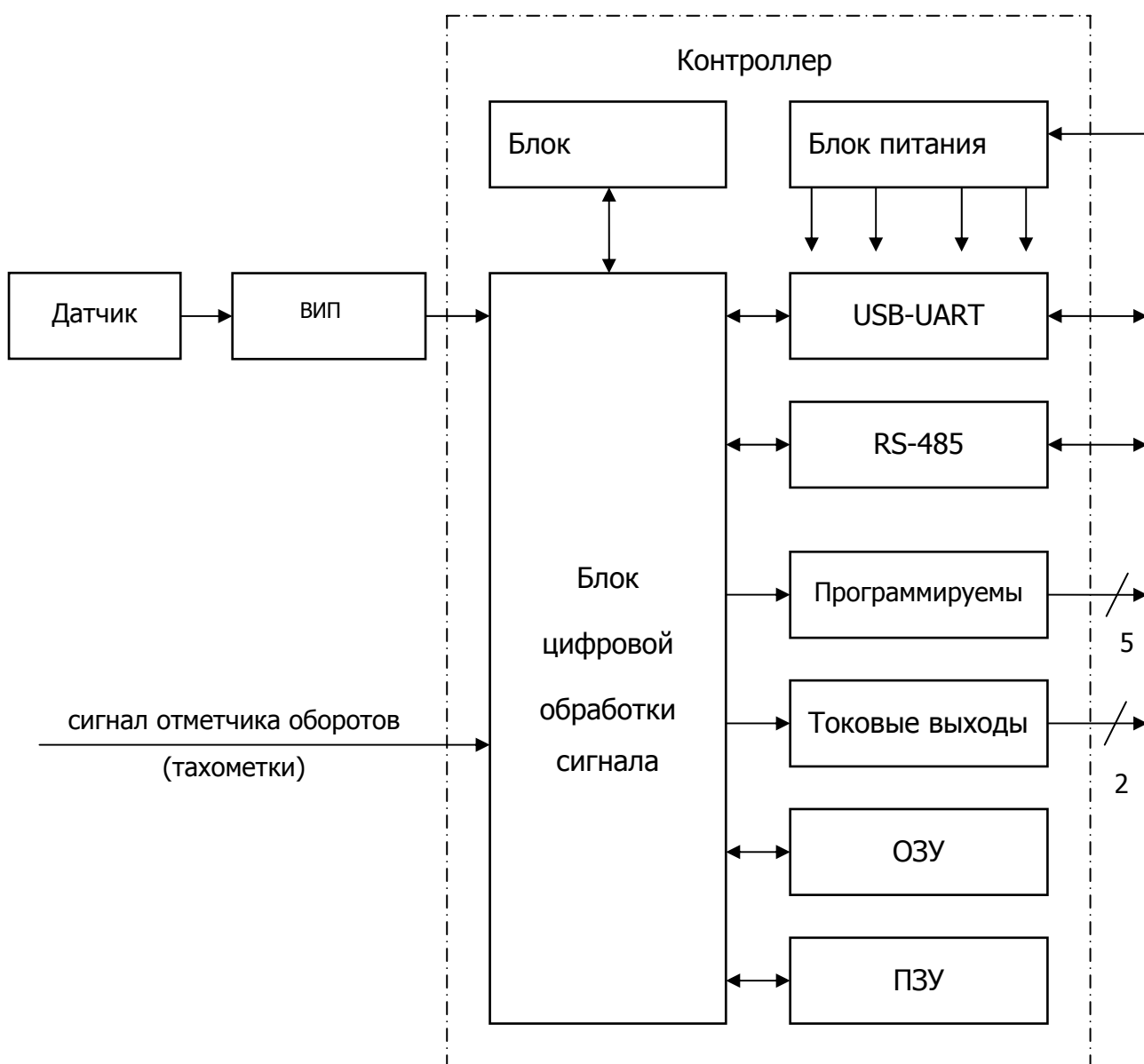


Рисунок 2. Структурная схема контроллера

1.5.11.6. Контроллер имеет два унифицированных токовых выхода. Каждый токовый выход можно запрограммировать так, чтобы выходной сигнал

был пропорционален измеряемой величине, а диапазон изменения тока соответствовал стандарту 0-5мА или 4-20мА. Параметры токовых выходов указываются в паспортах соответствующих измерительных каналов.

1.5.11.7. Связь контроллера с управляющим компьютером осуществляется через последовательный цифровой полудуплексный интерфейс стандарта RS-485 и USB-UART.

1.5.11.8. Контроллер связан с остальными частями системы через унифицированный 25-контактный штыревой соединитель.

Назначение контактов соединителя приведено в Таблица 25.

Таблица 25. Назначение контактов соединителя

№ контакта	Назначение контактов соединителей контроллеров	
	ТМК-300(кроме ТХ)	ТМК-300ТХ
1	Вход отметчика оборотов	Входной сигнал
2	Вход измерительного сигнала	Не используется
3	Питание входных цепей	
4	Не подключен	
5	Не подключен	
6	Сигнал (+) токового выхода 1	
7	Контакт 1 реле 1	
8	Контакт 1 реле 2	
9	Контакт 1 реле 3	Отметчик оборотов 1
10	Контакт 1 реле 4	Отметчик оборотов 2
11	Неинвертирующий (А) вход/выход интерфейса RS-485	
12	Вход питания +24В	
13	Общий питания	
14	Общий тахометра	Общий
15	Общий входа	
16	Общий (-) токового выхода 2	
17	Сигнал (+) токового выхода 2	
18	Общий (-) токового выхода 1	
19	Контакт 2 реле 1	
20	Контакт 2 реле 2	
21	Контакт 2 реле 3	Общий тахометра 1

22	Контакт 2 реле 4	Общий тахометра 2
23	Инвертирующий (В) вход/выход интерфейса RS-485	
24	Вход питания +24В	
25	Общий питания	

1.5.11.9. Блок индикации контроллера содержит следующие основные элементы:

- цифровой дисплей 5 - разрядного индикатора для отображения значения измеряемых параметров;
- светополоса индикации из одиннадцати светодиодов переменного свечения трех цветов, отображающая величину (норма, больше, меньше) или срабатывание уставок;
- жидкокристаллический индикатор (далее - ЖКИ) с отображением наименования канала, величины и единиц измерения параметра в две строки из 16 символов;
- панель управления из кнопок;
- индикаторы функционирования цифровых интерфейсов.

Внешний вид передней панели контроллера показан на рисунке 3.

1.5.11.10. Цифровой и ЖКИ дисплеи отображают строки символов, указанные в таблице 24, при этом отображаются данные канала, активного по конфигурации. Одновременно с отображением на цифровом и ЖКИ дисплее индикация измеряемого параметра дублируется при помощи светополосы на панели контроллера. Светополоса отображает измеряемый (вычисляемый) параметр в виде светящихся 11 светодиодов. Длина светополосы в тот или иной момент времени пропорциональна величине измеренного параметра в %, информация о котором в данный момент выводится на индикатор.

**1.5.11.11. ВНИМАНИЕ! Для индикации светополосы измеряемого (вычисляемого) параметра должны быть заданы уставки LR и HR для биполярных параметров и HR для однополярных параметров.**

Информация об уставках LR, L3, L2, L1, H1, H1, H3, HR содержится в п.1.5.16.5.

- 1.5.11.12. Для отображения положительных значений биполярных параметров отводится правая половина светополосы, диапазон отображаемых значений при этом принимается равным от 0 до значения уставки HR.
- 1.5.11.13. Для отображения отрицательных значений биполярных параметров отводится левая половина светополосы, диапазон отображаемых значений при этом принимается равным от значения уставки LR до 0.
- 1.5.11.14. Для отображения однополярного параметра отводится вся шкала, диапазон значений при этом принимается равным от 0 до значения уставки HR.
- 1.5.11.15. На светополосе всегда, кроме внештатных ситуаций в каналах горит хотя бы один светодиод: левый – при отображении однополярного параметра, один из двух светодиодов в середине светополосы – при отображении биполярного параметра.
- 1.5.11.16. При возникновении внештатных ситуаций индикация на светополосе представлена в виде мигающего жёлтого сигнала.
- 1.5.11.17. Изменение цвета и характера (мигает или горит непрерывно) индикации на светополосе происходит при фиксации события. Тип индикации на светополосе в зависимости от события, которое в настоящий момент активно, указан в Таблица 26.



Рисунок 3. Передняя панель контроллера

1. цифровой дисплей 5-разрядный индикатор;
2. светодиодная полоса индикации;
3. ЖКИ;
4. кнопки навигации ▲, ▼, ◀, ▶, ↶ ;
5. индикация Тахометр;
6. индикация RS-485;
7. гнездо для разъема USB-UART.

1.5.11.18. Основные действия по конфигурированию контроллера производятся через интерфейс USB посредством терминальной программы. Автономно доступно для редактирования только ограниченное число параметров. Основное назначение автономного управления — проверка правильности подключений и функционирования сигнализаций посредством эмуляции параметров и входного сигнала. Существуют три варианта проверки контроллера и его соединений: эмуляция параметра на токовый выход. Эмуляция должна происходить по постоянному току во всем диапазоне допустимых токов. Эмуляция срабатывания реле подразумевает чисто



проверку замыкания/размыкания. Эмуляция сигнала в измерительном канале. В этом режиме необходимо имитировать входной моногармонический сигнал с плавно изменяющейся амплитудой. Режим полезен для проверки последовательности возникновения событий в системе, отработки реле, проверки токовых выходов без необходимости подачи реального воздействия на датчик канала.

Таблица 26. Индикация событий на приборе

Цифровой индикатор	Информация на ЖКИ	Отображаемая информация	Значение символов	ПРИМЕР
<b>Канал измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002</b>				
<b>XX.X</b>	<b>AB YYYYYY VE XX.X MM/C *</b>	AB- название канала VE - параметр измерения, величина, единицы измерения	Значение СКЗ виброскорости в мм/с, измеренное каналом измерения абсолютной вибрации	<b>10.0</b> <b>AB</b> <b>VE 10.0 MM/C</b>
	<b>AB YYYYYY NV XX.X MM/C *</b>	AB- название канала NV - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение СКЗ низкочастотной виброскорости в мм/с, измеренное каналом измерения параметров абсолютной вибрации	<b>10.0</b> <b>AB</b> <b>NV 10.0 MM/C</b>
<b>XXX</b>	<b>AB YYYYYY SPP XXX MKM*</b>	AB- название канала SPP - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение размаха виброперемещения в мкм, измеренное каналом измерения параметров абсолютной вибрации	<b>100</b> <b>AB</b> <b>SPP 100 MKM</b>
<b>X.XX</b>	<b>AB YYYYYY AE X.XX M/C2*</b>	AB- название канала AE - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение СКЗ виброускорения в м/с <sup>2</sup> , измеренное каналом измерения параметров абсолютной вибрации	<b>0.01</b> <b>AB</b> <b>AE 0.01 M/C2</b>
<b>XX.X</b>	<b>AB YYYYYY VP XX.X MM/C *</b>	AB- название канала VP - параметр измерения, величина, единицы измерения	амплитуда виброскорости в мм/с, измеренное каналом измерения параметров абсолютной вибрации	<b>10.0</b> <b>AB</b> <b>VP 10.0 MM/C</b>

Цифровой индикатор	Информация на ЖКИ	Отображаемая информация	Значение символов	ПРИМЕР
<b>Канал измерения параметров относительной вибрации ТМК-006 ОВ</b>				
<b>XX</b>	<b>ОВ YYYYYY SPP XXX МКМ**</b>	ОВ- название канала SPP - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение размаха виброперемещения в мкм, измеренное каналом измерения параметров относительной вибрации	<b>100</b> <b>ОВ</b> <b>SPP 100 МКМ</b>
	<b>ОВ YYYYYY SP XXX МКМ**</b>	ОВ- название канала SP - параметр измерения, величина, единицы измерения	амплитуда виброперемещения в мкм, измеренное каналом относительной вибрации	<b>100</b> <b>ОВ</b> <b>SP 100 МКМ</b>
<b>XXXX</b>	<b>ОВ YYYYYY Z XXXX МКМ</b>	ОВ- название канала Z - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение зазора (расстояние от датчика до металла) в мкм, измеренное каналом измерения параметров относительной вибрации	<b>1000</b> <b>ОВ</b> <b>Z 1000 МКМ</b>
<b>Канал измерения искривления вала ТМК-006 ИВ</b>				
<b>XXX</b>	<b>ИВ YYYYYY SIB XXX МКМ**</b>	ИВ- название канала SIB - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение измерений искривлений (боя) вала, мкм	<b>100</b> <b>ИВ</b> <b>SIB 100 МКМ</b>
<b>X.XX</b>	<b>ИВ YYYYYY Z X.XX МКМ</b>	ИВ - название канала Z - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение измерения зазора, мм	<b>1.00</b> <b>ИВ</b> <b>Z 1.00 МКМ</b>

