

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Филиал БНТУ “Институт повышения квалификации и переподготовки  
кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики  
БНТУ”  
Кафедра «Метрология и Энергетика»

Куличенков В.П., Саранцев В.В., Чепуркин А.А.

## **Системы и устройства контроля механических параметров турбоагрегатов**

Учебно-методическое пособие для слушателей курсов повышения  
квалификации энергетиков и студентов энергетического факультета БНТУ

Электронный учебный материал

УДК 621.311.4+621.316.37(075.8)  
ББК 31.278я7  
Д75

**Авторы:**  
**Куличенков В.П., Саранцев В.В., Чепуркин А.А.**

**Рецензенты:**

Карпович С.С., кандидат технических наук,  
зав. кафедрой “Новые материалы и  
технологии” ИПК и ПК БНТУ

Романенков В.Е., кандидат технических наук,  
доцент, вед. науч. сотр. кафедры “Новые  
материалы и технологии” ИПК и ПК БНТУ

Учебно-методическое пособие предназначено для курсов повышения квалификации в ИПК и ПК БНТУ и может быть использовано специалистами предприятий ГПО “Белэнерго” и студентами энергетического факультета БНТУ.

Белорусский национальный технический университет,  
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел. 2964732  
E-mail: rectorat@ipk.by  
Регистрационный номер № БНТУ/ИПКиПК-8.2015

© БНТУ, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ВИХРЕТОКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ .....	4
2. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВИБРАЦИИ И ДИАГНОСТИКИ АСКВД «ВЕКТОР».....	9
3 СИСТЕМЫ ВИБРОБИТ 100, 200 И 300 .....	25
4 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ИТ14 .....	44
5. СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОВЫХ РАСШИРЕНИЙ И ВИБРОСОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТУРБОАГРЕГАТОВ НА БАЗЕ АППАРАТУРЫ “ЛМЗ-97” .....	60
6. АППАРАТУРА КОНТРОЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТУРБОАГРЕГАТА «АКТИВ». УСТРОЙСТВА ИП-106, ИП-107, ИП-108, ИП-114 И ИП-117 .....	82
7. СТЕНДЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	123
Список используемой литературы .....	133

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время выработка электроэнергии связана с применением разнообразных машин и механизмов с вращающейся роторной частью оборудования. Работают они непрерывно, днем и ночью, с остановами, как правило, только в ремонтный период. Поэтому разработчиками созданы системы и устройства, контролирующие основные параметры роторного оборудования и результаты измерений которых представляют эксплуатационному персоналу либо данные передают в автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Одним из важнейших критериев работы турбоагрегатов является их надежность. Для обеспечения требуемой надежности служит контроль в процессе эксплуатации механических параметров турбоагрегатов, реализация которого в системах и устройствах, находящихся в эксплуатации на электростанциях Республики Беларусь, рассмотрено в настоящем пособии.

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для курсов повышения квалификации по дисциплине «Системы и приборы для измерений механических параметров турбоагрегатов».

В настоящем пособии описан вихретоковый принцип получения измерительной информации и на его базе приведены различные современные средства измерений механических параметров турбоагрегатов, таких как частота вращения, осевой сдвига, тепловые расширения, искривление, относительное виброперемещение вала ротора, а также уклон станины оборудования. Виброскорость, как основной параметр вибрации, в данном пособии не приводится, так как, на наш взгляд, требует отдельного рассмотрения. Более подробную информацию на системы и устройства можно получить в соответствующих руководствах по эксплуатации.

### **1. ВИХРЕТОКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**

Вихретоковые преобразователи (вихретоковые датчики) предназначены для бесконтактного измерения вибрации перемещения и частоты вращения электропроводящих объектов. Они применяются для диагностики состояния промышленных турбин, компрессоров, электромоторов. Наиболее часто объектом контроля является осевое смещение и радиальная вибрация вала ротора относительно корпуса.

Вихретоковый преобразователь состоит из бесконтактного вихревого пробника, удлинительного кабеля и драйвера (рисунок 1.1). Вихревой пробник представляет собой металлический зонд с диэлектрическим наконечником (в который заключена катушка индуктивности) на одном конце и отрезком коаксиального кабеля на другом. С помощью коаксиального удлинительного кабеля пробник подключается к драйверу.

Драйвер представляет собой электронный блок, который вырабатывает сигнал возбуждения пробника и осуществляет выделение информативного параметра.

Выходным сигналом драйвера является электрический сигнал, пропорциональный расстоянию от торца вихревого пробника до контролируемого объекта.



Рисунок 1.1. Структура вихрековой системы

### Принцип работы

В торце диэлектрического наконечника вихрекового пробника находится катушка индуктивности (рисунок 1.2).

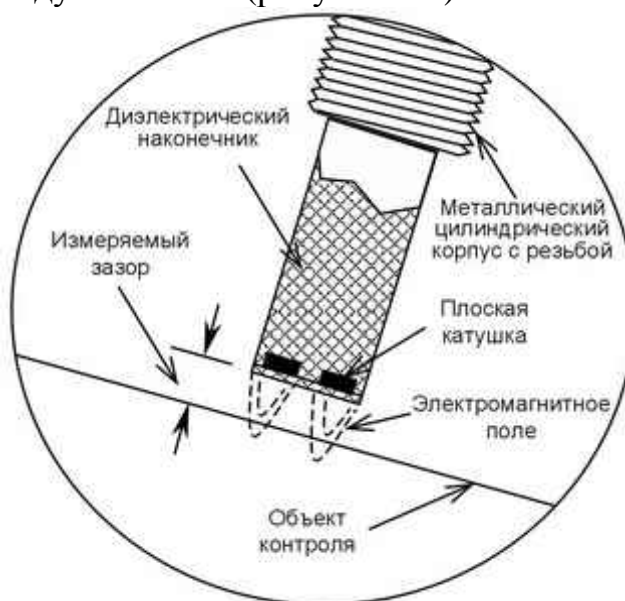


Рисунок 1.2. Вихрековой пробник

Драйвер обеспечивает возбуждение электромагнитных колебаний в катушке, в результате чего возникает электромагнитное поле, которое взаимодействует с материалом контролируемого объекта.

Если материал обладает электропроводностью, на его поверхности наводятся вихревые токи, которые, в свою очередь, изменяют параметры катушки - ее активное и индуктивное сопротивление. Параметры меняются при изменении зазора между контролируемым объектом и торцом датчика.

Драйвер преобразует эти изменения в электрический сигнал, осуществляет его линеаризацию и масштабирование.

Наибольшее количество вариантов исполнения имеет пробник (зонд), поскольку его конструкция зависит от места монтажа и диапазона измерений.

Пробник может подключаться к драйверу напрямую или через удлинительный кабель. Для защиты от механического повреждения соединительный кабель защищается металлорукавом.

Драйвер представляет собой герметичную металлическую коробку, на которой имеется коаксиальный соединитель для подключения кабеля, а также клеммы питания, заземления, общего провода и выходного сигнала.

#### **Частотные характеристики**

Вихретоковые датчики обладают хорошим частотным откликом (реакция на изменение расстояния между торцом пробника и объектом контроля). Частотный диапазон может достигать от 0 до 10 000 Гц. При этом неравномерность амплитудно-частотной характеристики не превышает 0,5 дБ.

#### **Вход и выход**

Входным параметром вихретокового датчика является величина зазора между торцом пробника и электропроводящим объектом. Величина измеряемого зазора составляет несколько миллиметров и зависит от диаметра катушки, заключенной в торце диэлектрического наконечника. Выходной сигнал, пропорциональный измеряемому зазору, может быть представлен в виде напряжения, тока или в цифровом формате (определяется типом системы наблюдения).

Для драйверов с выходным сигналом в виде напряжения указывают чувствительность (коэффициент преобразования зазора в электрический сигнал), которая в большинстве случаев составляет 8 мВ/мкм. Часто для сопряжения вихретокового датчика с типовыми системами мониторинга необходимо дополнительное преобразование выходного напряжения в формат 4 - 20 мА токовой петли или в цифровой вид.

Устройства, сочетающие функции драйвера и дополнительного формирователя, называют трансмиттерами.

#### **Область применения**

Приоритетной областью использования вихретоковых преобразователей является контроль осевого смещения и поперечного биения валов больших турбин, компрессоров, электромоторов, в которых используются подшипники скольжения. Вихретоковый метод обладает исключительной точностью, поскольку не имеет нижнего предела по частоте, но и не требует математической обработки результатов измерений ввиду прямого соответствия выходного сигнала текущему смещению вала или измерительного буртика относительно корпуса.

#### **Радиальная вибрация**

Для измерений величины радиальной вибрации, как правило, используют два датчика, установленные перпендикулярно валу и развернутые относительно друг друга на 90° (рисунок 1.3).

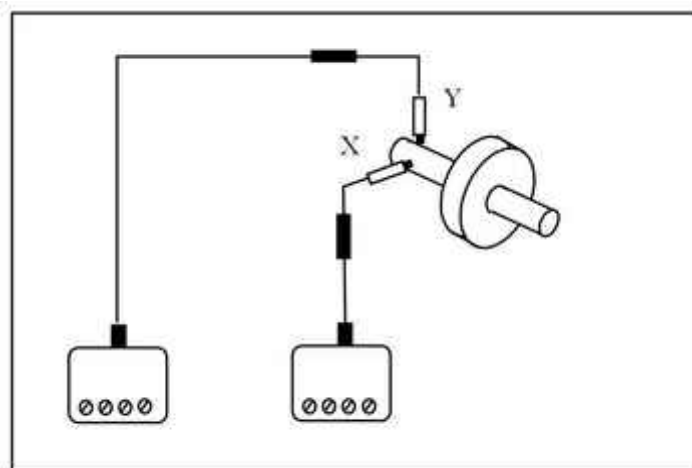


Рисунок 1.3. Размещение датчиков измерений радиальной вибрации

Ортогональное X-Y размещение пробников улучшает диагностические возможности, поскольку позволяет получать как суммарную информацию, так и отдельную по каждой координате, а при наличии соответствующих средств мониторинга позволяет визуально наблюдать орбиту движения вала в радиальной плоскости. Кроме того, измерение векторов вибро смещения в нескольких плоскостях позволяет построить линию динамического прогиба вала.

#### Осевое смещение

Для измерения осевого сдвига датчик размещают перпендикулярно плоскости торца вала и (или) плоскости измерительного буртика (рисунок 1. 4).

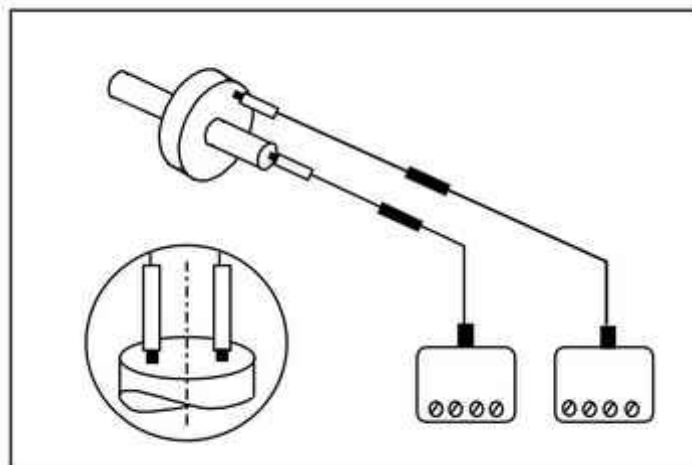


Рисунок 1.4. Размещение датчика измерений осевого сдвига

В некоторых случаях для надежности используют два датчика (основной и резервный).

#### Частота вращения

Вихретоковые датчики часто используются для измерения частоты вращения ротора (рисунок 1. 5). Формирование отклика датчика обычно обеспечивается небольшим углублением на валу, полученным методом фрезерования. Такой датчик можно использовать совместно с X-Y датчиками радиальной вибрации. В этом случае датчик выполняет функции

формирователя фазовой метки, относительно которой определяется ориентация орбиты движения вала. Для формирования отклика датчика могут использоваться конструктивные особенности ротора, например, наличие шестерни.