Цифровой индикатор	Информация на ЖКИ	Отображаемая информация	Значение символов	ПРИМЕР
<b>Канал измерения параметров осевого сдвига ТМК-006 ОС</b>				
<b>XXXX</b>	<b>YYYYYY</b> <b>ZOCXXXX МКМ**</b>	ZOC - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение измерения осевого сдвига, мкм	<b>1000</b> <b>ZOC 1000 МКМ</b>
<b>X.XX</b>	<b>YYYYYY</b> <b>ZOC X.XX ММ**</b>	ZOC - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение измерения осевого сдвига, мм	<b>1.00</b> <b>ZOC 1.00 ММ</b>
<b>X.X</b>	<b>YYYYYY</b> <b>ZOC X.X ММ**</b>	ZOC - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение измерения осевого сдвига, мм	<b>1.0</b> <b>ZOC 1.0 ММ</b>
<b>Канал измерения относительного расширения ТМК-006 ОР</b> <b>Канал измерения линейного перемещения ТМК-006 ЛП</b> <b>Канал измерения поперечного перемещения ТМК-006 ПП</b> <b>Канал измерения углового положения ротора ТМК-006 ПР</b>				
<b>XX.XX</b>	<b>YYYYYY</b> <b>OPP XX.XX ММ**</b>	OPP - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение измерений относительного расширения, мм	<b>10.00</b> <b>OPP 10.00 ММ</b>
			значение измерений линейного	
	<b>YYYYYY</b>	ЛП - параметр измерения, величина, единицы		<b>100.0</b>

Цифровой индикатор	Информация на ЖКИ	Отображаемая информация	Значение символов	ПРИМЕР
	<b>ЛП XXX.X MM**</b>	измерения	расширения, мм	<b>ЛП 100.0 MM</b>
	<b>YYYYYY ПП XX.XX MM**</b>	ПП - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение измерений поперечного перемещения, мм	<b>10.00 ПП 10.00 MM</b>
	<b>YYYYYY ПР X.XX MM**</b>	ПР - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение измерений положения (углового) ротора, мм	<b>1.00 ПР 1.00 MM</b>
<b>Канал измерения угла наклона ТМК-006 УН</b>				
<b>X.X</b>	<b>YYYYYY УН XX.XX MM/M**</b>	УН - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение измерений угла наклона, мм/м	<b>1.0 УН 1.0 MM/M</b>
<b>Канал измерения частоты вращения ТМК-007</b>				
<b>X</b>	<b>TAX YYYYYYY F X RPM</b>	TAX - название канала F - параметр измерения, величина, единицы измерения	значение частоты вращения, об/мин	<b>0 TAX F 0 RPM</b>
<b>Другие функции</b>				
	<b>RS485 XXXXXX</b>	название протокола передачи данных по интерфейсу		<i>RS485 MODBUS</i>

Цифровой индикатор	Информация на ЖКИ	Отображаемая информация	Значение символов	ПРИМЕР
		RS-485		
	<b>RS485ADR XXX</b>	адрес прибора в сети		<i>RS485ADR 124</i>
	<b>RS485 XXXXXX</b>	скорость обмена по интерфейсу RS-485		<i>RS485 57600</i>
<b>-----</b>	<b>XX ОБРЫВ **</b> <b>ОШИБКА</b>	обрыв датчика канала типа XX измерения		<b>---</b> <b>--</b> <b>АВ ОБРЫВ</b> <b>ОШИБКА</b>
<p>Примечания:</p> <p>* – при возникновении нештатных ситуаций вместо значения параметра на дисплее отображается информация, описанная в последних четырех строках таблицы;</p> <p>** – только для каналов измерения осевого сдвига, параметров относительной вибрации, относительного виброперемещения</p>				

#### 1.5.12. Канал измерения активной мощности

1.5.12.1. Устройство сбора данных и управления – одноканальный модуль аналогового ввода серии I-7000.

1.5.12.2. Серия I-7000 представляет собой семейство модулей по управлению и сбору данных, обеспечивающих АЦП, ЦАП, цифрового ввода/вывода, таймер/счетчик и другие функции. Модули могут удаленно управляться, пользуясь набором команд, который мы называем протоколом DCON. Взаимодействие между модулем и хостом происходит в формате ASCII через последовательную шину RS-485. Скорость передачи данных можно задавать до 115.2 Кбит/с.

#### 1.5.13. Цифровые интерфейсы

1.5.13.1. Цифровой интерфейс RS-485 предназначен для связи прибора с другими устройствами (аналогичными приборами, управляющими компьютером и т.п.). К одной шине RS-485 может быть подключено до 32 устройств.

1.5.13.2. Последовательный интерфейс USB-UART предназначен для получения дополнительных диагностических параметров о состоянии контролируемого агрегата, а так же для конфигурирования и программирования контроллера.

#### 1.5.14. Шкаф монтажный с разводкой

1.5.14.1. Шкаф предназначается для размещения измерительных контроллеров каналов системы «Вектор», промышленного контроллера верхнего уровня и другого оборудования.

1.5.14.2. Шкаф штатно комплектуется:

- клеммными колодками для подключения внешних цепей;
- DIN-рейками для установки вторичных блоков, клеммников и других устройств;
- источниками питания с двойным и тройным дублированием;

- вентиляторами для создания избыточного давления.

1.5.14.3. По требованию заказчика шкаф может быть укомплектован:

- контролем температурного поля;
- подсветкой шкафа;
- реле на открытие шкафа.

1.5.14.4. Схема соединений системы показана на рисунке 4.

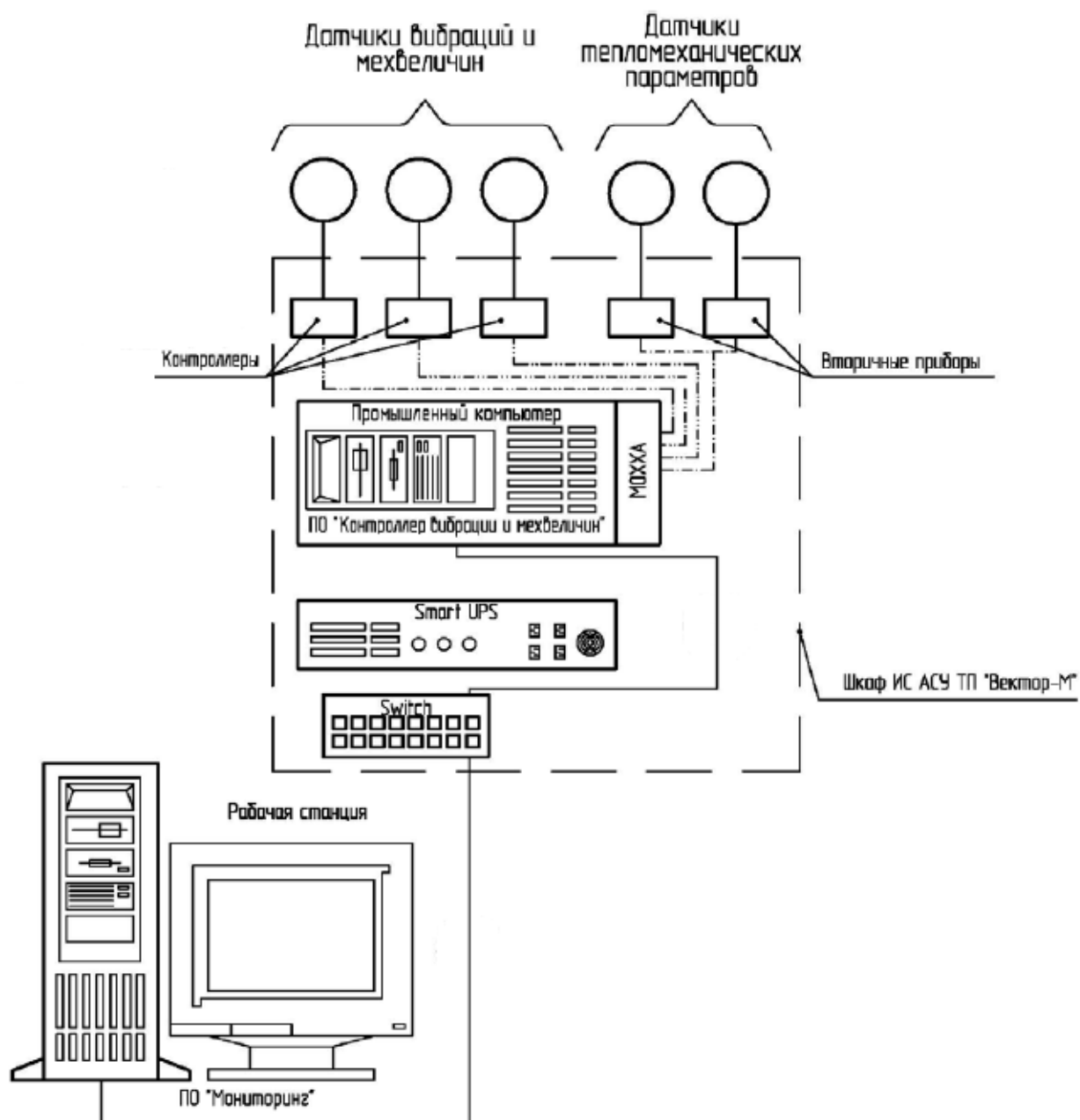


Рисунок 4. Схема соединений системы



## 1.5.15. Питание системы.

1.5.15.1. Питание шкафа осуществляется от сети электропитания 220В.

1.5.15.2. Структурная схема питания системы показана на рисунке 5.

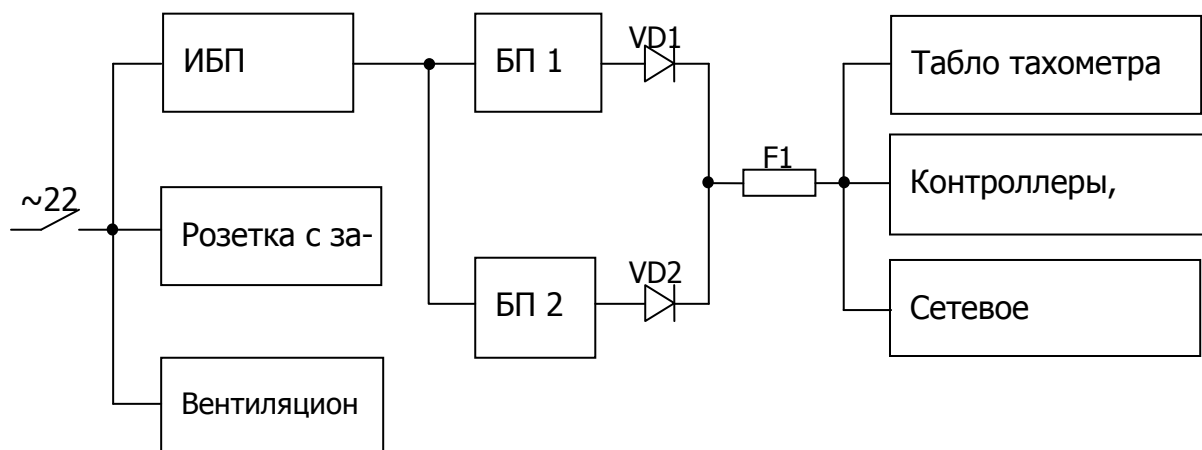


Рисунок 5. Структурная схема питания системы ИС АСУ ТП «Вектор-М»

1.5.15.3. Питание вентиляционной панели и розетки в шкафу осуществляется от отдельного ввода питания через автомат (так называемая «сервисная сеть»).

1.5.15.4. Запитка приборов (блоков питания TIS 300-124, табло тахометра, преобразователей, контроллеров и другого сетевого оборудования) производится через источники бесперебойного питания.

1.5.15.5. Источник бесперебойного питания обеспечивает аппаратуру питанием переменного тока при полной потере напряжения питания шкафа на время не менее 30 минут, необходимое для принятия мер по устранению отсутствия напряжения.

1.5.15.6. Блоки питания предназначены для обеспечения измерительных каналов системы бесперебойным электропитанием постоянного тока напряжением 24 В.

1.5.16. Описание встроенного программного обеспечения.

1.5.16.1. Система работает под управлением встроенного

микропроцессорного программного обеспечения (далее - МПО), которое находится в микросхеме Flash-памяти.

- 1.5.16.2. Для формирования и конфигурирования МПО существует специализированное программное обеспечение EVECTOR.
- 1.5.16.3. МПО может обновляться, дополняться и изменяться по мере расширения возможностей системы.
- 1.5.16.4. Для контроля выхода измеренных значений параметров за уставку в МПО реализован событийный принцип работы.
- 1.5.16.5. Событие – это выход за уставку значения параметра, измеряемого (вычисляемого) одним измерительным каналом. Тип событий в зависимости от условия, при которых оно произошло, указан в Таблица 27.

Таблица 27. Типы событий

Условное обозначение события	Условное название события	Условие, при котором фиксируется событие	Индикация на светополосе	Размер светополосы
ELR	Выход за диапазон -	$Par \leq LR$	мигающий красный	один левый светодиод
EL3	Останов	$LR < Par \leq L3$	мигающий красный	Пропорционально отображаемому параметру
EL2	Авария	$L3 < Par \leq L2$	светится красным цветом	
EL1	Предупреждение	$L2 < Par \leq L1$	светится желтым цветом	
EN0	Норма	$L1 < Par < H1$	светится зеленым цветом	
		$0 \leq Par < H1$ , если L1, L2, L3 и LR отсутствуют если все уставки отсутствуют и нет статуса достоверности		
EH1	Предупреждение	$Par \geq H1$	светится желтым	

	+		цветом	
EH2	Авария+	$H3 > Par \geq H2$	светится красным цветом	
EH3	Останов+	$HR > Par \geq H3$	мигающий красный	
EHR	Выход за диапазон +	$Par \geq HR$	мигающий красный	один правый светодиод
ERR	Недостоверность	статус недостоверности измерительного канала	отсутствует	

*Примечание:*

**Par** – значение измеренного (рассчитанного) параметра

*LR, L3, L2, L1, H1, H2, H3, HR – условное обозначение уставки*

*\* - статус достоверности фиксируется, если:*

*для канала типа T в качестве тахометрического импульса используется аналоговый вход контроллера и ток на входе ниже порогового значения или отсутствует (обрыв линии), определяемого конфигурацией контроллера;*

*для других каналов определяется всегда, если ток на входе ниже порогового значения или отсутствует (обрыв линии), определяемого конфигурацией контроллера.*

1.5.16.6. Групповое событие — это событие, фиксируемое при истинности логического выражения, объединяющего события по отдельным параметрам различных каналов прибора. Логическое выражение объединяет события по отдельным параметрам при помощи булевых операций.

1.5.16.7. Каждому измеряемому параметру по каждому из каналов назначается свой набор событий.

1.5.16.8. Параметры событий (групповых событий) программируются в процессе изготовления системы в соответствии с его комплектацией и требованиями заказчика, а также могут быть изменены пользователем самостоятельно.

1.5.16.9. Другие возможности микропроцессорного программного обеспечения, система команд, внутренние регистры, форматы файлов и

методика настройки и конфигурирования системы подробно описаны в Руководстве пользователя ТМБН.411135.003Д1.

#### 1.5.17. Программа для конфигурирования EVECTOR

1.5.17.1. В комплект поставки системы входит программа EVECTOR, которая позволяет изменять по требованию заказчика или заказчиком самостоятельно конфигурацию контроллера, в том числе следующие параметры:

- коэффициенты преобразования датчиков (вибропреобразователей) в случае их замены;
- калибровочные характеристики каналов с вихретоковыми датчиками;
- частотные и динамические диапазоны по каналам;
- уставки;
- логику защиты;
- параметры аналоговых выходов;
- параметры архивирования и черный ящик;
- параметры индикации.

1.5.17.2. Программа EVECTOR должна быть установлена на компьютере пользователя, и он должен быть подключен к контроллеру по интерфейсу USB-UART.

1.5.17.3. **ВНИМАНИЕ!** Ответственность за все изменения, внесенные в конфигурацию системы, несет заказчик!

1.5.17.4. Подробное описание работы с программой EVECTOR приведено в Руководстве пользователя ТМБН.411135.003Д1.

#### 1.5.18. Описание составных частей верхнего уровня системы.

1.5.18.1. OPC Server Innovation - OPC DA/HDA сервер, предназначен для выполнения следующих функций:

- сбора текущих (Data Access) данных;
- хранения архивных (Historical Data Access) данных с контроллеров

"Вектор-М";

- передача архивных и текущих данных, полученных по протоколу Modbus RTU, для предоставления их OPC-клиентам посредством протокола OPC основанного на технологии DCOM (ПТК "Мониторинг", ПТК "АРМ диагноста") на верхний уровень системы.
- сбора данных с контроллеров тепломеханических параметров –внешних контроллеров и устройств, поддерживающих стандартные протоколы обмена (RS-232, RS-485, OPC, DDE/DCOM, SQL/ODBC и т.д.);

1.5.18.2. ПТК «Мониторинг» предназначен для выполнения следующих функций:

- обработки и анализа поступающих данных;
- осуществления функций сигнализаций и защит по различным условиям;
- сохранение данных в локальном и глобальном архиве ("СПАД");
- ведение журнала событий;
- сохранение данных в SQL-совместимой базе данных («FireBird»), MS SQL и др.;
- передача данных по сетевому интерфейсу на компьютеры верхнего уровня;
- формирование внешнего вида представления данных (экранного интерфейса) с удаленного объекта (агрегата) для каждого авторизованного пользователя;
- передача данных по защищенным каналам посредством среды интернет внешним авторизованным пользователям («АРМ диагноста»);
- обработки и анализа поступающих данных по различным алгоритмам;
- настройки каналов измерения параметров вибрации.

1.5.18.3. ПТК «АРМ Диагноста» предназначен для выполнения следующих функций:

- подключения к ПТК «OPC Server Innovation», ПТК «Мониторинг» и получения данных по запросу пользователя;
- обработки и анализа поступающих данных по различным алгоритмам;
- отображения обработанных данных в графическом виде, необходимом

пользователю;

- формирования результирующих отчетов в электронной и печатной форме.

## 1.6. Маркировка системы

1.6.1. Маркировка составных частей системы наносится способом, обеспечивающим ее отчетливое восприятие невооруженным глазом и сохранность в течение всего срока службы.

1.6.2. Маркировка датчика содержит наименование (тип) датчика, его заводской номер, маркировку взрывозащиты.

1.6.3. Маркировка преобразователя содержит:

- условное обозначение;
- заводской номер;
- дату выпуска;
- наименование или товарный знак предприятие-изготовителя;
- номера и условные обозначения контактов входных и выходных цепей;
- маркировку взрывозащиты;
- искробезопасные параметры;
- наименование органа по сертификации взрывозащищенного оборудования и номер сертификата;
- знак утверждения типа средств измерений.

1.6.4. Маркировка МИЗ содержит:

- условное обозначение;
- заводской номер;
- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- схему подключения модуля искрозащиты;
- маркировку взрывозащиты;
- искробезопасные параметры модуля искрозащиты;
- степень защиты по ГОСТ 14254 (IP30);
- наименование органа по сертификации взрывозащищенного оборудования и номер сертификата;

- дата выпуска (год и месяц).

1.6.5. Маркировка контроллера содержит:

- условное обозначение;
- заводской номер;
- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак утверждения типа;
- дата выпуска (год и месяц).

1.6.6. Маркировка транспортной тары по ГОСТ 14192-77. Манипуляционные знаки №1 и №3 наносятся в левом верхнем углу на одной из боковых сторон ящика.

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1. Порядок установки и монтажа системы

2.1.1. При выполнении работ по установке и монтажу системы необходимо руководствоваться «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и настоящим руководством по эксплуатации.

2.1.2. Шкафы, секции и блоки питания необходимо подключить к общей шине заземления.

2.1.3. Установка и монтаж системы производится по проекту, разработанному предприятием «ГК Инновация».

2.1.4. В состав проекта входят:

- общий вид (лицевая панель) монтажного шкафа;
- схема установки датчиков, вторичных преобразователей, МИЗ (для системы во взрывозащищенном исполнении), контроллеров, коробок на оборудовании;
- схемы электрические принципиальные секций;
- чертежи жгутов монтажного шкафа;
- схемы подключений секций в монтажном шкафу;
- схемы внешних соединений датчиков, преобразователей, модулей искрозащиты (для системы во взрывозащищенном исполнении), монтажного шкафа.

2.1.5. Установка вибропреобразователей пьезоэлектрических типа МВ

2.1.5.1. Пьезоэлектрические вибропреобразователи (далее - датчики) МВ-43-10, МВ-44-2, МВ-46 и МВ-47 устанавливаются на неподвижных частях контролируемого агрегата (как правило, на опорах подшипников) и жестко закрепляются при помощи винтов, входящих в комплект поставки датчиков, как показано на рисунке 6. Момент затяжки винтов должен быть не менее 2 Н·м. Затяжку винтов следует проводить поочередно, в несколько приемов. После затяжки винты следует



законтировать.

2.1.5.2. Установочная поверхность, на которой закрепляются датчики, должна соответствовать следующим требованиям:

- неплоскостность, мм, не более – 0,02;
- шероховатость (Ra), мкм, не более – 3,2;
- неперпендикулярность резьбовых отверстий, мм, не более – 0,03.

2.1.5.3. Перед установкой датчиков на установочной поверхности должны быть выполнены отверстия с резьбой М4, нарезанной на глубину не менее 10 мм. Центры отверстий должны быть расположены на окружности диаметром  $30,6 \pm 0,1$  мм под углом  $120^\circ$  друг к другу.

2.1.5.4. **ВНИМАНИЕ!** Сопрягаемые поверхности датчика и объекта непосредственно перед установкой должны быть тщательно очищены и промыты бензином либо иным органическим растворителем.

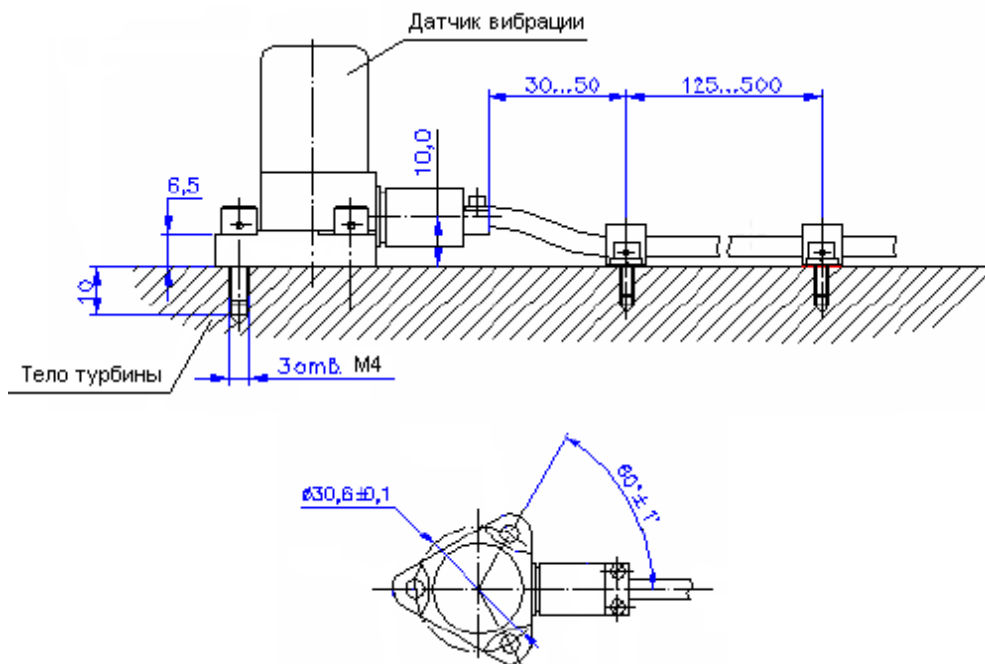


Рисунок 6. Пример установки датчика МВ

2.1.5.5. При необходимости измерения параметров вибрации в двух или трех взаимно перпендикулярных направлениях следует устанавливать несколько датчиков. При этом рекомендуется использовать монтажный кубик, закрепляемый в точке, в которой проводится измерение

параметров вибрации, рисунок 7. В месте установки кубика должно быть выполнено отверстие с резьбой М12, нарезанной на глубину не менее 20 мм. Поверхность, на которую устанавливается кубик, должна быть подготовлена.

2.1.5.6. При прокладке кабелей от датчиков к контроллеру необходимо жёстко закреплять кабели к неподвижным частям оборудования при помощи хомутов или иным способом. Расстояние между соседними точками крепления кабеля должно находиться в пределах 125 – 500 мм. При этом первая точка крепления кабеля должна быть жёстко связана с установочной плоскостью объекта и находиться на расстоянии 30 – 50 мм (в зависимости от конструктивных особенностей используемого датчика). Радиус изгиба кабеля в любой из точек его прокладки должен быть не менее 100 мм.