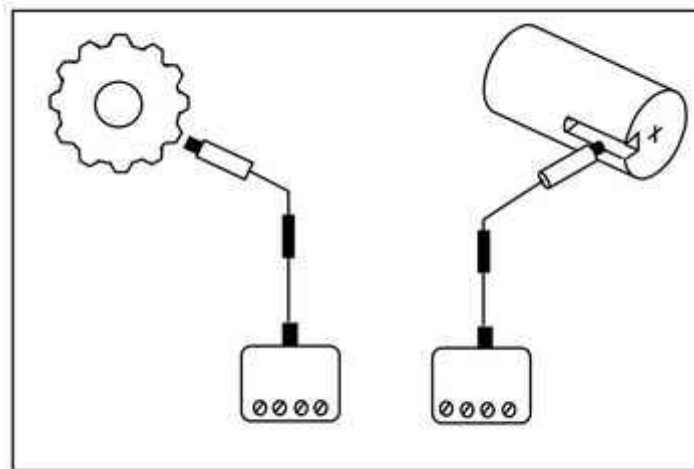


Рисунок 1.5. Размещение датчиков измерений частоты вращения

Использование в вихретоковой системе трансмиттера вместо драйвера позволяет получить на выходе сигнал, величина которого прямо пропорциональна числу оборотов в минуту.

#### **Вихретоковые преобразователи применимы:**

- для измерения эксцентриситета (биений) валов;
- для измерения толщины диэлектрических (лакокрасочных) покрытий на металлическом основании;
- для измерения величины относительного температурного расширения механизмов;
- для измерения величины износа трущихся деталей и механизмов;
- в качестве бесконтактных концевых выключателей;
- для измерения слоя металлизации на диэлектрическом основании.

#### **Системная конфигурация**

В конфигурации вихретоковой системы диаметр катушки пробника определяет диапазон измерений и площадь взаимодействия электромагнитного поля с контролируемым объектом. Считается, что площадь взаимодействия не выходит за пределы воображаемой окружности на поверхности объекта, диаметр которой равен двойному диаметру катушки пробника. Последнее обстоятельство необходимо учитывать при выборе места монтажа пробника, а также при контроле поперечной вибрации вала, поскольку в этом случае облучаемая поверхность цилиндрическая, что является причиной возникновения систематической погрешности, которая растет с увеличением диаметра катушки и уменьшением диаметра вала.

Для каждой комбинации - "диаметр катушки плюс длина системного кабеля" калибруется собственный драйвер или трансмиттер, на который наносится соответствующая маркировка. Несоответствие длины системного кабеля или диаметра катушки пробника маркировке драйвера или трансмиттера



приводит к увеличению погрешности. На рисунке 1.6 представлена функциональная схема преобразователей линейных перемещений



Рисунок 1.6 Функциональная схема преобразователя линейных перемещений

Датчик, представляющий собой катушку индуктивности, подключен к входу генератора Г в схеме генератора-преобразователя. Индуктивность катушки датчика и ёмкость соединительного кабеля образуют параллельный колебательный контур. При изменении расстояния  $S$  между торцом катушки и металлической поверхностью изменяется добротность колебательного контура из-за потерь на вихревые токи в металле; при этом амплитуда колебаний генератора в диапазоне преобразования меняется линейно в зависимости от расстояния. К выходу генератора подключен выпрямитель В, сигнал которого пропорционален значению амплитуды колебаний генератора. Выходной сигнал генераторов-преобразователей формируется в масштабирующем усилителе МУ. В схеме генератора-преобразователя микропроцессорный формирователь Ф управляет масштабирующими усилителями выходных сигналов МУ1 и МУ2. Все узлы генератора-преобразователя питаются от источника ИП, гальванически изолированного от входных зажимов питания ПЛП.

## 2. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВИБРАЦИИ И ДИАГНОСТИКИ АСКВД «ВЕКТОР»

АСКВД «Вектор» представляет собой аппаратно-программный комплекс с распределенными вычислительными и информационными ресурсами, предназначенный для измерения, контроля, анализа и диагностики параметров вибрации и механического состояния паровых и газовых турбин, центробежных насосов, турбокомпрессоров и другого промышленного оборудования.

АСКВД является системой непрерывно-периодического действия, которая может работать как автономно, так и в составе АСУ ТП.

### Выполняемые функции:

- измерение основных параметров контроля (абсолютной и относительной вибрации, механических и эксплуатационных параметров);

- прием необходимых значений эксплуатационных параметров из АСУ ТП или непосредственно с датчиков контроля эксплуатационного состояния турбоагрегатов;
- оперативный диагностический контроль (мониторинг) по данным измерений;
- формирование команд управления реле сигнализации и защиты в соответствии с ПТЭ и требованиями заказчика (включение в защиту по СКЗ виброскорости, скачку вибрации, низкочастотной вибрации, росту вибрации и других аномальных вибрационных состояний).
- вычисление, отображение и передача по встроенному интерфейсу RS-485 на удаленную вычислительную машину и в АСУ ТП следующих параметров: СКЗ виброскорости; размах виброперемещений; амплитудные значения гармонических составляющих сигнала; фазы гармонических составляющих сигнала; низкочастотная составляющая сигнала, спектральные характеристики сигнала и др.;
- возможность подключения к аналоговым выходам внешних устройств;
- формирование и долговременное хранение с минимальной ретроспективой за год архивной информации, просмотр и анализ архивных данных;
- текущая и ретроспективная диагностика вибрационного и механического состояния агрегатов, включая информацию о дефектах, требующих оперативных действий персонала;
- поддержка работ по виброиспытаниям, балансировке, наладке и диагностическому тестированию.

Рисунок 2.1 Внешний вид шкафа системы



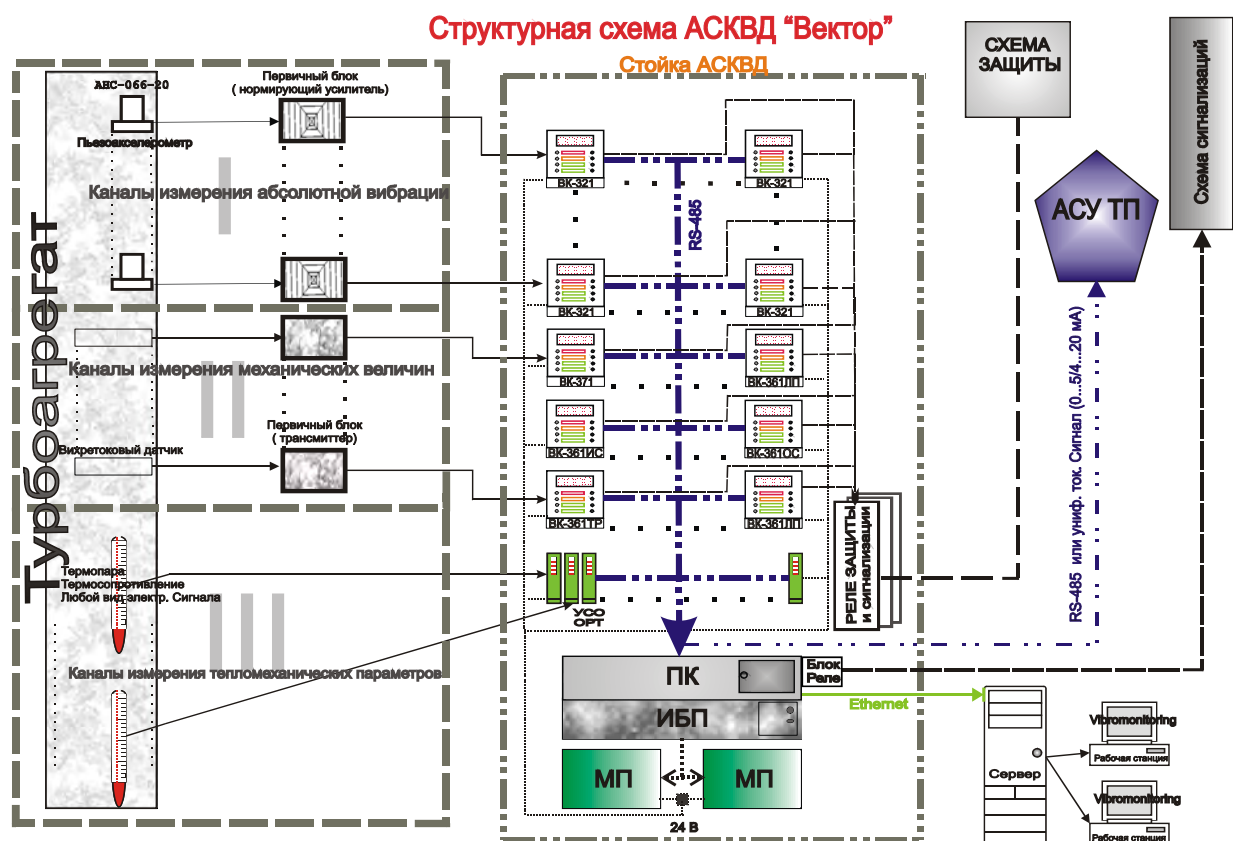


Рисунок 2.2 Структурная схема АСКВД «Вектор»

### Описание структурной схемы АСКВД «Вектор»

Структурная схема системы ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М» приведена на рисунке 2.2. Система «Вектор» представляет собой комплекс измерительных каналов всего спектра параметров физических величин, используемых на предприятиях энергетики. Вторичные блоки системы, выдающие пользователю результат измерений, монтируются в пылезащищенном шкафу с прозрачной передней дверью. Пылезащищенность обеспечивается конструкцией шкафа и нагнетательными вентиляторами – фильтрами, поддерживающими в шкафу избыточное давление. Питание шкафа осуществляется от внешней однофазной сети. На случай сбоев внешнего питания в шкафу предусмотрены источники бесперебойного питания, достаточные для автономной работы в течение одного часа. Все блоки системы питаются от дублированного промышленного источника питания 24В. Каждый источник имеет коэффициент загрузки, равный 25 %. Все соединения шкафа с внешними кабельными линиями осуществляются через клеммники. Они не требуют регламента, предназначенные для коммутации одно и многожильного кабеля, отсутствие воздушного зазора в контактах не допускает искрения, гарантируется до миллиона переключений.

Все измерительные каналы измерения параметров вибрации, механических параметров и тепломеханических величин полностью независимы. Устройство отображения ввода уставок помимо основных функций имеет ряд функций «под

заказчика». Комбинацией одновременно нажатых кнопок возможно отобразить значения размахов перемещения, число превышений уставок и т.д.

### Принцип работы измерительного канала

Принцип работы измерительного канала следующий (рисунок 2.3). Контролируемый параметр преобразуется датчиком в электрический сигнал, который поступает на преобразователь. В преобразователе происходит усиление сигнала и преобразование в токовый сигнал. Далее сигнал преобразователя подается на модуль измерительного контроллера, где он фильтруется, оцифровывается, индицируется, преобразуется в унифицированный сигнал, сравнивается с уставками (уровнями контроля), полученные данные отправляются по порту RS 485 на компьютер.

Выходные унифицированные сигналы модулей измерительного контроллера используются для индикации, регистрации и обработки вне системы ИС АСУ ТП «ВЕКТОР - М». Выходные дискретные сигналы модулей измерительного контроллера используются для управления внешними устройствами.

Типы измерительных каналов АСКВД «Вектор» приведены в таблице 2.1.  
Таблица 2.1. Типы измерительных каналов АСКВД.