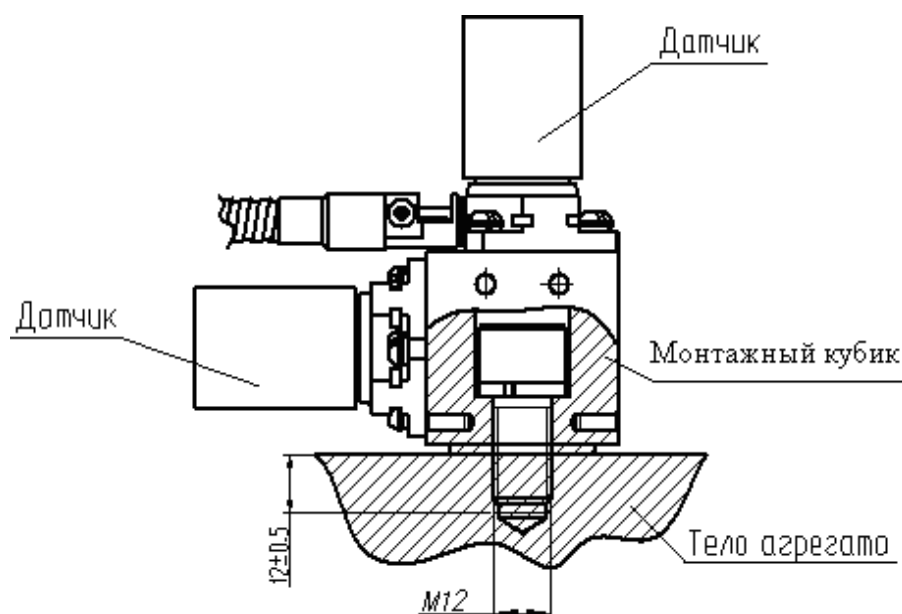


Рисунок 7. Установка нескольких датчиков при помощи монтажного кубика

2.1.5.7. Для удобства монтажа и технического обслуживания датчиков допускается использовать удлинительный жгут, при этом используется исполнение вибропреобразователя с розеткой 2РМ.

## 2.1.6. Установка датчиков электронных ТМК-121

2.1.6.1. Электронные датчики устанавливаются аналогично

пьезоэлектрическим, с теми же требованиями к разметке и подготовке поверхностей и т.д. При этом расстояние между точками крепления кабеля может быть больше, чем для пьезоэлектрических датчиков и определяется лишь необходимостью защиты кабеля от внешних механических повреждений.

2.1.6.2. Для удобства монтажа и технического обслуживания датчика допускается использовать удлинительный жгут, при этом используется исполнение датчика с розеткой 2РМ.

#### 2.1.7. Установка датчиков вихретоковых серии ТМК-161

2.1.7.1. Датчики относительной вибрации (ОВ), осевого сдвига (ОС) и искривления вала (ИВ) представляют собой металлический цилиндр с диэлектрическим наконечником с одной стороны и выходом кабеля с другой стороны.

2.1.7.2. Датчики устанавливаются таким образом, чтобы расстояние между торцом датчика и контролируемой поверхностью было равным установочному зазору, который зависит от металла контролируемого объекта, Таблица 28.

Таблица 28. Рекомендуемые установочные зазоры для датчиков ТМК-161

Марка металла ротора	Рекомендуемый* установочный зазор $Z_{уст}$ , мм, для датчика			
	ТМК-161-10 для канала		ТМК-161-16 для канала	
	типа С	типа D	типа С	типа D
Сталь 45	1,2±0,1		1,5±0,1	2,4±0,1
20Х13	1,2±0,1		1,5±0,1	2,4±0,1
38ХНЗМФА	1±0,1	1,2±0,1	1,5±0,1	2,4±0,1
40ХН	1±0,1	1,2±0,1	1,5±0,1	2,4±0,1
40ХН2МА	1,2±0,1		1,5±0,1	2,4±0,1
АМг6	1±0,05		1,25±0,05	
Д16	1±0,05		1,25±0,05	

Примечание: \* - указанные значения установочного зазора используются, если оно не указано в проекте.

***ВНИМАНИЕ!*** *Выбирать отличное от рекомендованного значение установочного зазора допускается только при наличии точных данных о расположении страховочных элементов вала!*

2.1.7.3. Вихретоковые датчики для измерения относительной вибрации серии ТМК-161 устанавливаются в верхнем вкладыше подшипника. Значение зазора между датчиком и валом может быть любым, в пределах от 0,2 до 1,8 мм, но выбирается с запасом исходя из диапазона измеряемых виброперемещений, характерных для данного конкретного типа оборудования и данной точки измерения. Установка зазора датчика производится по выходному сигналу преобразователя, когда верхний вкладыш находится на роторе. Датчик ввинчивается в подшипник до положения, когда ток на выходе контроллера или по индикации контроллера достигает значения равного установочному зазору. В таком положении датчик закрепляется.

2.1.7.4. При измерении осевого сдвига датчики серии ТМК-161 устанавливаются на корпус турбины при помощи кронштейна, снабженного резьбой М16х1, при этом ось датчика должна быть направлена вдоль оси вала. Возможны и другие способы крепления датчиков. Пример установки датчика приведен на рисунке 8.

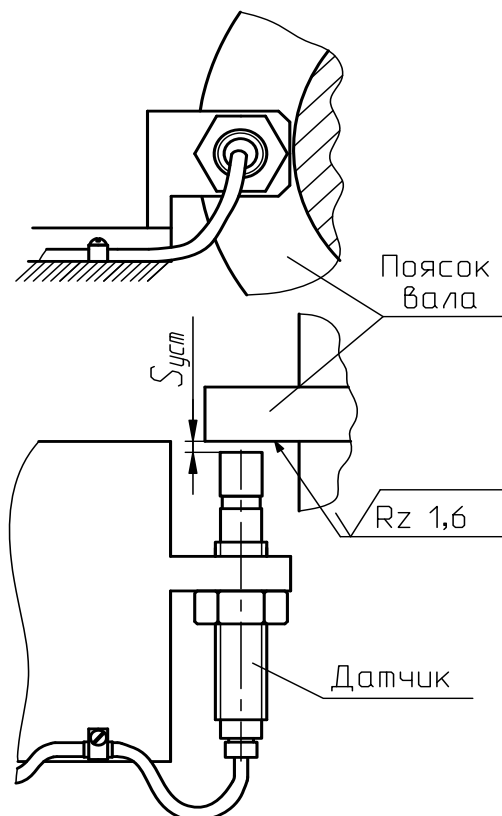


Рисунок 8. Пример установки датчика при измерении осевого сдвига<sup>1</sup>

2.1.7.5. Монтаж датчиков проводить в следующей последовательности:

1. ввернуть корпус датчика в резьбовое отверстие в неподвижной части объекта контроля, таким образом, чтобы было исключено его самопроизвольное смещение;
2. подсоединить датчик к соответствующим клеммам преобразователя; вращая датчик установить начальный зазор между датчиком и контролируемой поверхностью;
3. законтрить положение датчика гайкой.

2.1.7.6. Для измерительного канала настроенного на токовый выход установленный зазор можно определить по величине тока на выходе.

2.1.7.7. При измерении искривления вала датчики серии ТМК-161

---

<sup>1</sup> Су<sub>ст</sub> – установочный зазор

устанавливаются таким образом, чтобы расстояние между торцом датчика и контролируемой поверхностью было равным установочному зазору, рисунок 9.

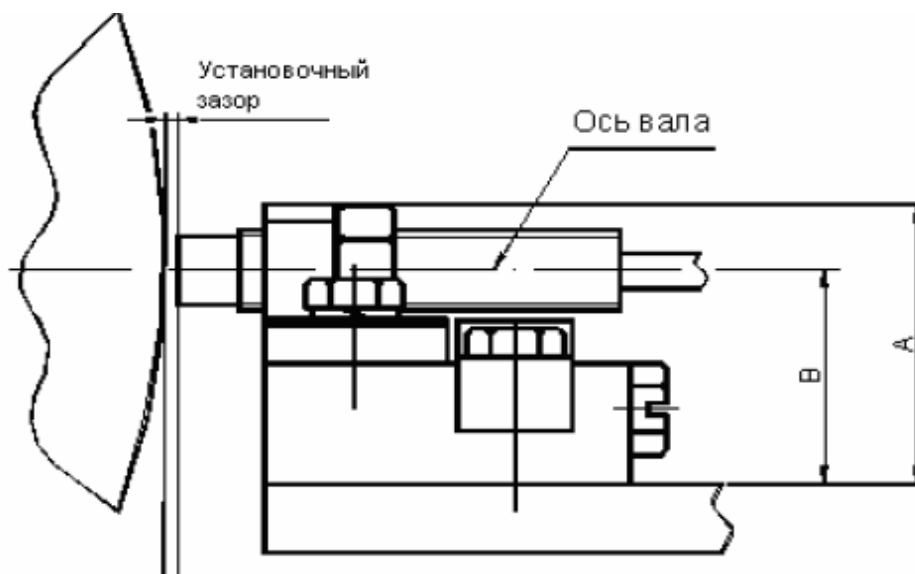


Рисунок 9. Пример установки датчика при измерении искривления вала

#### 2.1.8. Установка датчиков ТМК-164.

2.1.8.1. Датчики измерения относительного расширения ротора (ОР) представляют собой прямоугольную неразбираемую коробку, с торца которой выходит кабель, измерительная часть расположена спереди, а отверстия для крепления сзади.

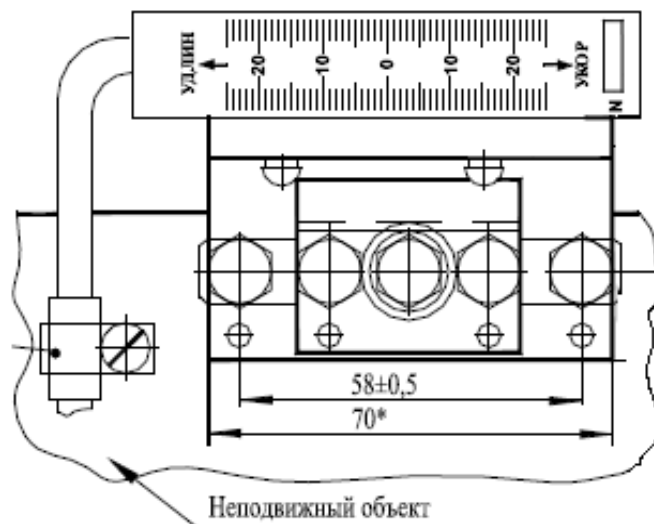


Рисунок 10. Датчик ТМК-164

2.1.8.2. Начальное положение датчика ТМК-164, относительно пояска, определяется положением нулевой отметки на шкале прибора блоков контроля, рисунок 11.

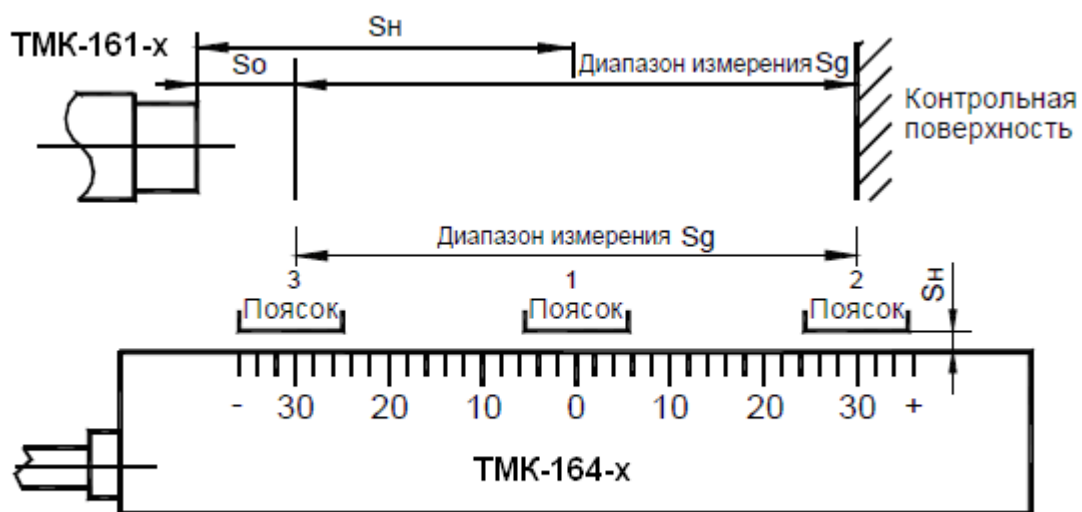


Рисунок 11. Начальное положение датчика ТМК-164

- 1 – Нулевое положение «пояска» ротора;
- 2 – Положение «пояска» в удлиненном состоянии ротора;
- 3 – Положение «пояска» в укороченном состоянии ротора;
- S – зазор, мм (%);



$S_H$  – начальный (установочный) зазор;

$S_0$  – нулевой зазор (начала диапазона измерения);

$S_d$  – диапазон измерения.

- 2.1.8.3. Подать напряжение на преобразователь. С помощью механизма установки и часового индикатора, изменяя положение датчика относительно контрольной поверхности, проверить диапазон и погрешность измерения.
- 2.1.8.4. Из-за различия в марке металла и размерах контрольной поверхности калибровочного стенда и ротора, выходная характеристика преобразователя должна быть скорректирована в пределах допустимой основной погрешности.
- 2.1.8.5. После проверки датчик устанавливается в начальное, установочное положение.
- 2.1.9. Установка датчиков серии ТМК-165.
- 2.1.9.1. Датчики измерения линейного перемещения (ЛП) представляют собой прямоугольную коробку, через которую проходит средство измерения - линейка.
- 2.1.9.2. Датчики серии ТМК-165 с линейками измерения представлены на рисунках 14, 15, 16 соответственно.
- 2.1.9.3. Закрепить датчик на фундаменте, а поводок штока - на корпусе холодной турбины таким образом, чтобы шток был задвинут в корпус датчика до нулевой отметки на шкале штока.
- 2.1.9.4. Датчик должен быть установлен таким образом, чтобы при тепловом расширении корпуса турбины шток выдвигался из корпуса датчика. Подключить его к преобразователю.
- 2.1.9.5. Для крепления штока к контрольной поверхности на штоке предусмотрен механизм упрощающий монтаж датчика.

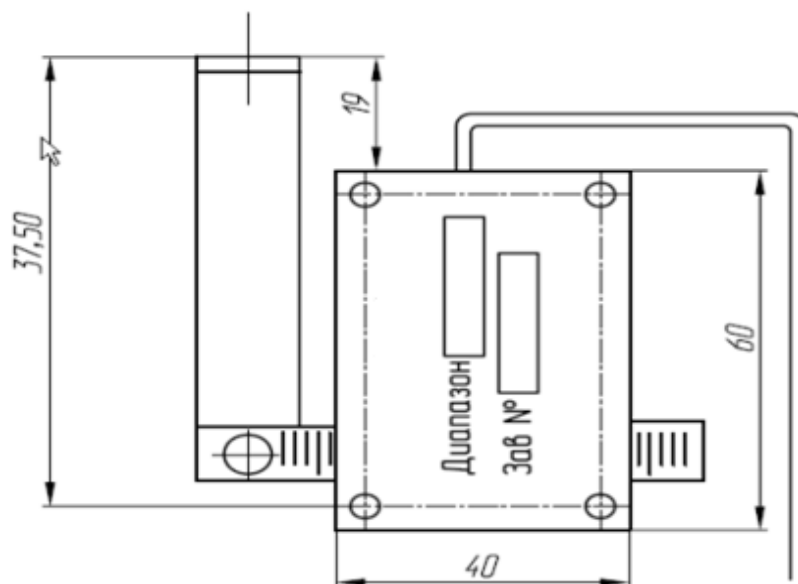


Рисунок 12. Датчик ТМК-165

- 2.1.9.6. Датчики пассивные и требуют подключение к преобразователю.
- 2.1.9.7. Включить устройство. Время прогрева при установке нуля не менее 5 минут.
- 2.1.9.8. Проверить установку нулевого положения штока преобразователя.
- 2.1.9.9. В случае несовпадения нулевого показания прибора с установленным нулевым положением штока – произвести корректировку преобразователя.
- 2.1.9.10. Совпадение нулевого положения штока с нулевым показанием прибора на блоке – обязательно.
- 2.1.9.11. При установке начального положения объект контроля должен находится в холодном состоянии.
- 2.1.9.12. После установки начального положения окончательно закрепить шток датчика, преобразователь, кабель, застопорить болты.
- 2.1.9.13. Соединительный кабель датчика помещен в металлорукав,

защищающий радиочастотный кабель от механических повреждений.

#### 2.1.10. Установка индукционных датчиков ДЧВ-2500

2.1.10.1. Индукционный датчик устанавливается в отверстие, выполненное в радиальном направлении к оси вращения шестерни-модулятора напротив середины ширины ее зубьев. Датчик должен свободно вворачиваться в отверстие «от руки» без заеданий и применения инструмента.

2.1.10.2. Установку датчика следует производить так, чтобы гарантированный минимальный зазор (с учетом биения шестерни) между вершинами зубьев шестерни-модулятора и торцом датчика составлял не менее 0,3 мм, при этом максимальный зазор не должен превышать 1,3 мм.

2.1.10.3. В случае отсутствия возможности прямого контроля зазора допускается производить установку по следующей методике:

- установить шестерню-модулятор так, чтобы вершина зуба находилась напротив центра резьбового отверстия;
- ввернуть «от руки» датчик до упора его торца в вершину зуба, при этом избегать приложения больших усилий;
- вывернуть датчик на 0,8 ... 1 оборота;
- повернуть шестерню-модулятор на полный оборот и проконтролировать отсутствие задевания вершин зубьев за торец датчика.

2.1.10.4. После регулировки зазора необходимо зафиксировать положение датчика с помощью контргайки, входящей в комплект поставки.

#### 2.1.11. Установка датчиков ТМК-172

2.1.11.1. Вал, для измерения частоты вращения которого используется датчик, должен иметь метку со следующими параметрами:

- высота зуба  $H$  (глубина паза  $h$ ) – не менее 3 мм;
- ширина зуба  $B$  (паза  $b$ ) должна быть не менее высоты глубины зуба  $H$

(глубины паза  $h$ );

- расстояние между зубьями – не менее 5 мм.

2.1.11.2. Перед началом установки датчика следует выбрать установочный зазор исходя из размеров метки по Таблица 29.

Таблица 29. Величина установочного зазора для датчика ТМК-172

Высота зуба $H$ (глубина паза $h$ ), мм	3	4	5	более 5
Установочный зазор $S_{уст}$ , не более, мм	1,7	2	2,2	$\sqrt{H}$ ( $\sqrt{h}$ )

**ВНИМАНИЕ** Минимальный установочный зазор выбирается с учетом возможного перемещения вала.

2.1.11.3. Наиболее предпочтительной является установка датчика при помощи специального монтажного приспособления, снабженного резьбой М16х1. В этом случае датчик после установки закручивается гайкой поз.1, рисунки 18 и 19, гайка поз.2 в этом случае не используется.

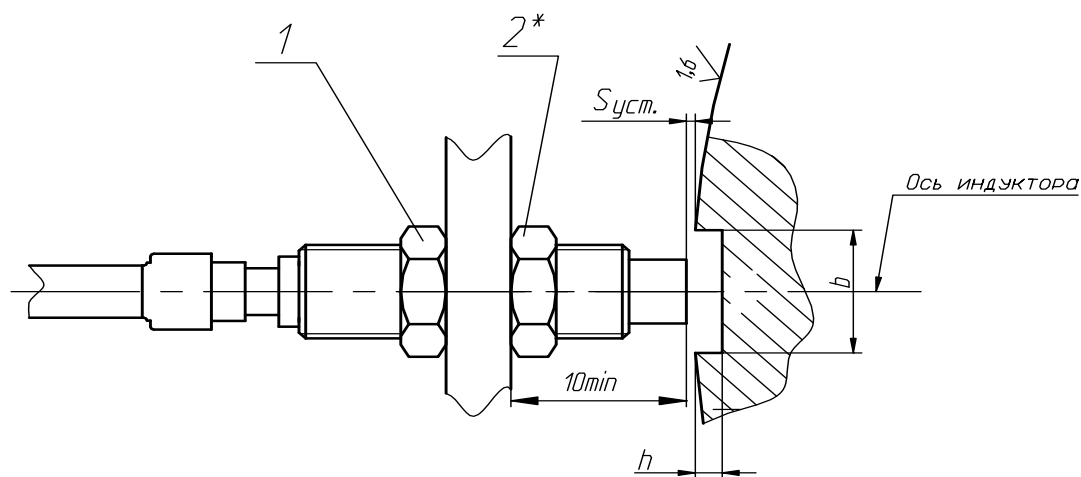


Рисунок 13. Пример установки датчика ТМК-172 при метке типа «паз»

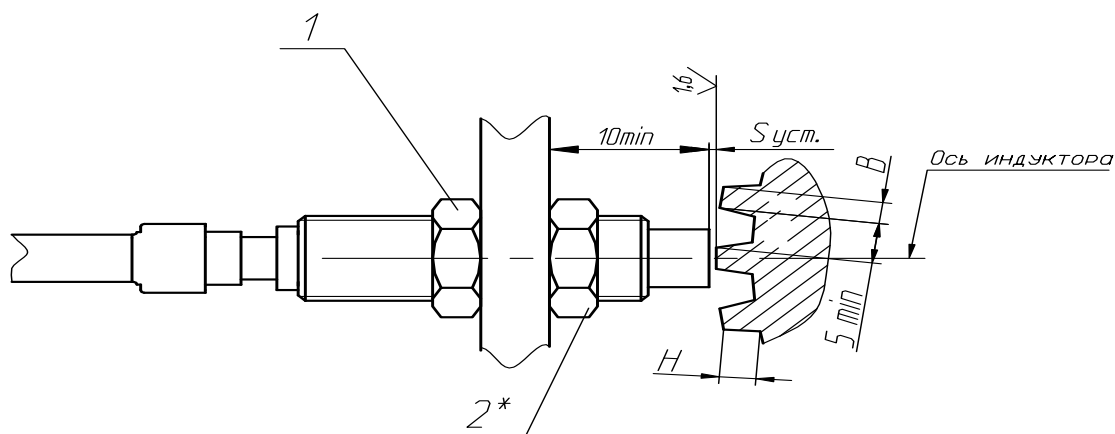


Рисунок 14. – Пример установки датчика ТМК-172 при метке типа «зубчатое колесо»

2.1.11.4. При необходимости допускается установка датчика при помощи монтажного приспособления с гладким отверстием диаметром 16,5 мм. В этом случае датчик фиксируется с двух сторон гайками поз.1 и поз.2<sup>2</sup>.

**ВНИМАНИЕ!** Вращение датчика в резьбовом отверстии допускается только при помощи ключа за лыски на корпусе датчика!

2.1.11.5. После монтажа датчика следует выставить зазор между датчиком и меткой равным ранее выбранному установочному зазору. Зазор может быть выставлен стандартным измерительным инструментом (например, щупом).

2.1.12. Установка датчиков-преобразователей ТМК-163

2.1.12.1. Датчики-преобразователи ТМК-163 крепятся на двух невыпадающих винтах. Для установки использовать шестигранный ключ.

2.1.12.2. Установочная поверхность, на которой закрепляются датчики, должна соответствовать следующим требованиям:

- неплоскостность, мм, не более – 0,02;
- шероховатость (Ra), мкм, не более – 3,2;

---

<sup>2</sup> гайки поз.1,2 входят в комплект поставки датчика

- неперпендикулярность резьбовых отверстий, мм, не более – 0,03;
- при установке нескольких датчиков во взаимно перпендикулярных плоскостях допуск неперпендикулярности поверхностей А не более 0,05 мм.

- 2.1.12.3. Перед установкой датчиков на установочной поверхности должны быть выполнены отверстия с резьбой М4, нарезанной на глубину не менее 10 мм.
- 2.1.12.4. Момент затяжки винтов крепления датчика 1,0...1,2 Нм.
- 2.1.12.5. Кабель датчика закрепить с помощью скоб или хомутов. Расстояние между элементами крепления кабеля не более 250 мм.
- 2.1.12.6. Минимальный радиус изгиба металлорукава кабеля 50 мм.
- 2.1.13. Установка датчиков-преобразователей ТМК-163
- 2.1.13.1. Разметить место под установку датчика. Направление оси основной чувствительности датчика (совпадает с длинной стороной основания корпуса датчика и отмечено на боковой поверхности корпуса) должно совпадать с направлением контролируемого наклона.
- 2.1.13.2. Датчики-преобразователи ТМК-163 крепятся на двух невыпадающих винтах. Для установки использовать шестигранный ключ.
- 2.1.13.3. Датчик закрепляется на контролируемой поверхности с помощью двух винтов М6, рисунок 15.