Наименование канала	Обозначение канала	Состав канала	
		Датчик, вторичный преобразователь	Модуль измерительного контроллера
Канал измерения осевого сдвига ротора	ТМК-006ОС	ВК-316ОС	ВК-361ОС
Канал измерения относительного расширения ротора	ТМК-006ОР	ВК-316ОР	ВК-361ОР
Канал измерения линейного перемещения	ТМК-006ЛП	ВК-316ЛП	ВК-361ЛП
Канал измерения искривления вала	ТМК-006ИВ	ВК-316ИВ	ВК-361ИВ
Канал измерения СКЗ виброскорости	ТМК-002	ВК-312	ВК-321
Канал измерения относительной вибрации ротора	ТМК-006ОВ	ВК-316ОВ	ВК-361ОВ
Канал измерения числа оборотов 1	ТМК-007	ВК-317	ВК-371
Канал измерения числа оборотов 2	ТМК-007Т	-	ВК-371Т
Канал измерения угла наклона поверхности	ТМК-006УН	ВК-316УН	ВК-361УН

Для каналов измерений механических параметров на вторичный блок относят функции подстройки под каждый индивидуальный датчик. При этом поставляется программное обеспечение для настройки измерительного канала. Передаточная функция каждого датчика аппроксимируется полиномом не ниже пятого порядка и определяется количеством точек измерений на поверочном стенде. Это позволяет повысить точность измерений и расширить динамический диапазон измерений.

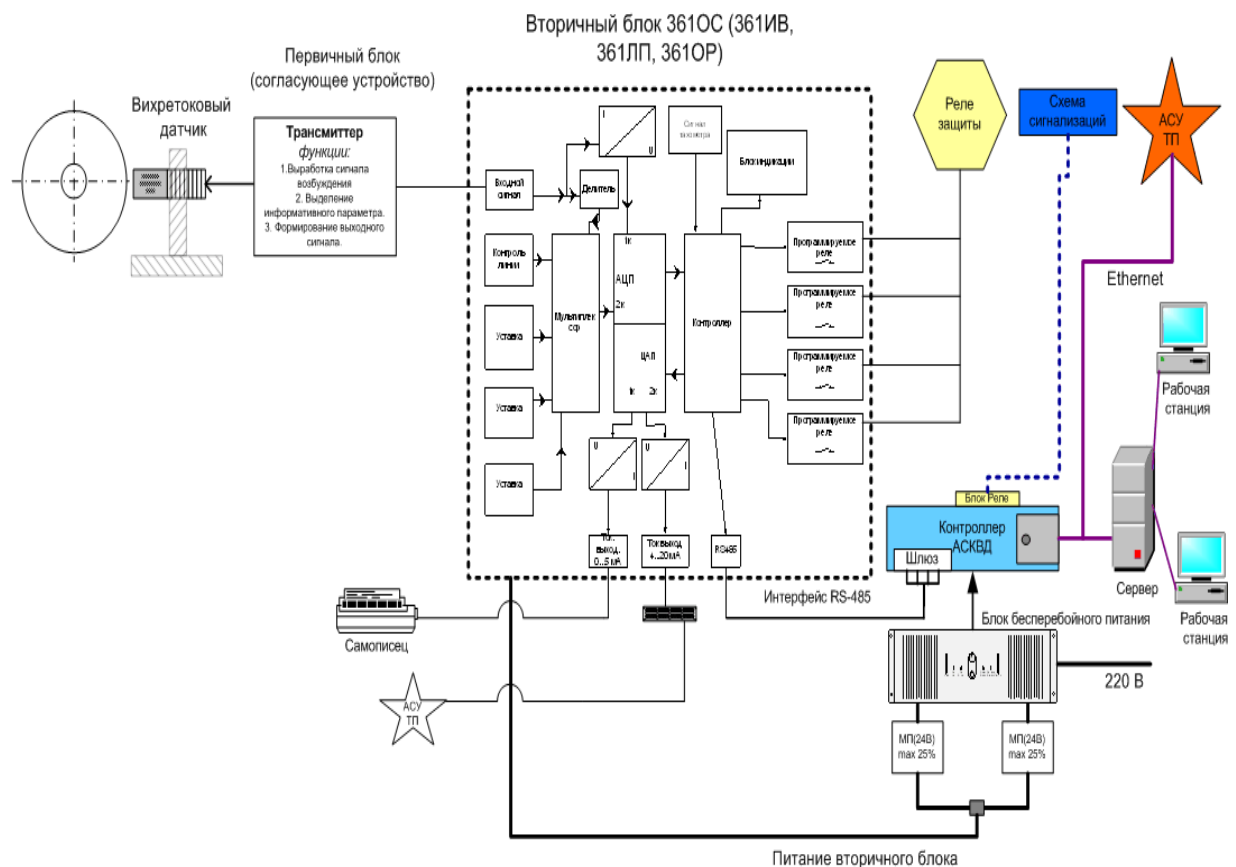


Рисунок 2.3 Структурная схема измерительного канала

Модуль измерительного контроллера состоит из контроллера (на базе сигнального процессора), двухканального, 16-ти разрядного ЦАП-АЦП, блока индикации и управления, четырех программируемых реле, интерфейса RS-485, блока ввода уставок, преобразователя «ток-напряжение», двух преобразователей «напряжение-ток».

Входной сигнал с первичного преобразователя, через преобразователь «ток-напряжение», поступает на первый канал двухканального, 16-ти разрядного АЦП. Оцифрованный сигнал поступает в контроллер, где происходит его обработка. В связи нелинейностью передаточной характеристики канала «датчик-первичный блок» в контроллере производится линейризация полиномом не ниже пятого порядка. Второй канал используется для оцифровки сигнала с введенных уставок и сигнала со схемы контроля линии между первичным и вторичным блоками. Ввод сигнала во второй канал осуществляется через мультиплексор. Оцифрованный сигнал со второго канала так же поступает в контроллер. Контроллер осуществляет обработку сигнала, вывод показаний на блок индикации, анализ и обработку команд с блока управления, передачу и прием данных через интерфейс RS-485, управление программируемыми реле и токовыми выходами. Управление токовыми выходами осуществляется через два независимых канала ЦАП, с

возможностью независимого программирования под различные внешние регистрирующие устройства.

### **Пояснения к структурной схеме измерений параметров механических параметров**

Вихретоковые датчиковые системы (рисунок 2.3) предназначены для бесконтактного измерения перемещений и частоты вращения электропроводящих объектов. Вихретоковый датчик представляет собой металлический зонд с диэлектрическим наконечником на одном конце и отрезком коаксиального кабеля на другом. С помощью коаксиального кабеля датчик подключается к драйверу. Драйвер представляет собой электронный блок, который вырабатывает сигнал возбуждения пробника и осуществляет выделение информативного параметра.

Выходным сигналом драйвера является, электрический сигнал, пропорциональный расстоянию от торца вихревого пробника до контролируемого объекта.

В торце диэлектрического наконечника вихревого датчика находится катушка индуктивности. Драйвер обеспечивает возбуждение высокочастотных колебаний в катушке, в результате чего возникает электромагнитное поле, которое взаимодействует с материалом контролируемого объекта. Если материал обладает электропроводностью, на его поверхности наводятся вихревые токи, которые, в свою очередь, изменяют параметры катушки - ее активное и индуктивное сопротивление. Параметры, меняются при изменении зазора между контролируемым объектом и торцом датчика. Драйвер преобразует эти изменения в электрический сигнал, осуществляет его линейризацию и масштабирование.

Наибольшее количество вариантов исполнения имеет пробник (зонд), поскольку его конструкция существенно зависит от места монтажа.

Драйвер представляет собой герметичную металлическую коробку, на которой имеется коаксиальный соединитель для подключения кабеля, а также клеммы питания, земли, общего провода и выходного сигнала.

Входным параметром вихретокового датчика является величина зазора между торцом пробника и электропроводящим объектом. Величина измеряемого зазора составляет несколько миллиметров и зависит от диаметра катушки, заключенной в торце диэлектрического наконечника.

Для сопряжения вихретокового датчика с системой мониторинга необходимо дополнительное преобразование выходного напряжения в формат токовой петли. Устройства, сочетающие функции драйвера и дополнительного формирователя называют трансмиттерами.

В АСКВД «Вектор» вихретоковые датчиковые системы используются в измерительном канале фазового отметчика, канале измерения искривления вала, канале измерения осевого сдвига, канале измерения относительного теплового расширения ротора, канале измерения линейного перемещения корпуса.

Контролируемый параметр преобразуется датчиком в электрический сигнал, который подается на преобразователь. В преобразователе происходит усиление сигнала и преобразование в сигнал тока.

Далее сигнал преобразователя подается на модуль измерительного контроллера, где он фильтруется, оцифровывается, индицируется, преобразуется в унифицированный сигнал, сравнивается с уставками (уровнями контроля), данные отправляются по порту RS 485 на компьютер.

Выходные унифицированные сигналы модулей измерительного контроллера используются для индикации, регистрации и обработки вне системы ИС АСУ ТП «ВЕКТОР -М».

Выходные дискретные сигналы модулей измерительного контроллера используются для управления внешними устройствами.

обработку команд с блока управления, передачу и прием данных через интерфейс RS-485, управление программируемыми реле и токовыми выходами. Управление токовыми выходами осуществляется через два независимых канала ЦАП, с возможностью независимого программирования под различные внешние регистрирующие устройства.

### **Порядок работы с системой**

Включение системы в работу

Напряжение сети подводится к блокам питания через автоматический выключатель питания.

Включение системы в работу производится включением автоматического выключателя питания.

Выходное напряжение блоков питания подаётся на модули измерительного контроллера, распределенные устройства сбора данных и управления, датчики - преобразователи.

Датчики-преобразователи осевого сдвига, относительного расширения ротора, линейного перемещения, искривления и боя, относительного виброперемещения, тахометра ВК-316ОС/ОР/ЛП/ИВ/ОВ, ВК-317.

### **Работа с каналом измерений осевого сдвига**

При нормальной работе, значение относительного осевого сдвига в пределах нормы, горит зеленый цветовой индикатор «НОРМА».

При достижении значения уставки «АВАРИЯ, меньше или больше», загорается соответствующий желтый цветовой индикатор и происходит срабатывание соответствующего реле.

При достижении значения уставки «ОСТАНОВ меньше или больше» (или превышении её) загорается соответствующий красный цветовой индикатор и происходит срабатывание соответствующего реле.

Все реле имеют задержку по срабатыванию. Время задержки по срабатыванию настраивается программным путем в соответствии с «Инструкцией по настройке и регулированию».

Внешний вид лицевой панели и назначение кнопок, регуляторов и индикаторов приведены на рисунке 2.4.

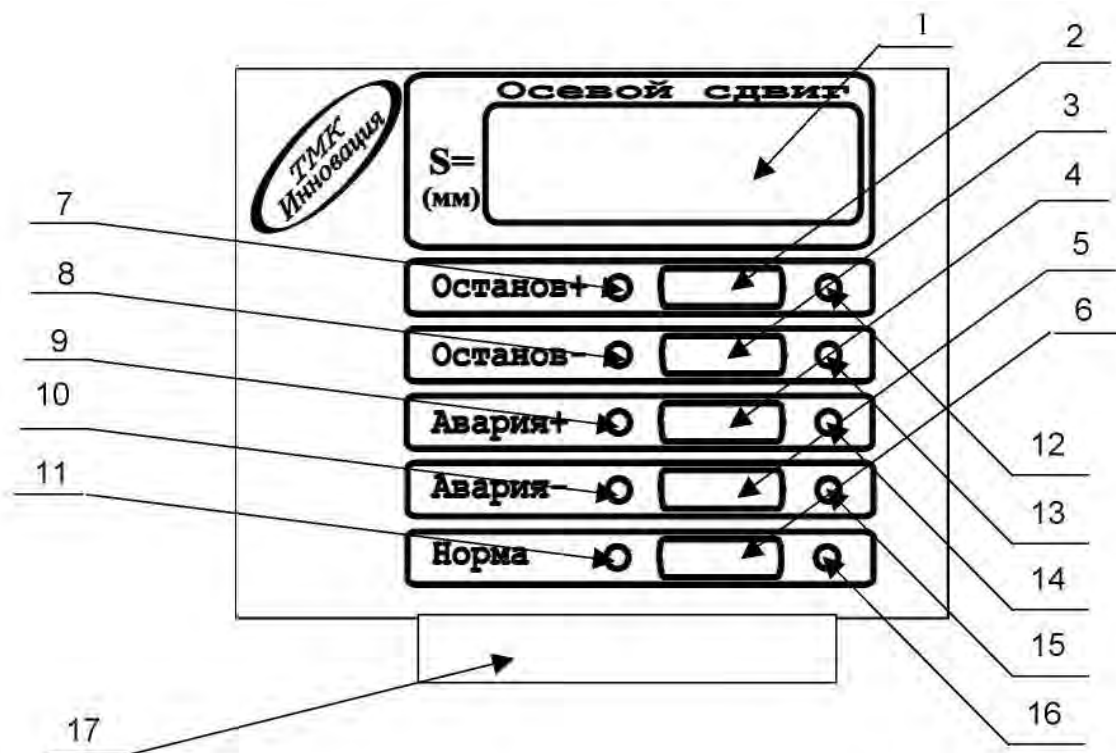


Рисунок 2.4 Внешний вид индикатора измерительного канала осевого сдвига ротора

Цифровой индикатор 1:

- отображение значения текущего осевого сдвига;
- сигнализация обрыва линий питания и сигнала.