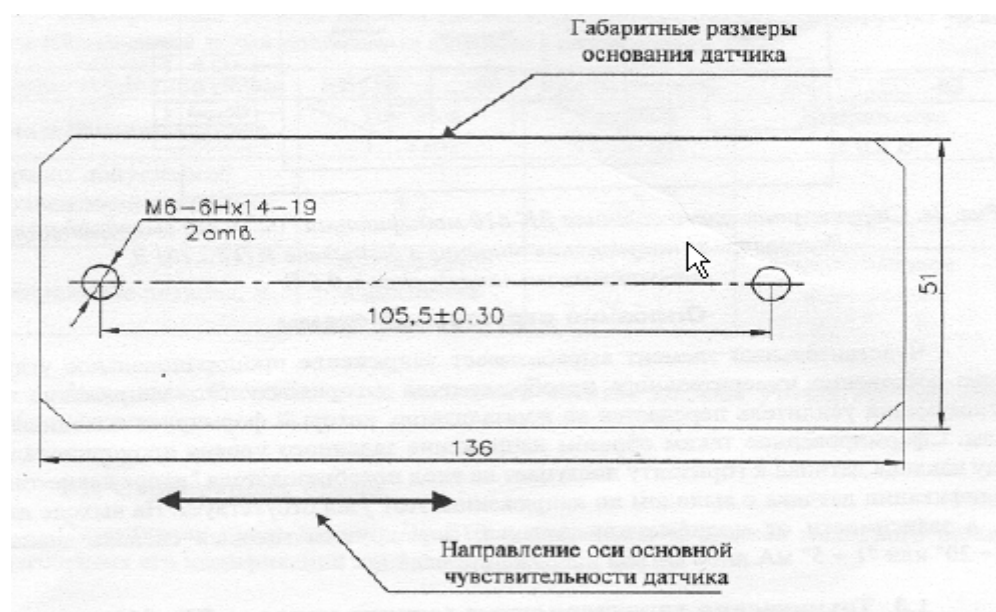


Рисунок 15. Разметка под установку датчика-преобразователя ТМК-163



- 2.1.13.4. Вращением трех регулировочных винтов выставляют датчик горизонтально с точностью не хуже  $\pm 0,25$  мм/м в направлениях основной чувствительности и поперечной ему.
- 2.1.13.5. Проверить горизонтальность установки датчика по уровню, закрепленному на его верхней поверхности.
- 2.1.13.6. После механической установки датчика рекомендуется измерить выходной сигнал датчика.
- 2.1.13.7. При правильной установке датчика выходной сигнал должен быть равен:
- на выходе постоянного тока 1-5 мА ( $3 \pm 0,05$ ) мА;
  - на выходе постоянного тока 4-20 мА ( $12 \pm 0,1$ ) мА.

#### 2.1.14. Установка вторичных преобразователей

- 2.1.14.1. ВИП следует устанавливать в непосредственной близости от контролируемого объекта на расстоянии, не превышающем длину соединительных кабелей датчиков.
- 2.1.14.2. ВИП следует размещать в запирающихся металлических шкафах, оборудованных защитным заземлением.
- 2.1.14.3. Способ монтажа зависит от конструктивного исполнения ВИП:
- преобразователи ТМК-223, ТМК-224, ТМК-266, ТМК-271, ТМК-272 монтируются на стандартную 35-мм DIN-рейку;
  - преобразователи ТМК-262, ТМК-263, монтируются при помощи винтов, входящих в комплект поставки.

Виды конструктивных исполнений преобразователей и электрические схемы соединений приведены в альбоме чертежей ТМБН.421453.001Д1.

- 2.1.14.4. Кабель для соединения преобразователей с контроллерами должен удовлетворять следующим параметрам:
- погонное сопротивление не более 30 Ом/км;

- электрическая прочность изоляции не менее 4000 В;
- допустимый диапазон эксплуатационных температур – от минус 40 до плюс 85°С.

### 2.1.15. Установка модулей искрозащиты

2.1.15.1. Модули искрозащиты монтируются на стандартную 35мм DIN-рейку, расположенную в монтажном шкафу системы или в отдельно поставляемом шкафу.

2.1.15.2. При монтаже следует физически исключить возможность случайного или преднамеренного замыкания искробезопасных цепей модулей (клеммы синего цвета) с какими-либо иными цепями в процессе монтажа и дальнейшей эксплуатации.

2.1.15.3. При подключении модулей необходимо следить, чтобы искробезопасные цепи преобразователей, расположенных во взрывоопасной зоне, были подключены только к искробезопасным цепям модулей искрозащиты (клеммы синего цвета).

### 2.1.16. Установка контроллера

2.1.16.1. Контроллеры размещаются в монтажном шкафу на стандартных 35-мм DIN-рейках.

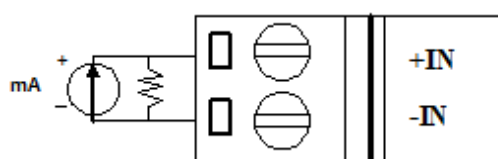
2.1.16.2. Соединение контроллеров с системной шиной осуществляется при помощи монтажных панелей и соединительных кабелей, входящих в комплект поставки.

2.1.16.3. Контроллер устанавливается в горизонтальном положении.

### 2.1.17. Установка канала измерения активной мощности

2.1.17.1. Модуль серии I-7000 закрепить на панели или DIN-направляющей.

2.1.17.2. Подключение датчика к модулю серии ICPCON I-7014D производить в соответствии с Рисунком 16.



*Рисунок 16. Подключение канала измерения активной мощности (на примере модуля I-7011)*

## 2.1.18. Монтаж блоков питания

2.1.18.1. Блоки питания и источник бесперебойного питания монтируются в стандартную 35мм DIN-рейку, расположенную в монтажном шкафу системы.

2.1.18.2. Для повышения надежности системы одновременно используется не менее двух блоков питания, соединенных между собой параллельно и разделенными блокирующими диодами.

### **3. ПОРЯДОК РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ**

#### 3.1. Включение системы.

3.1.1. Перед включением системы необходимо убедиться в наличии и правильности монтажа всех составных частей, необходимых соединений и заземлений.

3.1.2. Включение системы осуществляется путем подачи на него напряжения питания.

3.1.3. После включения система переходит в режим самопроверки. При этом на индикации контроллера последовательно отображается:

- номер версии МПО на алфавитно-цифровом дисплее;
- все индикаторы на алфавитно-цифровом дисплее;
- светополоса – желтым цветом;
- светодиод «Тахометр».

3.1.4. Если какой-либо из индикаторов в режиме самопроверки не светится, это свидетельствует о выходе его из строя и необходимости ремонта.

3.1.5. Длительность режима самопроверки составляет приблизительно 10 с.

3.1.6. По окончании самопроверки устанавливается автоматический режим индикации.

3.1.7. В целях обеспечения максимальной достоверности перед началом снятия показаний систему следует выдержать во включенном состоянии в течение 10 минут для стабилизации рабочих режимов составных частей.

#### 3.2. Использование системы для виброконтроля и защиты агрегата

3.2.1. Контроль за состоянием агрегата осуществляется двумя способами:

- по индикации контроллера;
- по величине тока (напряжения) на аналоговых выходах.

3.2.2. Система позволяет использовать виброзащиту при помощи реле. Реле замыкается при выходе одного (события) или нескольких параметров

(групповое событие) за уставку.

### 3.3. Использование системы для мониторинга состояния агрегата.

3.3.1. Считывание показаний и обмен данными при помощи интерфейса RS-485 при использовании АРМ оператора. Данное программное обеспечение поставляется отдельно и в настоящем РЭ не рассматривается.

3.3.2. Использование для обмена по интерфейсу RS-485 открытого протокола Modbus RTU позволяет использовать другое программное обеспечение.

3.3.3. Считывание показаний и обмен данными через USB при помощи программы EVECTOR, входящей в комплект поставки.

3.3.4. Использование для обмена по интерфейсу RS-232 открытого протокола VT100J позволяет использовать другое программное обеспечение.

3.3.5. Для обмена данными по RS-232 выполнить следующие действия:

- запустить программу EVECTOR, откроется главное окно программы с активной вкладкой Консоль;
- из раскрывающегося списка выбрать COM – порт, к которому подключен контроллер, и нажать на кнопку Открыть порт, в диалоговом окне отобразится заставка;
- для получения данных ввести команды, описанные в Руководстве пользователя ТМБН.421453.003Д1.

### 3.4. Использование системы для диагностики состояния агрегата.

3.4.1. Система в составе распределенных систем мониторинга и диагностики обеспечивает сбор следующей информации, необходимой для диагностирования неисправностей агрегатов:

- спектров в стандартной полосе частот;
- полосовых спектров и спектров огибающей в характерных полосах частот;
- порядковых спектров (гармоник, кратных оборотной частоте);
- фазо-частотные характеристики;

- параметрический анализ по тепломеханическим параметрам.

3.4.2. Данные записываются в ОЗУ контроллера в виде файлов осциллограмм и спектров. Выгрузка этих файлов на компьютер пользователя для последующего анализа может быть осуществлена следующими способами:

- по интерфейсу RS-485 при помощи специализированного программного обеспечения (в комплект поставки системы не входит);
- по интерфейсу RS-232 при помощи специализированного программного обеспечения, входящего в комплект поставки системы.

3.4.3. Полученные данные позволяют в системах мониторинга и диагностики осуществлять построение:

- амплитудно-частотных характеристик выбега;
- орбит;
- трендов;
- балансировка в собственных опорах.

## 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 4.1. Техническое обслуживание системы

4.1.1. Техническое обслуживание производится с целью обеспечения нормальной работы системы в течение всего срока ее эксплуатации.

**ВНИМАНИЕ! При проведении технического обслуживания необходимо следовать указаниям по технике безопасности.**

4.1.2. Рекомендуемые виды и периодичность технического обслуживания системы при эксплуатации:

- профилактический осмотр – ежемесячно;
- планово-профилактический ремонт – ежегодно в период ремонта оборудования;
- периодическая поверка – ежегодно.

4.1.3. При профилактическом осмотре должны быть проведены внешний осмотр и оценка состояния работы системы.

При внешнем осмотре системы должны быть проверены:

- целостность корпусов составных частей системы;
- наличие всех крепежных элементов (болтов, гаек, шайб);
- целостность соединительных кабелей;
- наличие и состояние заземляющих устройств;
- крепление разъемов;
- состояние гальванических покрытий.

При обнаружении каких-либо дефектов необходимо принять меры по их устранению.

При оценке работы системы рекомендуется:

- изучить отчет тревог ВУ;
- проверить отсутствие нулевых значений параметров при работающем агрегате;
- сравнить показания системы с показаниями других измерительных приборов.



4.1.4. При планово-профилактическом ремонте системы должны быть проведены следующие виды работ:

- профилактический осмотр;
- осмотр и очистка составных частей системы;
- выявление и замена неисправных узлов;
- проверка точности показаний, при необходимости калибровка измерительных каналов.

При очистке составных частей системы удалить загрязнения с их внешней поверхности при помощи любой ткани или ветоши, смоченной моющим средством.

4.1.5. Метрологическая поверка системы проводится не реже одного раза в год в соответствии с методикой ТМБН.421453.001МП.

4.2. Текущий ремонт.

4.2.1. Текущий ремонт проводится в случае выхода из строя составных частей системы и сводится к замене: датчиков, преобразователей, модулей искрозащиты, контроллера на исправные.

**ВНИМАНИЕ! При проведении текущего ремонта необходимо следовать указаниям по технике безопасности, изложенным в разделе 3 настоящего Руководства.**

- 4.2.2. ДОПУСКАЕТСЯ замена датчика ТМК-161 на одностипный датчик с одинаковой длиной соединительного кабеля без перенастройки контроллера.
- 4.2.3. Если при замене датчиков ТМК-161 длина соединительного кабеля изменилась, то требуется перенастройка контроллера.
- 4.2.4. ДОПУСКАЕТСЯ замена пьезоэлектрического вибропреобразователя типа МВ на аналогичный, имеющий одинаковый коэффициент преобразования, без дополнительной настройки контроллера, или имеющий другой коэффициент преобразования, с дополнительной настройкой контроллера без применения вибростенда.
- 4.2.5. ДОПУСКАЕТСЯ замена электронного вибропреобразователя ТМК-121 на аналогичный, имеющий одинаковый коэффициент преобразования, без дополнительной настройки контроллера, или имеющий другой коэффициент преобразования, с дополнительной настройкой контроллера без применения вибростенда.
- 4.2.6. ДОПУСКАЕТСЯ замена датчика ТМК-172 на аналогичный без дополнительной настройки контроллера.
- 4.2.7. ЗАПРЕЩАЕТСЯ самостоятельный ремонт составных частей взрывозащищенного электрооборудования потребителем!
- 4.2.8. Перечень возможных неисправностей системы и способы их устранения указаны в Таблица 30.
- 4.2.9. Среднее время восстановления системы при отказе путем замены отказавших изделий, модулей или блоков из состава ЗИП, без учета времени доставки, не более 1 часа.
- 4.2.10. Вероятность обеспечения готовности к работе аппаратуры не менее 0,99.
- 4.2.11. Текущий ремонт системы в условиях потребителя осуществляется путем замены вышедших из строя составных частей системы запасными частями из комплекта ЗИП.
- 4.2.12. ***ЗАПРЕЩАЕТСЯ!*** Самостоятельный ремонт составных частей

системы потребителем в период гарантийного срока эксплуатации. В случае самовольного производства такого ремонта и эксплуатации в составе системы отремонтированных узлов гарантийный срок эксплуатации прекращается. При этом потребитель лишается права на дальнейший бесплатный ремонт и техническое обслуживание системы изготовителем.