Красный светодиод 2. Светится при превышении уровня уставки «ОСТАНОВ больше».

Красный светодиод 3. Светится при превышении уровня уставки «ОСТАНОВ меньше».

Желтый светодиод 4. Светится при превышении уровня уставки «АВАРИЯ больше».

Желтый светодиод 5. Светится при превышении уровня уставки «АВАРИЯ меньше».

Зеленый светодиод 6. Светится при значениях осевого сдвига ниже уставок «АВАРИЯ больше» и «АВАРИЯ меньше».

Кнопка 7 уставки «ОСТАНОВ больше». При нажатии уровень уставки отображается на индикаторе.

Кнопка 8 уставки «ОСТАНОВ меньше» и нажатии уровень уставки отображается на индикаторе.

Кнопка 9 уставки «АВАРИЯ больше». При нажатии уровень уставки отображается на индикаторе.

Кнопка 10 уставки «АВАРИЯ меньше». При нажатии уровень уставки отображается на индикаторе.

Кнопка 11 включения контрольного сигнала и отключения полезного сигнала.

Подстроечный резистор 12 уровня уставки «ОСТАНОВ больше».



Подстроечный резистор 13 уровня уставки «ОСТАНОВ меньше».  
 Подстроечный резистор 14 уровня уставки «АВАРИЯ больше».  
 Подстроечный резистор 15 уровня уставки «АВАРИЯ меньше».  
 Подстроечный резистор 16 уровня контрольного сигнала.  
 Электрический разъем 17.

### Работа с каналом измерений частоты вращения

Назначение органов управления и индикации канала измерений частоты вращения (рисунок 2.5)

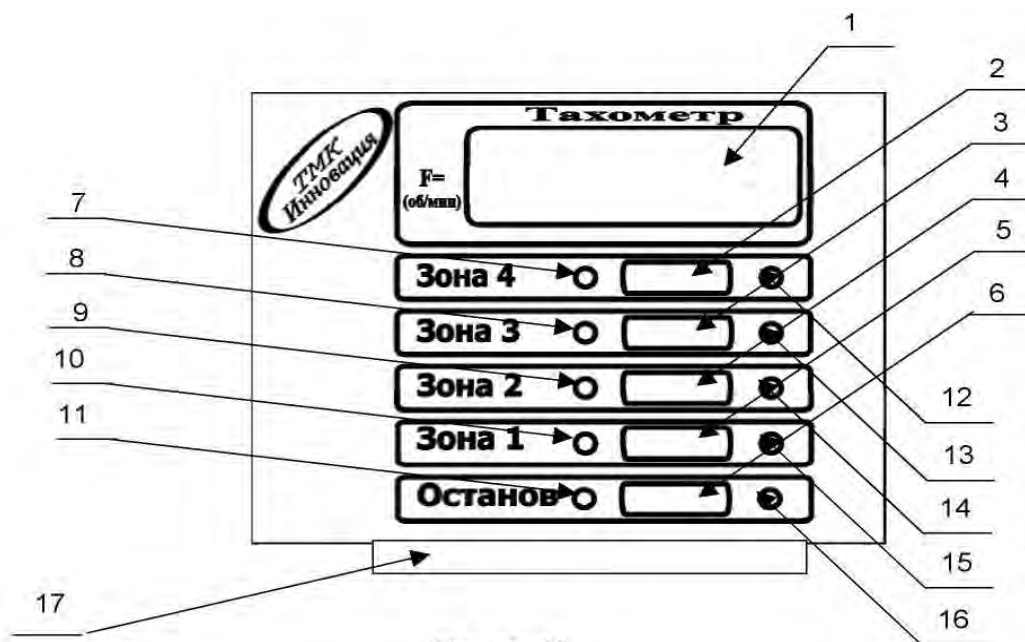


Рисунок 2.5. Внешний вид измерительного канала частоты вращения  
 Цифровой индикатор 1:

- отображение текущего значения частоты вращения вала (об/мин);
- сигнализация обрыва линии питания и сигнала.

Красный светодиод 2. Светится при превышении уровня уставки «ЗОНА 4».

Красный светодиод 3. Светится при превышении уровня уставки «ЗОНА 3».

Желтый светодиод 4. Светится при превышении уровня уставки «ЗОНА 2».

Зеленый светодиод 5. Светится при превышении уровня уставки «ЗОНА 1».

Красный светодиод 6. Светится при остановке агрегата.

Кнопка 7 уставки «ЗОНА 4». Для установки и отображения уставки «ЗОНА 4».

Кнопка 8 уставки «ЗОНА 3». Для установки и отображения уставки «ЗОНА 3».

Кнопка 9 уставки «ЗОНА 2». Для установки и отображения уставки «ЗОНА 2».

Кнопка 10 уставки «ЗОНА 1». Для установки и отображения уставки «ЗОНА 1».

Кнопка 11 включения контрольного сигнала и отключения полезного сигнала.

Подстроечный резистор 12 уровня уставки «ЗОНА 4».

Подстроечный резистор 13 уровня уставки «ЗОНА 3».

Подстроечный резистор 14 уровня уставки «ЗОНА 2».

Подстроечный резистор 15 уровня уставки «ЗОНА 1».

Подстроечный резистор 16 уровня контрольного сигнала.

Разъем 17.

В режиме останова агрегата горит цветовой индикатор «ОСТАНОВ», на цифровом индикаторе 0 об/мин. При изменении частоты вращения значения на индикаторе соответствуют частоте вращения в данный момент.

При достижении значения уставок «ЗОНА 1», «ЗОНА 2», «ЗОНА 3», «ЗОНА 4», (или превышении их), загорается соответствующий цветовой индикатор и происходит срабатывание соответствующего реле.

Для анализа изменения частоты вращения в приборе предусмотрен режим запоминания максимального значения частоты вращения за интервал времени от предыдущего сброса максимума. Просмотр осуществляется одновременным нажатием кнопок «Зона 4» и «Зона 1». Для сброса максимума необходимо одновременно нажать кнопки «Зона 3» и «Зона 1».

Все реле имеют задержку по срабатыванию. Время задержки по срабатыванию настраивается программным путем в соответствии с «Инструкцией по настройке и регулированию».

Наклон поверхности определяется смещением чувствительного элемента датчика относительно маятника, который всегда находится в вертикальном положении. Длина маятника 100мм. Демпфирование колебаний маятника относительно корпуса жидкостное. Усиление и преобразование сигнала датчика производится измерительным преобразователем.

Габаритные чертежи сборочных единиц

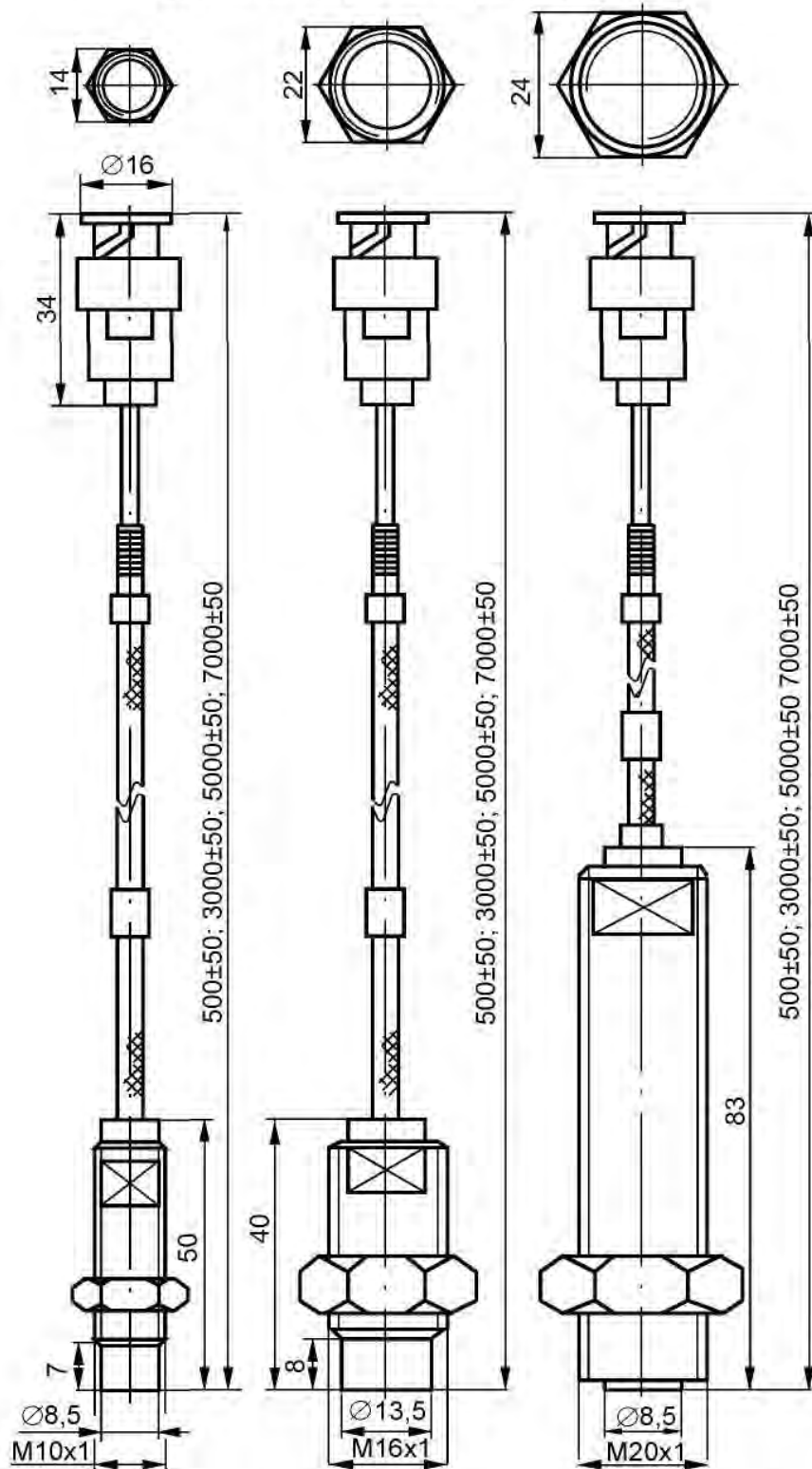


Рисунок Б.1  
Датчик канала измерения  
искривления вала,  
относительной вибрации  
и оборотов мод. А

Рисунок Б.2  
Датчик канала измерения  
осевого сдвига  
искривления вала, и  
оборотов мод. В

Рисунок Б.3  
Датчик канала  
измерения осевого  
сдвига мод. С

Рисунок 2.6. Внешний вид датчиков частоты вращения, осевого сдвига, искривления вала и относительного виброперемещения вала ротора