4.2.13. Ремонт вышедших из строя составных частей системы допускается только в условиях предприятия-изготовителя или уполномоченных им организаций.

4.2.14. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!** Самостоятельный ремонт потребителем вышедшего из строя взрывозащищенного электрооборудования!

Таблица 30. Перечень возможных неисправностей системы

Характер неисправности	Возможная причина и способ устранения
<p>1. При включении питания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не отображается информация на индикации на одном или нескольких контроллеров;</li> <li>- нет сигналов с аналоговых выходов;</li> <li>- «нет связи» с АРМ оператора;</li> <li>- нет ответа по RS-485</li> <li>- нет связи с контроллерами по СОМ- порту</li> <li>- отсутствует сигнал на дискретном выходе</li> </ul>	<p>Отсутствует или неправильно подключено питание стойки. Убедиться в наличии напряжения питания +24В на соответствующих клеммах монтажных панелей внутри шкафа и его правильной полярности.</p> <p>При наличии питания, проверить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность подключения линий связи;</li> <li>- если на передней панели контроллера ни один элемент индикации не горит, контроллер неисправен, обратитесь в сервисную службу</li> </ul>
<p>2. При включении питания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нет ответа по RS-485;</li> <li>- «нет связи» с АРМ оператора;</li> <li>- не загорается «индикатор» RS-485 при выполнении всех других функций</li> </ul>	<p>При наличии питания, проверить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность подключения линий связи;</li> <li>- правильность адреса устройства;</li> <li>- заменить контроллер.</li> </ul>
<p>3. Недостоверное выходное значение измеряемого параметра по каналу абсолютной вибрации по отношению к ее реальному возможному уровню, измеренному, например, переносным</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверить наличие контакта между броней кабеля датчика и корпусом преобразователя. Восстановить контакт</li> <li>2. Проверить работоспособность</li> </ol>

прибором	контроллера путем подключения к аналогичному каналу. В случае его исправности, заменить связку датчик-преобразователь. В случае неисправности контроллера, заменить контроллер.
<p>4. Не отображается частота вращения ротора, если в системе установлен датчик:</p> <p>а) вихретоковый;</p> <p>б) датчик холла;</p> <p>в) индукционный.</p>	<p>1. После остановки агрегата для трех типов датчиков проверить установочный зазор между датчиком и контролируемой поверхностью.</p> <p>2. Для вихретокового датчика после проверки зазора провести калибровку.</p> <p>3. Заменить преобразователь.</p> <p>4. Заменить контроллер.</p>
<p>5. Отсутствие сигнала на аналоговом выходе, при наличии индикации параметра</p>	<p>1. Проверить правильность соединений в шкафу и убедиться в отсутствии обрыва или КЗ</p> <p>2. После отключения защиты агрегата:</p> <p>- установить на передней панели контроллера в режиме эмуляции сигнала в измерительном канале значение, соответствующее:</p> <p>а) минимальному значению шкалы аналогового выхода, убедиться, что величина тока, соответствует минимальному значению аналогового выхода;</p> <p>б) максимальное значение шкалы аналогового выхода, убедиться, что величина тока, соответствует максимальному значению аналогового выхода.</p> <p>3. Заменить контроллер</p>
<p>6. Сигнал на аналоговом выходе контроллера постоянный, равный «сигналу обрыв или ошибка»</p>	<p>1. Проверить правильность подключения датчика и преобразователя.</p> <p>2. Проверить отсутствие обрыва или КЗ в цепях датчик - преобразователь, преобразователь - контроллер</p>
<p>7. Отсутствует сигнал на реле</p>	<p>После отключения защиты агрегата с помощью меню эмуляции сигнала в контроллере установить величину сигнала, достаточную для замыкания реле и убедиться в его работе</p>



## 5. УКАЗАНИЕ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

### 5.1. Требования электробезопасности

5.1.1. Источниками опасности при монтаже и эксплуатации системы является измеряемая среда и электрический ток.

5.1.2. Система должна обслуживаться персоналом, имеющим квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок».

5.1.3. По степени защиты от поражения электрическим током система относится к III классу по ГОСТ 12.2.007.0 и соответствует Техническому Регламенту Таможенного Союза ТР ТС 004/2011

5.1.4. **ВНИМАНИЕ!** При установке и подключении внешних цепей все оборудование, подключаемое к системе, должно быть отключено и обесточено.

5.1.5. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** проводить установку датчиков во время работы системы!

5.1.6. Корпус контроллера должен быть заземлен.

5.1.7. **ВНИМАНИЕ!** Для обеспечения степени защиты не ниже IP65 по ГОСТ 14254 при подключении датчиков и других внешних электрических цепей следует использовать гермопроходник.

### 5.2. Требования взрывобезопасности

5.2.1. **ВНИМАНИЕ!** Для обеспечения искробезопасности при монтаже и демонтаже составных частей системы во взрывозащищенном исполнении необходимо руководствоваться настоящим РЭ, гл.7.3 ПУЭ, ГОСТ 30852.0 и другими документами, действующими в данной области промышленности, необходимо соблюдать порядок соединения составных частей системы.

5.2.1 Перед соединением все составные части системы должны быть отключены и обесточены.

5.2.2. Подключение составных частей системы во взрывозащищенном исполнении должно осуществляться в следующем порядке:

- подключение датчиков к преобразователям;
- подключение преобразователей к модулям искрозащиты;  
**ВНИМАНИЕ!** При подключении преобразователей с трехпроводной схемой подключения заземляющий проводник взрывоопасной зоны, присоединяемый к контакту 8 модуля искрозащиты, должен присоединяться ранее всех остальных проводников!
- подключение контроллеров, блоков питания, компьютеров и других составных частей к общей шине системы;
- подключение модулей искрозащиты к общей шине системы.

5.2.2. Подача питания на контроллеры допускается только после окончания соединения.

5.2.3. Отключение составных частей системы во взрывозащищенном исполнении должно осуществляться в следующем порядке:

- отключение модулей искрозащиты от общей шины системы;
- отключение от общей шины системы контроллеров, блоков питания, компьютеров и другие составных частей;
- отключение преобразователей от модулей искрозащиты;
- отключение датчиков от преобразователей.

## **6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

### 6.1. Транспортирование системы

6.1.1. Транспортирование системы или составных частей системы допускается производить на любые расстояния автомобильным и железнодорожным транспортом (в закрытых транспортных средствах), водным транспортом (в трюмах судов), авиационным транспортом.

6.1.2. При транспортировании воздушным транспортом система или составные части системы должны быть размещены в отапливаемых герметизированных отсеках.

6.1.3. Условия транспортирования - С по ГОСТ 23216 при обеспечении защиты от атмосферных осадков, брызг воды, агрессивных примесей в воздухе и механических повреждений.

6.1.4. Система должна выдерживать воздействие следующих транспортных факторов:

- температуры от минус 50°C до плюс 50°C;
- относительной влажности 95% при 35°C;
- воздействие транспортной тряски степень жесткости С по ГОСТ 23216.

### 6.2. Хранение системы

6.2.1. Составные части системы должны храниться в упаковке или на открытых стеллажах в отапливаемых и вентилируемых хранилищах при температуре воздуха от плюс 5 до плюс 40° и относительной влажности воздуха не более 80%. В воздухе не должны присутствовать кислотные, щелочные и другие агрессивные примеси.

6.2.2. Хранение системы и составных частей должно соответствовать группе ЖЗ по ГОСТ 15150.

6.2.3. Срок хранения системы и ее составных частей в упаковке изготовителя в течение 12 лет.



## **7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

- 7.1. Изготовитель гарантирует соответствие системы требованиям настоящих ТУ при соблюдении условий эксплуатации, хранения, транспортирования и монтажа.
- 7.2. Гарантийный срок эксплуатации системы 12 месяцев с момента ввода в эксплуатацию, но не более 18 месяцев с момента изготовления.
- 7.3. Изготовитель гарантирует безотказную работу системы и всех ее составных частей в течение гарантийного срока
- 7.4. В случае выхода системы или составных частей из строя в течение гарантийного срока потребитель имеет право на гарантийный ремонт при условии соблюдения правил и требований, изложенных в настоящем руководстве.



**ПРИЛОЖЕНИЕ А -**

(справочное)

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ СИСТЕМЫ ВЕКТОР-М**

А.1 Технические характеристики преобразователя ТМК-224 приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В	от 22 до 28
Ток потребления, мА, не более	40
Напряжение питания датчика, В	12
Постоянный ток на выходе при отсутствии сигнала, мА	11,9
Максимальный ток потребления, мА, не более	30
Допустимое сопротивление нагрузки токового выхода, Ом, не более	630

А.2 Технические характеристики преобразователей ТМК-262, ТМК-263 приведены в таблице А.2.

Таблица А.2

Наименование параметра	Значение
Питание устройства осуществляется от сети переменного тока 220В 50Гц. Потребляемая мощность, ВА, не более	10
Пределы дополнительной относительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от 187В до 242В, %	±0,5
Пределы дополнительной погрешности, вызванной воздействием магнитного поля с частотой 50Гц, напряженностью 400 А/м на датчики и преобразователи и 80А/м на блок контроля, %	±1,5
Напряжение промышленных радиопомех, дБ, не более	80
на частотах от 0,15 до 0,5 МГц.	74
на частотах от 0,5 до 2,5 МГц.	66
на частотах от 25 до 30 МГц.	
Время готовности, мин, не более	5
Средний срок службы, лет	12

А.3 Технические характеристики преобразователя ТМК-266 приведены в таблице А.3.

Таблица А.3

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В	от 21 до 27
Ток потребления, мА, не более	120

А.4 Технические характеристики преобразователя ТМК-271 приведены в таблице А.4.

Таблица А.4

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В	от 18 до 25
Ток потребления, мА, не более	21
Максимальная регистрируемая частота, Гц	5000
Минимальная регистрируемая частота, Гц	10

А.5 Технические характеристики преобразователя ТМК-272 приведены в таблице А.5.

Таблица А.5

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение питания, В	24
Максимальная потребляемая мощность, Вт	0,5
Допустимое отклонение напряжения питания от номинального, В	$\pm 3$
Потребляемая мощность, Вт, не более	2
Время готовности, мин, не более	10
Степень защиты по ГОСТ 14254-96, не ниже	IP54

А.6 Технические характеристики датчика-преобразователя ТМК-163 приведены в таблице А.6.

Таблица А.6

Наименование параметра	Значение	
Тип выходного сигнала, мА	1-5	4-20
Предел допускаемой приведенной погрешности, %, не более	$\pm 2$	$\pm 2$
Напряжение питания, В	двухполярное $\pm(12...18)$	однополярное $+(24\pm 1,2)$

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

(справочное)

**ПАРАМЕТРЫ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ СИСТЕМЫ ВЕКТОР-М**

Б.1 Параметры датчика МВ-43-10 приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Наименование параметра		Значение
Коэффициент преобразования, пКл·с <sup>2</sup> /м (пКл/г)		10,0 (98,1)
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более		5
Частотный диапазон, Гц		от 10 до 4000
Частота установочного резонанса, кГц, не менее		25
Максимальное виброускорение (пиковое значение), м/с <sup>2</sup> (g)		3000 (300)
Диапазон рабочих температур, °С		от минус 60 до 250
Изменение коэффициента преобразования в диапазоне температур, %	от минус 60 до 20 °С	±10
	от 20 до 150 °С	±5
	от 20 до 250 °С	±10
Масса датчика без жгута, кг		0,15

Б.2 Параметры датчика МВ-44-2 приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2

Наименование параметра		Значение
Коэффициент преобразования, пКл·с <sup>2</sup> /м (пКл/г)		2,0 (19,6)
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более		5
Частотный диапазон, Гц		от 10 до 3000
Частота установочного резонанса, не менее, кГц		15
Максимальное виброускорение (пиковое значение), м/с <sup>2</sup> (g)		3000 (300)
Диапазон рабочих температур, °С		от минус 60 до 400
Изменение коэффициента преобразования, %, в диапазоне температур	от минус 60 до 20°С	± 10
	от 20 до 250 °С	от 0 до 10
	от 20 до 400 °С	от 0 до 15
Масса датчика без жгута, кг		0,15

Б.3 Параметры датчика МВ-46 приведены в таблице Б. 3.

Таблица Б. 3

Наименование параметра		Значение
Коэффициент преобразования, пКл·с <sup>2</sup> /м (пКл/г)		1,0 (9,81)
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более		5
Частотный диапазон, Гц		от 10 до 5000
Частота установочного резонанса, не менее, кГц		45
Максимальное виброускорение (пиковое значение), м/с <sup>2</sup>		3000
Диапазон рабочих температур, °С		от минус 60 до 250
Температурная погрешность в рабочем диапазоне температур, %	от минус 60 до 20°С	± 10
	от 20 до 150 °С	± 5
	от 20 до 250 °С	± 10
Масса датчика без жгута, кг		0,09

Б.4 Параметры датчика МВ-47 приведены в таблице Б. 4.

Таблица Б. 4

Наименование параметра		Значение
Коэффициент преобразования, пКл·с <sup>2</sup> /м (пКл/г)		1,0 (9,81)
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более		5
Частотный диапазон, Гц		от 10 до 3000
Частота установочного резонанса, не менее, кГц		13
Максимальное виброускорение (пиковое значение), м/с <sup>2</sup>		5000
Диапазон рабочих температур, °С		от минус 60 до плюс 650
Температурная погрешность, %, в диапазоне температур,	от минус 60 до 20°С	±10
	от 20 до 650 °С	±15
Масса датчика без жгута, кг		0,12

Б.5 Параметры датчика ТМК-121 приведены в таблице Б. 5.

Таблица Б. 5

Наименование параметра	Значение
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в диапазоне частот, не более, %: от 2 до 10 Гц от 10 до 1000 Гц	от +10 до минус 20 по ГОСТ 2954
Напряжение питания, В	от 7 до 30
Потребляемый ток, не более, мА	10
Коэффициент преобразования, мВ/м·с <sup>-2</sup> (мВ/г)	10,2±1,0 (100±10)

Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5
Частотный диапазон, Гц	от 0 до 4000
Частота установочного резонанса, не менее, кГц	5,5
Максимальное виброускорение (пиковое значение), м/с <sup>2</sup> (g)	176,4 (18)
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 40 до 125
Изменение коэффициента преобразования в рабочем диапазоне температур, %, не более	5
Масса датчика без жгута, кг	0,1

Б.6 Параметры датчика ТМК-161 приведены в таблице Б. 6.

Таблица Б. 6

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения, мм ТМК-161-10-..., ТМК-161-3/8-..., ТМК-161-12-... ТМК-161-16-...	±1 ±2,5
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 40 до 120
Длина соединительного жгута датчика, м, не более	18
Масса датчика без жгута, кг	0,15

Б.7 Параметры датчика ТМК-172 приведены в таблице Б. 7.

Таблица Б. 7

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В	от 5 до 24
Ток потребления, мА	6
Выходной сигнал: Логический «0», В; Логический «1», В	открытый коллектор 24 <0,4
Частота срабатывания импульса, кГц, не более	15
Длина соединительного жгута датчика, м, не более	30
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 30 до 110
Масса датчика без жгута, кг	0,2

Б.8 Параметры датчика ТМК-121-4 приведены в таблице Б. 8.

Таблица Б. 8

Наименование параметра	Значение
------------------------	----------

Наименование параметра		Значение
Коэффициент преобразования, пКл·с <sup>2</sup> /м (пКл/г)		5,1 (50)
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более		5
Частотный диапазон, кГц		6
Частота установочного резонанса, не менее, кГц		20
Максимальное виброускорение (пиковое значение), м/с <sup>2</sup>		9810
Диапазон рабочих температур, °С		от минус 60 до плюс 260
Температурная погрешность в рабочем диапазоне температур, не более, %	от минус 60 до 20°С	± 10
	от 20 до 150 °С	± 5
	от 20 до 250 °С	± 10
Масса датчика без жгута, кг		0,05

Б.9 Параметры датчика ТМК-165 приведены в таблице Б.9.

Таблица Б.9

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения смещений (зависит от типа применяемого штока), мм	0 - 10; 0 - 20; 0 - 30; 0 - 50; 0 - 60; 0 - 80; 0 - 100; 0 - 120; 0 - 160; 0 - 250; 0 - 320; 0 - 360
Диапазон рабочих температур, °С	от 5 до 125
Габаритные размеры датчика без штока, мм	52x44x30
Стандартные длины соединительного кабеля, м	3; 5; 7
Тип соединительного разъема	CP50-74ФБ

Б.10 Параметры датчика ТМК-163 приведены в таблице Б.10.

Таблица Б.10

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения наклона (S), мм/м	±1,0; ±2,0; ±5,0
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	±5,0
Диапазон рабочих температур, °С	от 5 до 125
Габаритные размеры датчика, мм	70x80x152
Стандартные длины соединительного кабеля, м	3; 5; 7
Тип соединительного разъема	РСГ 4 ТВ

Б.11 Параметры датчика ТМК-164 приведены в таблице Б.11.



Таблица Б.11

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения, мм	5 – 0 –5 10 – 0 –10 (может быть -25...+25)
Начальный (установочный) зазор	1,5±0,1
Диапазон измерения зазора, мм	0 - 2,5
Габаритные размеры, мм, не более: датчика ТМК-164-1; датчика ТМК-164-1а;	20х60х100 20х46х51
Длина кабеля датчика, м	3; 5; 8
Масса, кг, не более:	0,6

Б.12 Параметры датчика ДЧВ-2500 приведены в таблице Б.12.

Таблица Б.12

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения частот, об/мин	
Для ротора газогенератора базового двигателя ПС-90ГП-1, соответствующий диапазону 0...13000 об/мин, получаемому через коэффициент умножения 1,666666	от 0 до 7800
Для ротора свободной турбины базового двигателя ПС-90ГП-1, соответствующий диапазону 0...9000 об/мин, получаемому через коэффициент умножения 0,9375	от 0 до 9600
Амплитуда выходных импульсов при частоте следования импульсов 120 Гц(200 об/мин ротора ГГ, 113 об/мин ротора СТ), В, не менее	0,2
Амплитуда выходных импульсов при максимальных частотах 7800 Гц(13000 об/мин ротора ГГ) и 9600Гц(9000 об/мин ротора СТ), В, не менее	0,7
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 60 до 220
Масса датчика без жгута, кг	0,09

Б.13 Параметры преобразователя ТМК-224 приведены в таблице Б.13

Таблица Б.13

Наименование параметра	Значение
Максимальное СКЗ входного электрического воздействия (заряда), пКл:	

исполнение МВ43-10;	652,6
исполнение МВ43-10 расширенный диапазон;	6526
исполнение МВ44-2 расширенный диапазон;	1498,6
исполнение МВ46-1 расширенный диапазон	64,65
Максимальное СКЗ входного электрического воздействия (заряда),В	0,65
Постоянный ток на выходе при отсутствии сигнала, мА	11,9
Коэффициент преобразования, мА/пКл; исполнение МВ43-10; исполнение МВ43-10 расширенный диапазон; исполнение МВ44-2 расширенный диапазон; исполнение МВ46-1 расширенный диапазон	от $1,68 \cdot 10^{-3}$ до $5,36 \cdot 10^{-3}$ от $0,17 \cdot 10^{-3}$ до $0,54 \cdot 10^{-3}$ от $0,73 \cdot 10^{-3}$ до $2,3 \cdot 10^{-3}$ от $16,2 \cdot 10^{-3}$ до $54,1 \cdot 10^{-3}$
Рабочий температурный диапазон, °С	от минус 40 до 70

Б.14 Параметры преобразователя ТМК-262 приведены в таблице Б.14.

Таблица Б.14

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения, мм	5 – 0 –5 10 – 0 –10
Предел допустимой основной приведенной погрешности измерения, %: для датчика и преобразователя при зазоре 1,0 ... 2,0 мм. при зазоре 0,5 ... 1 и 2 ... 2,5 для датчика и преобразователя при зазоре 1,0 ... 2,0 мм. при зазоре 0,5 ... 1 и 2 ... 2,5	±2 ±5 ±4 ±6
Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %	±1
Начальный (установочный) зазор	1,5±0,1
Диапазон измерения зазора, мм	0..2,5
Пределы допустимой основной абсолютной погрешности измерения зазора, мм	±0,25
Унифицированный выходной сигнал постоянного тока, мА, при нагрузке: не более 2 кОм не более 500 Ом	0..5 4..20
Габаритные размеры, мм, не более:	105x70x100
Длина кабеля датчика, м	3; 5; 8
Масса, кг, не более	0,5

Б.15 Параметры преобразователя ТМК-263 приведены в таблице Б.15.

Таблица Б.15

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения, мм	0 -30; 0 – 50; 0 – 60; 0 – 80; 0 – 100; 0 – 160; 0- 240; 0 - 350
Предел допустимой основной приведенной погрешности измерения, %	±2
Предел дополнительной относительной погрешности измерения , вызванной изменением температуры окружающей среды, %	±2,5
Унифицированный выходной сигнал постоянного тока, мА, при нагрузке: - не более 2 кОм - не более 500 Ом	0..5 4..20
Габаритные размеры, мм, не более:	105x50x105
Длина кабеля датчика, м	3; 5; 8
Масса, кг, не более:	0,5

Б.16 Параметры преобразователя ТМК-266 приведены в таблице Б.16.

Таблица Б.16

Наименование параметра	Значение
Тип подключаемого датчика	вихретоковый
Индуктивность датчика, мкГн	от 30 до 150
Пределы изменения тока на токовом выходе, мА	от 0 до 20
Допустимое сопротивление нагрузки токового выхода, Ом, не более	950
Рабочий температурный диапазон, °С	от минус 40 до 70

Б.17 Параметры преобразователя ТМК-271 приведены в таблице Б.17.

Таблица Б.17

Наименование параметра	Значение
Максимальная регистрируемая частота, Гц	5000
Минимальная регистрируемая частота, Гц	10
Минимальная амплитуда регистрируемых импульсов при частоте 10Гц, мВ	20
Минимальная амплитуда регистрируемых импульсов при частоте 5000Гц, мВ	1200

Наименование параметра	Значение
Выходной ток логического «0», мА	1±0,1
Выходной ток логического «1», мА	5±0.1
Допустимое сопротивление нагрузки токового выхода, Ом, не более	740
Температурный диапазон, °С	от минус 40 до 70

Б.18 Параметры преобразователя ТМК-272 приведены в таблице Б.18.

Таблица Б.18

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение питания, В	24
Максимальная потребляемая мощность, Вт	0.5
Минимальная регистрируемая частота, Гц	0
Максимальная регистрируемая частота, Гц	10000
Сопротивление нагрузки, не более, Ом	720
Абсолютная погрешность измерения частоты вращения, об/мин, не более:	2
Выходной ток логического «0», мА	1±0.1
Выходной ток логической «1», мА	5±0.1
Температурный диапазон, °С	от минус 40 до плюс 85
<b>Для взрывобезопасного исполнения</b>	
Внутренняя ёмкость цепи питания для напряжения 24В, мкФ, не более	0.35
Внутренняя индуктивность цепи питания для напряжения 24В, мГн, не более	0.1

Б.19 Параметры датчика-преобразователя ТМК-163 приведены в таблице Б.19

Таблица Б.19

Наименование параметра	Значение
Коэффициент преобразования, мА*м/мм: -для токового выхода 1-5мА; -для токового выхода 4-20мА	(0,4±0,02) (1,6±0,08)
Диапазон измерения угла наклона, мм/м	±5
Предел допускаемой приведенной погрешности измерения, %, не более	±2
Максимальное сопротивление нагрузки цепи токового выхода, Ом, не более	250
Диапазон рабочих температур, °С	от 10 до 70

Зависимость коэффициента преобразования от температуры	не более 0,1 % /°С
Масса преобразователя, кг, не более	0,45
Габаритные размеры, мм	135x50x70

Б.20 Параметры преобразователя Е849/1-М1 приведены в таблице Б.20

Таблица Б.20

Наименование параметра	Значение
Е849/1-М1:	
Входной сигнал, А	0-5
Выходной сигнал, мА	0 -5