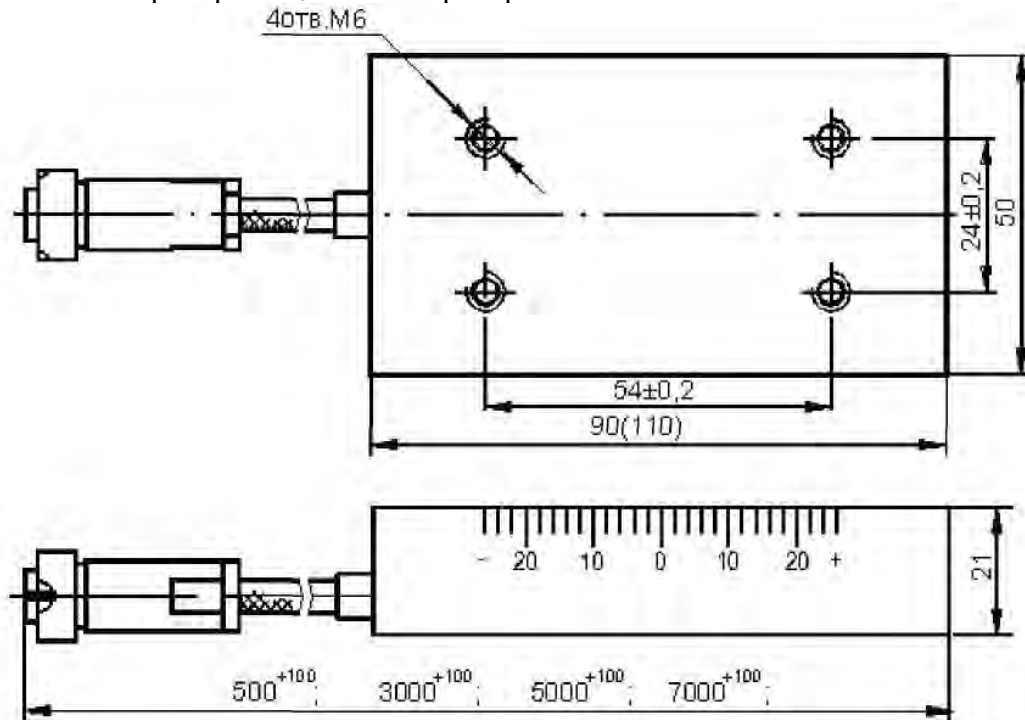


Рисунок Б.4 Датчики канала измерения относительного расширения ротора

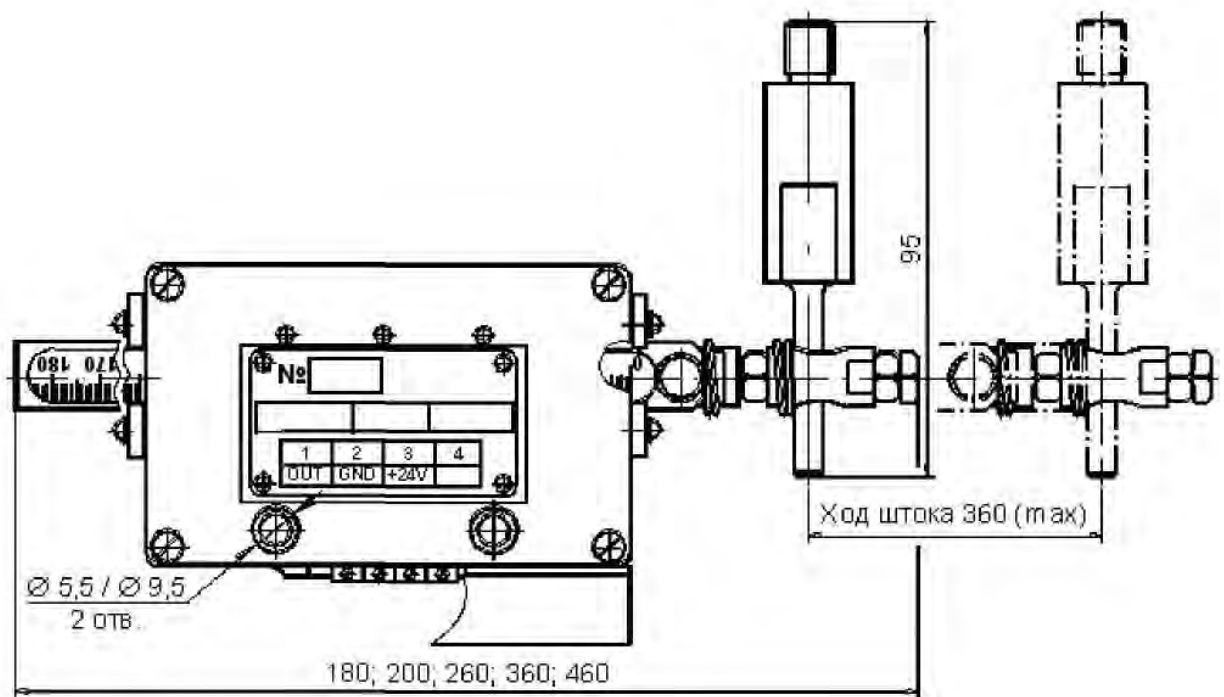
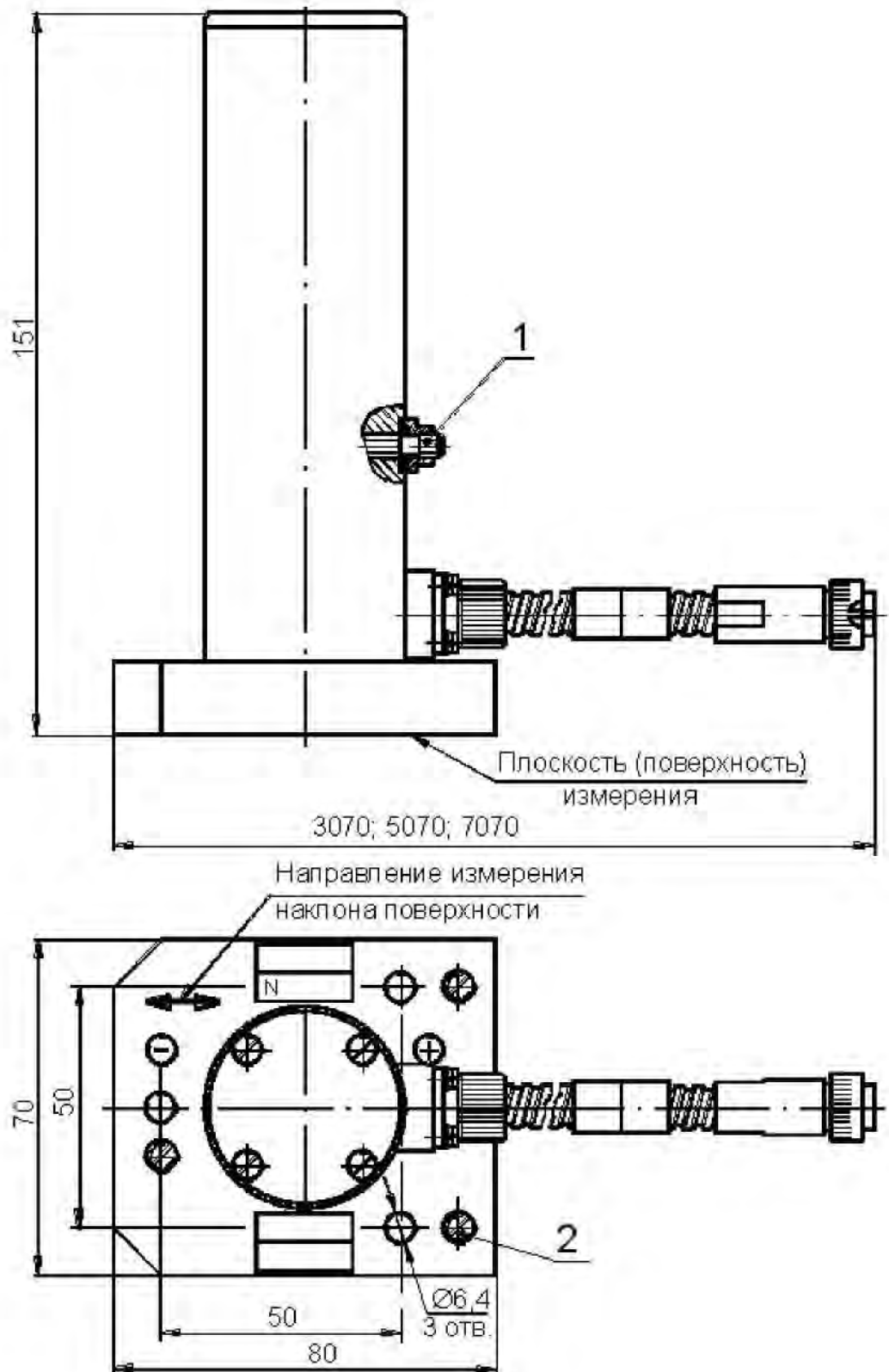
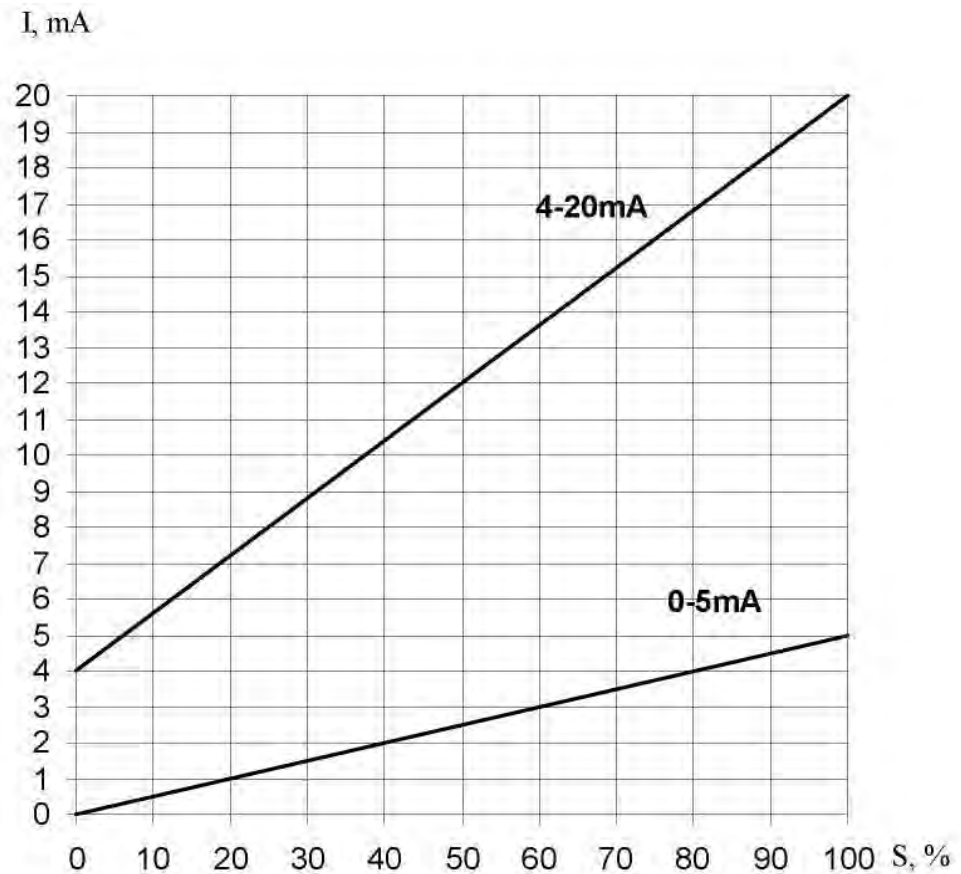


Рисунок 2.7. Внешний вид датчиков относительного расширения ротора



- 1 – винт арретира;
- 2 – регулировочный винт

Рисунок 2.8 Внешний вид датчика уклона



$S$  – диапазон измерения параметра, %;  
 $I$  – выходной ток унифицированных сигналов модулей измерительного контроллера и устройств сбора данных и управления, мА.

Рисунок 2.9. Выходная характеристика унифицированных сигналов (0 - 5 и 4 - 20 мА), модулей измерительного контроллера и устройств сбора данных и управления.

Установка датчика канала измерения осевого сдвига

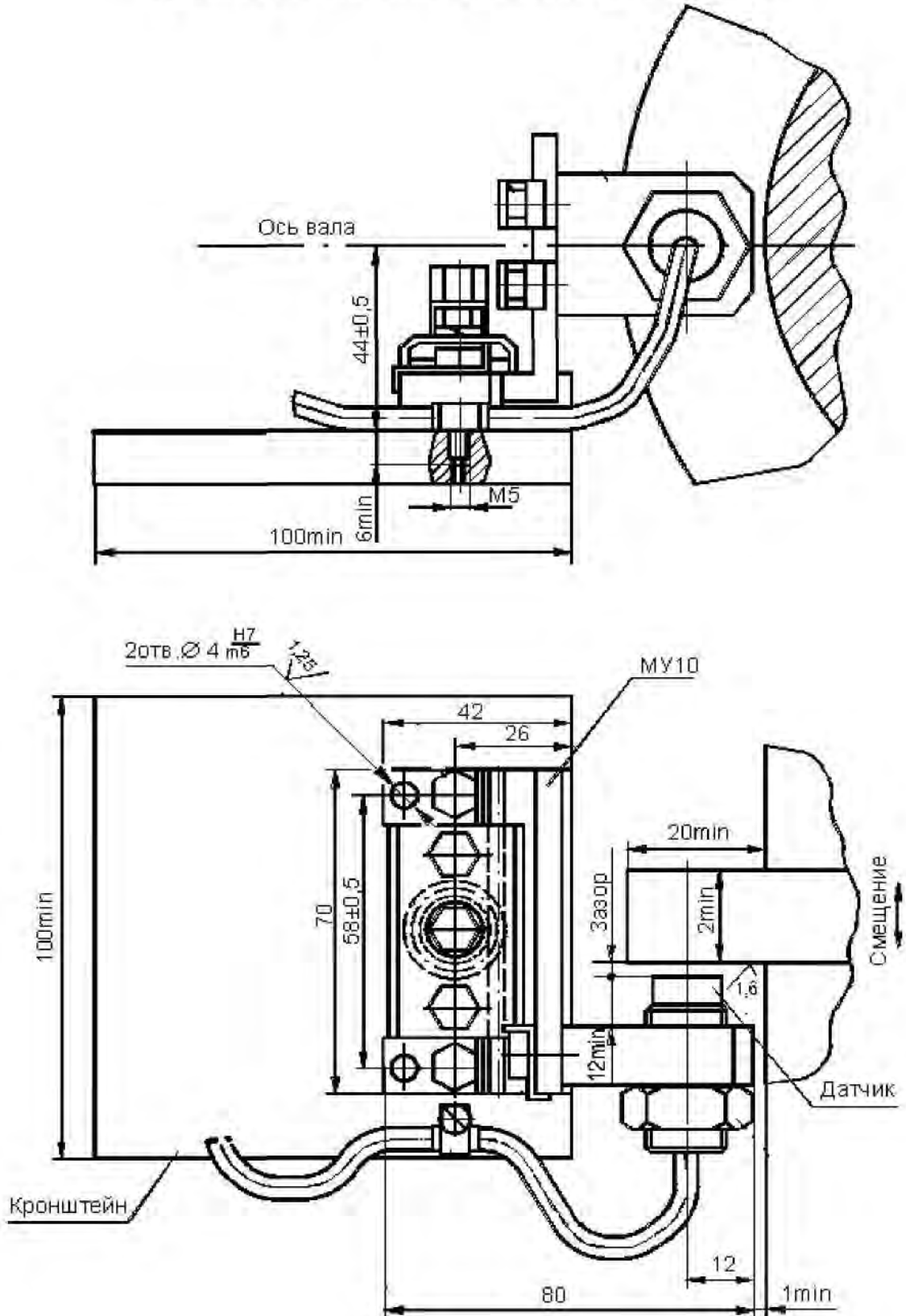
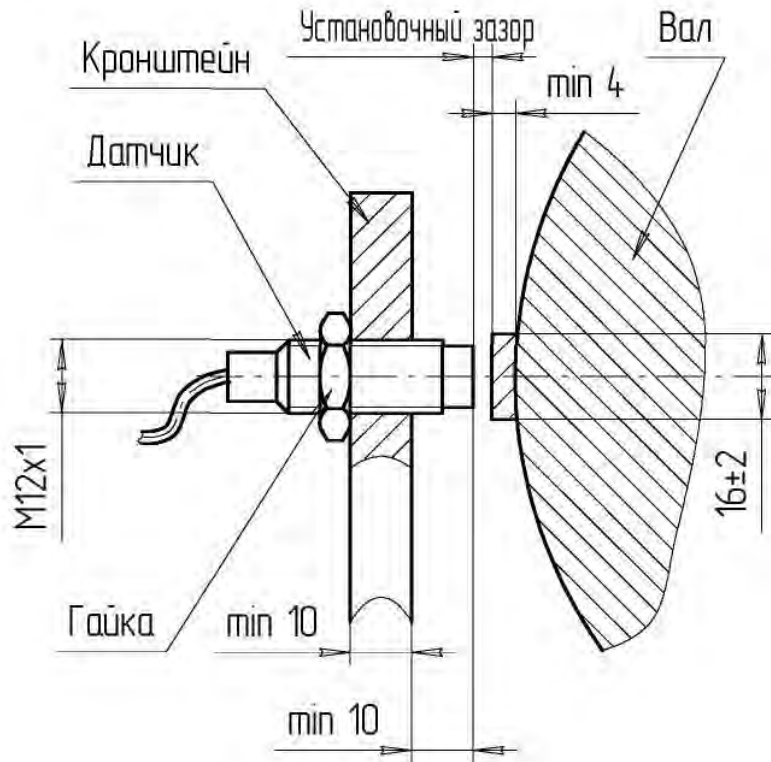
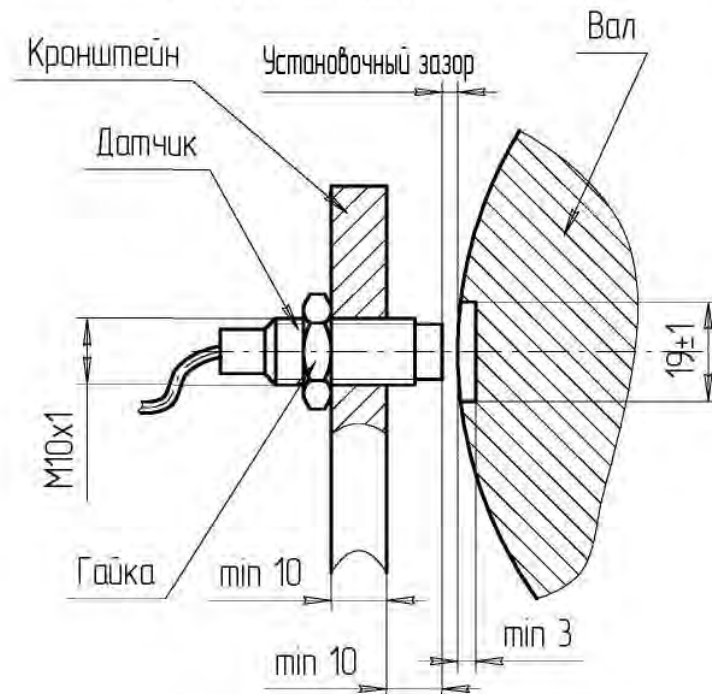


Рисунок 2.10.Схема установки датчика измерений осевого сдвига ротора

### Установка датчика канала измерения частоты вращения



Контрольная поверхность «выступ»



Контрольная поверхность «паз»

Рисунок 2.11.Схема установки датчика частоты вращения



### 3 СИСТЕМЫ ВИБРОБИТ 100, 200 И 300

Аппаратура непрерывного стационарного измерения, контроля, мониторинга параметров механического состояния паровых и газовых турбин, турбокомпрессоров, центробежных насосов и других машин, смонтированных на подшипниках, во время их эксплуатации



Рисунок 3.1. Внешние виды шкафов систем Вибробит 100, Вибробит200 и Вибробит 300.

#### Сфера деятельности

Сферой деятельности предприятия является: разработка, изготовление, шефмонтаж, наладка, обслуживание аппаратуры систем измерения и контроля параметров вибрации и механического состояния паровых и газовых турбин, центробежных насосов, турбокомпрессоров и другого промышленного оборудования.

Область применения аппаратуры - тепловые и атомные электростанции, промышленные предприятия.

Специалисты предприятия имеют двадцатилетний опыт работы в данной области техники, которыми разработано и доведено до серийного производства несколько серий измерительных приборов и систем:

Аппаратура «ВИБРОБИТ 100»

Программно-технический комплекс «ВИБРОБИТ 200»

Программно-технический комплекс «ВИБРОБИТ 300»

Стенды для контроля и проверки выпускаемой продукции у потребителя

Аппаратура «ВИБРОБИТ 100» представляет собой комплект сборочных единиц, выполняющих функции:

- преобразования физической величины в электрический сигнал;
- усиления и преобразования электрических сигналов;
- детектирование;
- индикации результатов измерений;

- сигнализации об опасных уровнях вибрации.

### **Основные характеристики и особенности**

Широкий ассортимент датчиков, преобразователей для контроля всех механических параметров оборудования.

Нормирование метрологических характеристик аппаратуры по узлам. Взаимозаменяемость узлов аппаратуры. Возможность самостоятельного применения узлов аппаратуры в любых измерительных системах.

Высокая степень защиты от помех в линиях связи.

Высокие метрологические характеристики датчиков, преобразователей, плат контроля.

Сигнализация и защита оборудования по любому параметру с дублированием каналов контроля.

Возможность оперативной проверки работы сигнализации и защиты при любом режиме работы оборудования.

Проверка каналов контроля виброскорости без демонтажа вибродатчиков, в том числе на остановленном оборудовании.

Подключения любой регистрирующей, специальной измерительной аппаратуры, в том числе компьютерной.

Наличие стендов для проверки, настройки и поверки узлов аппаратуры у потребителя.

Высокая надежность аппаратуры при оптимальной стоимости.

Состав функциональных узлов аппаратуры обеспечивает измерение параметров в широком диапазоне значений рабочих условий применения, имеет широкую номенклатуру типов датчиков, плат контроля, вспомогательных узлов. Контролируемый параметр измеряется и преобразуется датчиком в электрический сигнал, который подается на преобразователь. В преобразователе происходит усиление сигнала, детектирование, линеаризация, преобразование в унифицированный сигнал постоянного тока.

Сигнал с датчика подается на плату контроля, где он усиливается, фильтруется, детектируется, преобразуется в унифицированный сигнал, сравнивается с уставками (уровнями контроля).

Выходные унифицированные сигналы плат контроля используются для индикации, регистрации и обработки в системах более высокого уровня.

Структурная схема системы Вибробит 300 показана на рисунке 3.2, а структурная схема измерений параметра - на рисунке 3.3.

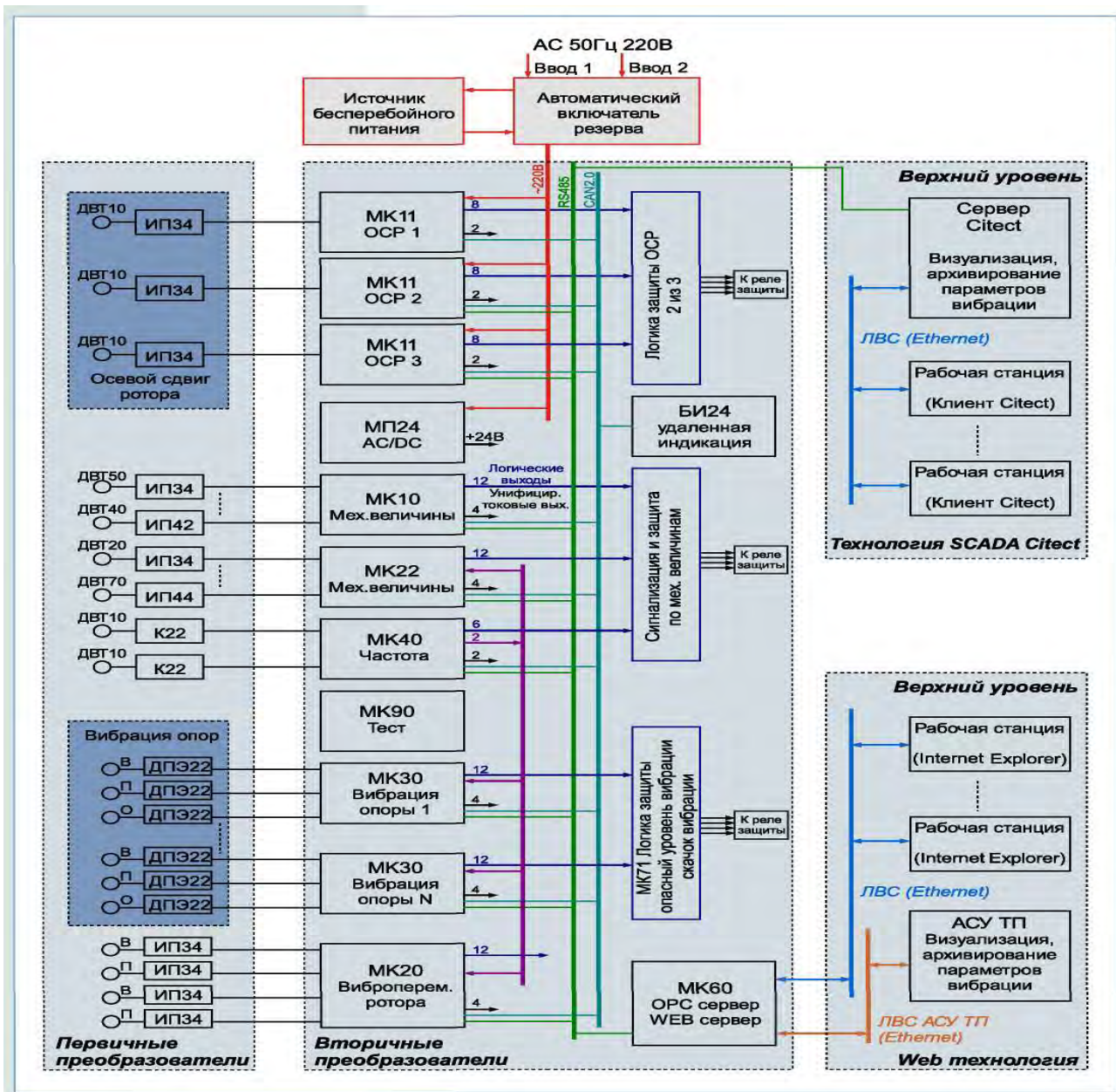


Рисунок 3.2. Структурная схема системы Вибробит 300

Структурная схема измерений параметра представлена на рисунке 3.3.

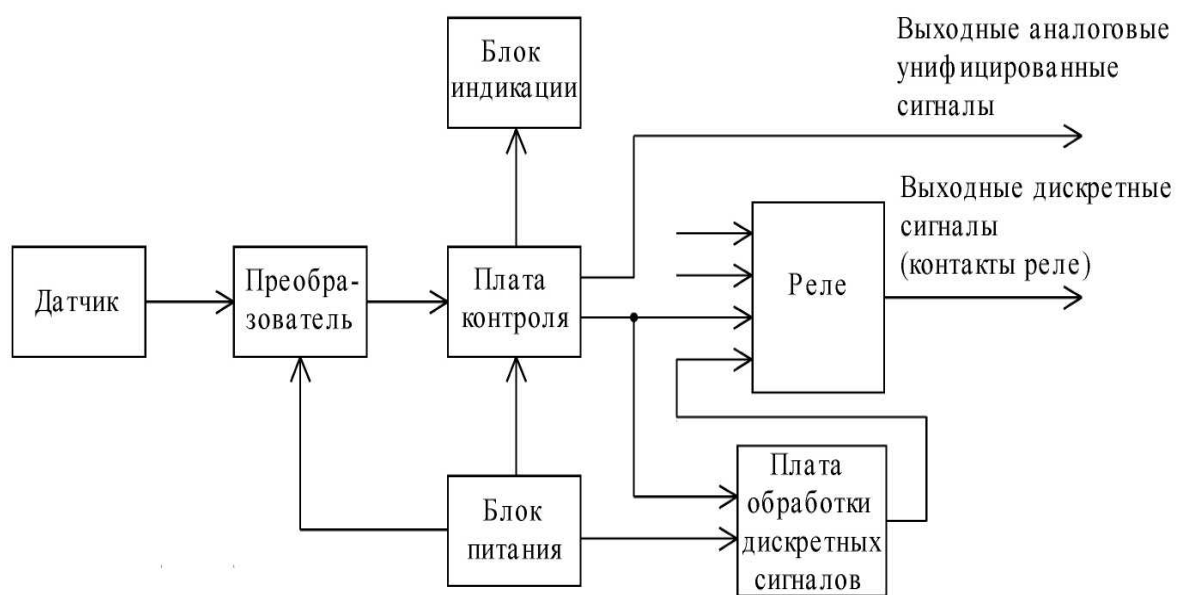


Рисунок 3.3. Структурная схема измерений параметра

**Датчики системы Вибробит100** (показаны на рисунках 3.4 и 3.5).

## Аппаратура «ВИБРОБИТ 100»

## Состав аппаратуры

**ВИБРО  
БИТ**

### Датчики относительного виброперемещения

ДВТ10 – ИП37



Наименование параметра	ИП34 с ДВТ10	ИП37 с ДВТ10
Диапазон измерения смещения (S), мм	0 - 2	
Диапазон измерения размаха относительного виброперем. (Sp), мм:		
- по выходу постоянного тока	-	0,025 - 0,5
- по выходу переменного тока	0,025 - 0,5	0,025 - 0,5
Диапазон частот измерения, Гц	0,05 - 1000	
Выходной сигнал, мА:		
- по выходу постоянного тока	-	4 - 20
- по выходу переменного тока	1 - 5	1 - 5
Номинальное значение коэфф. преобр. для синусоидального сигнала, мА·с/мм:		
- по выходу постоянного тока	-	32
- по выходу переменного тока	0,707	0,707
Пределы основной приведенной погрешн. измерения смещения по выходу 1 - 5 мА, %	±2,5	
Пределы основной относительной погрешн. измерения на базовой частоте 80 Гц, %:		
- по выходу постоянного тока	-	±4,0
- по выходу переменного тока	±4,0	±4,0
Сопротивление нагрузки, Ом, не более:		
- для выходного сигнала 1 - 5 мА	2000	
- для выходного сигнала 4 - 20 мА	500	
Диапазон рабочей температуры, °С:		
- для преобразователя	+5 - +70	
- для датчика	+5 - +180	
Напряжение питания, В	+18 - +36	
Ток потребления, мА, не более	90	115

8

## Аппаратура «ВИБРОБИТ 100»

## Состав аппаратуры

**ВИБРО  
БИТ**

### Датчики и преобразователи смещений

ДВТ10 – ИП34



Параметры датчиков и преобразователей смещений			
Наименование параметра	ИП34	ИП42	ДВТ82
Выходной сигнал, мА	1-5, 4-20		
Номинальное значение коэффиц. преобразования, мА/мм:			
- при выходном сигнале 1..5 мА	4/S		
- при выходном сигнале 4..20 мА	16/S		
Пределы основной приведенной погрешности измерения, %	±2,5		
Сопротивление нагрузки, Ом, не более:			
- для выходного сигнала 1..5 мА	2000		
- для выходного сигнала 4-20 мА	500		
Диапазон рабочей температуры, °С:			
- для преобразователя ИП34, ИП42	+5 - +70		
- для датчика ДВТ82	+5 - +70		
- для датчика ДВТ50	+5 - +125		
- для датчика ДВТ10 - 40, 60	+5 - +180		
Напряжение питания, В	+18 - +36		
Ток потребления, мА, не более	90	110	100

ДВТ 82

Диапазоны:  
0 – 100мм; 0 – 160мм;  
0 – 320мм



6

Рисунок 3.4. Датчики и преобразователи относительного виброперемещения и смещений.

## Аппаратура «ВИБРОБИТ 100»

## Состав аппаратуры

ВИБРО  
БИТ

### Датчики и преобразователи смещений



#### Диапазоны измерения датчиков ДВТ с преобразователем ИП34

Тип датчика	Нулевой зазор, мм	Диапазон измерения смещений, мм
ДВТ10	0,4	0-1; 0-2;
ДВТ20	1,0	0-4
ДВТ30	0,4	0-1; 0-2
ДВТ50	-	0-50; 0-100; 0-160; 0-320
ДВТ60.10	1,0	0-8
ДВТ60.16	3,0	0-12
ДВТ60.20	4,0	0-16

#### Диапазоны измерения датчиков ДВТ с преобразователем ИП42

Тип датчика	Диапазон измерения смещения, при ширине «пояска», «ребня» в мм				
	40	35	30	25	20
ДВТ40.10	0-8	0-12	0-12	0-12	0-8
ДВТ40.20	0-10	0-15	0-20	0-25	0-30
ДВТ40.30	0-30	0-35	0-40	0-45	0-50



## Аппаратура «ВИБРОБИТ 100»

## Состав аппаратуры

ВИБРО  
БИТ

### Датчики наклона поверхности ДВТ70

Наименование параметра	Значение
Диапазоны измерения, мм/м	±1,0; ±2,0; ±5,0
Выходной сигнал, мА	1 – 5, 4 – 20
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5,0
Пределы основной приведенной погрешности измерения, %	±2,5
Чувствительность, мм/м, не менее	0,01
Диапазон рабочей температуры, °С:	
- для преобразователя	+5 – +70
- для датчика	+5 – +125
Допустимый наклон в поперечном направлении, мм/м	±5,0
Напряжение питания, В	+18 – +36
Ток потребления, мА, не более	100



### Компаратор К22 с датчиком ДВТ10, 30

Наименование параметра	А	В	У
Расстояние срабатывания для ферромагнитного материала (S), мм	0,8 – 1,5		
Выходной сигнал, мА:			
- «0»	1,0 – 1,3	4 – 5	1 – 2 В
- «1»	4,7 – 5,0	19 – 21	20 – 22 В
Сопротивление нагрузки, кОм, не более	2,0	0,5	1,0
Частота срабатывания, Гц, не менее	4000		
Диапазон рабочей температуры, °С:			
- для компаратора	+5 – +70		
- для датчика	+5 – +180		
Напряжение питания, В	+18 – +36		
Ток потребления, мА, не более	40	60	50

Рисунок 3.5. Датчики и преобразователи смещений, наклона поверхности и датчик с компаратором

### Модули контроля аппаратуры «Вибробит 300»

Модули контроля аппаратуры «Вибробит 300» предназначены для построения систем АСКВ непрерывного стационарного измерения, контроля, мониторинга параметров механического состояния паровых и газовых турбин, турбокомпрессоров, центробежных насосов и других машин, смонтированных на подшипниках, во время их эксплуатации. Типы измерительных модулей аппаратуры Вибробит 300 приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Типы измерительных модулей.

Описание	Модуль	Измеряемые параметры	Примечание
4-канальный модуль измерения сигналов постоянного тока	МК10	Механические величины	
2-канальный модуль измерения сигналов постоянного тока Существует вариант исполнения с питанием от сети АС 50 Гц 220 В	МК11	Механические величины	Защита по осевому сдвигу ротора
4-канальный модуль измерения размаха виброперемещения методом спектрального анализа	МК20	Относительное виброперемещение Искривление ротора	
Модуль измерения абсолютного виброперемещения ротора методом спектрального анализа	МК21	Относительное виброперемещение ротора Абсолютная вибрация опоры Абсолютное виброперемещение опоры Абсолютное виброперемещение ротора	Исследовательское назначение
Универсальный 4-канальный высокоскоростной измерительный модуль	МК22	Механические величины Обороты ротора Искривление ротора	Период измерений от 0,1 сек.
4-канальный модуль измерения СКЗ виброскорости методом спектрального анализа	МК30	Абсолютная вибрация опор	
Универсальный 4-канальный измерительный модуль постоянных и переменных сигналов методом спектрального анализа	МК32	Все виды параметров вибрации	Выпуск во втором квартале 2009 г.
2-канальный модуль измерения тахометрических сигналов	МК40	Обороты ротора	Функции АБ
Модуль интерфейсов, позволяющий подключить модули контроля к АСУ ТП предприятия по протоколу OPC DA	МК60	Функции визуализации результатов измерений	
Модуль контроля положения бойков противозгонного автомата безопасности (АБ)	МК61	Специализированный модуль	Положения бойков АБ
Модуль логики защитного отключения	МК70	16 входов	
Модуль логики защитного отключения	МК71	48 входов	
8-канальный модуль проверки каналов измерения, срабатывания сигнализации и защиты	МК90		
8-канальный модуль проверки каналов измерения, срабатывания сигнализации и защиты, совмещенный с 60 Вт АС/DC преобразователем	МК91		
Источник питания АС/DC 60 Вт	МП24		DC выход +24В
Источник питания АС/DC 30 Вт	МП25		DC выход +24В

Модули контроля делятся по функциональному признаку на несколько групп:

**Измерительные модули** - выполняют обработку сигналов с датчиков, вычисляют значение измеряемых вибрационных параметров, формируют логические сигналы защитного отключения оборудования, а также поддерживают цифровые интерфейсы связи.

**Логические модули** - объединяют логические сигналы модулей контроля для формирования сигнала защитного отключения оборудования по опасному уровню вибрации или скачку вибрации согласно действующим руководящим документам (РД), ГОСТ и ПТЭ.

**Модули проверки** - позволяют провести проверку каналов измерения модулей контроля, а также работу логики сигнализации и защитного отключения.

**Интерфейсные модули** - предоставляют возможность считывать результаты измерений вибрационного состояния оборудования по протоколу OPC DA и предоставляют сервис по просмотру результатов измерений с применением интернет технологий.

**Модули питания** - AC/DC преобразователи для питания модулей аппаратуры, преобразователей датчиков постоянным напряжением +24 В.

**Измерительные модули выполняют следующие функции:**

- измерение текущих значений контролируемых параметров;
- расчет дополнительных параметров вибрации;
- формирование унифицированных сигналов по току, пропорциональных измеренным параметрам;
- сравнение значения параметров с уставками и сигнализация их превышения, формирование логических сигналов для системы сигнализации и защиты оборудования;
- диагностика исправности измерительного канала и канала связи;
- визуализация текущих результатов измерений параметров вибрации на встроенных цифровых индикаторах;
- поддержка цифровых интерфейсов связи (RS485, CAN2.0B, диагностический интерфейс).

Наличие стандартизованных интерфейсов управления и унифицированных выходов обеспечивает аппаратуре «Вибробит 300» электрическую и функциональную совместимость с другими типами средств измерений и информационно-измерительными системами. Конструктивное и функциональное исполнение узлов аппаратуры позволяет собирать различные по назначению, составу и количеству измеряемых параметров системы АСКВ.

#### **Общее описание измерительных модулей**

В измерительных модулях контроля аппаратуры «Вибробит 300» применяются высокопроизводительные микроконтроллеры, предназначенные для цифровой обработки сигналов в режиме реального времени.

Структурная схема измерительного модуля контроля показана на рисунке 3.6.



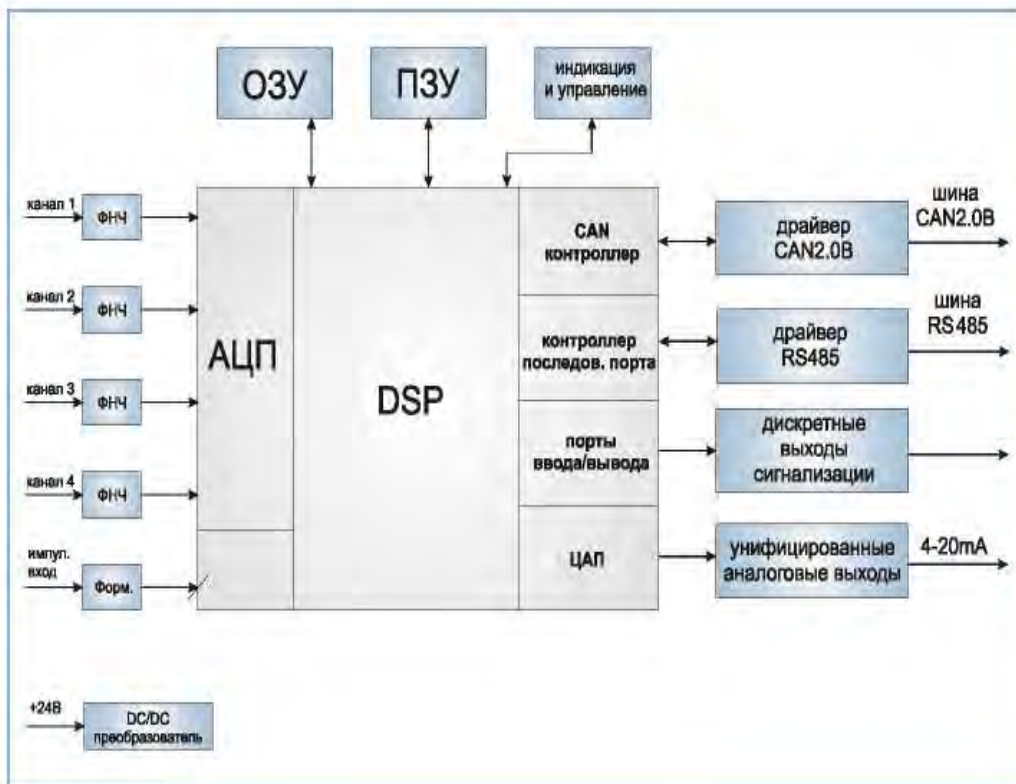


Рисунок 3.6. Структурная схема измерительного модуля контроля

**Структура и исполнение измерительных модулей (рисунок 3.7)**

Все модули ПТК АСКВД «ВИБРОБИТ 300» поддерживают интерфейсы:

- **CAN2.0B** – для удаленного отображения измеренных параметров, автономного хранения;
- **RS485 с протоколом ModBus** – для включения ПТК АСКВД «ВИБРОБИТ 300» в состав создаваемых и существующих АСУ ТП или подключения ПК;
- **Диагностический интерфейс** – предназначен для выполнения настройки, получения полной информации о работе модуля с помощью диагностического прибора или компьютера.

Модули контроля поставляется в 2-х вариантах исполнения:

- **Вариант 'Slim'** – ограниченная система индикации, лицевая панель 20мм. Настройка, просмотр измеренных значений и состояния в режиме реального времени модуля возможно только по цифровым интерфейсам связи.
- **Вариант 'Full'** – расширенная система индикации и управления, лицевая панель 40мм. На лицевой панели расположен 7-ми сегментный цифровой индикатор или графический ЖКИ, дополнительные светодиоды индикации и управляющие кнопки.

Все настройки режимов работы модулей контроля осуществляются с помощью персонального компьютера или специализированного диагностического прибора. Для настройки модулей контроля с помощью персонального компьютера на компьютере должна быть запущена соответствующая программа, а модуль должен быть подключен к USB интерфейсу компьютера через плату диагностического интерфейса MC01USB.



Рисунок 3.7. Техническое исполнение измерительных модулей контроля.

Измерительные модули контроля (рисунок 3.7) выпускаются в нескольких вариантах лицевых панелей, отличающихся между собой шириной лицевой панели и составом средств индикации и управления (обозначение без типа модуля):

DC - узкая лицевая панель 4HP (20 мм) 3U, ограниченная система сигнализации состояния модуля с помощью 4-х светодиодов.

DC-11-лицевая панель 8HP (40 мм) 3U, яркий цифровой 7-сегментный индикатор с расширенной системой индикации и управления модулем (4 кнопки). На индикаторе отображается значение одного из измеряемых параметров.

DC-001 - лицевая панель 8HP (40 мм) 3U, специализированный цифро-символьный ЖКИ с возможностью отображения результатов измерений по всем канала одновременно, 2 управляющие кнопки выбора отображаемой информации.

DC-20 - лицевая панель 8HP (40 мм) 3U, графический жидко кристаллический индикатор 122x32 с подсветкой, 2 управляющие кнопки выбора отображаемой информации. На индикаторе отображается значение измеряемых параметров в виде гистограммы (один параметр по всем каналам) или несколько основных параметров одного из каналов измерения.

AC-11-S - лицевая панель 8HP (40 мм) 3U, тумблер включения питания, яркий цифровой 7-сегментный индикатор с расширенной системой индикации и управления модулем (4 кнопки). На индикаторе отображается значение одного из измеряемых параметров.

Вне зависимости от варианта исполнения измерительного модуля на лицевой панели всегда присутствуют потайная кнопка сброса модуля, разъем диагностического интерфейса, ручка демонтажа модуля из секции. Маркировка измерительного модуля контроля приведена на рисунке 3.8

### Маркировка измерительных модулей контроля



Пример записи модуля МК40 с переменным напряжением 220 В 50 Гц, имеющим 8HP, цифровой 7-сегментный индикатор и тумблер питания на лицевой панели: МК40-АС-11-S.

Рисунок 3.8. Маркировка измерительного модуля контроля  
 Различные типы модулей контроля показаны на рисунках 3.9...3.16.

## Модуль контроля МК11

Модуль контроля МК11 (ВПША.421412.3011) – 2-канальный модуль измерения механических величин.

Измерительный модуль контроля МК11 предназначен для измерения вибрационных, механических и теплотехнических параметров, представленных сигналами постоянного тока или напряжения по двум независимым каналам. Модуль МК11 имеет повышенную скорость измерения (период измерения 0,25 секунд), возможность питания от сети переменного тока 50 Гц 220 В и оптимизирован для контроля осевого сдвига ротора.

### Основные вычисляемые параметры

- Постоянный ток датчика.
- Значение механических величин вибрации, представленных сигналами постоянного тока.
- Значение напряжения питания +24 В (средствами 2-го канала).

### Основные функциональные характеристики

- Контроль исправности датчика и канала измерения.
- Усреднение результатов измерения.
- Четыре независимые установки для каждого канала измерения с выбором направления срабатывания и гистерезисом.
- Автоматическое переключение индикации на отображение основного измеряемого параметра (канал 1).
- Режим проверки работы каналов измерения и элементов сигнализации, защитного отключения.

### Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Диапазоны измерения и сигнализации постоянных сигналов	определяется типом датчика
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения, %:	
- по цифровому индикатору	±1,0
- по унифицированному сигналу	±1,0
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с	0,25
Напряжение питания для варианта МК11-AC-11-S, В	AC 50 Гц 176 – 242 DC 246 – 350
<i>Примечание:</i> Остальные характеристики смотрите в таблицах общего описания измерительных модулей.	

### Техническая документация

- Руководство по эксплуатации аппаратуры «Вибробит 300». ВШПА.421412.300 РЭ.
- Инструкция по настройке модуля МК11. ВПША.421412.3011 И1.

## Модули контроля



### Измеряемые параметры

- Механические величины, представленные сигналами постоянного тока

### Особенности

- 2 независимых канала измерения
- 2 унифицированных токовых выходов
- 8 логических выходов
- Цифровые интерфейсы CAN2.0B, RS485

### Варианты исполнения

- МК11-DC
- МК11-DC-11
- МК11-AC-11-S

Рисунок 3.9. Измерительный модуль контроля МК11

### Модули контроля



#### Измеряемые параметры

- Относительное виброперемещение ротора
- Искривление (эксцентриситет) ротора

#### Особенности

- 4 канала измерения
- 2 входа синхронизации
- 6 унифицированных токовых выходов
- 12 логических выходов
- Цифровые интерфейсы CAN2.0B, RS485

#### Варианты исполнения

- МК20-DC
- МК20-DC-20

### Модуль контроля МК20

Модуль контроля МК20 (ВГША.421412.302) – 4-канальный модуль измерения размаха виброперемещения.

Модуль МК20 предназначен для измерения размаха виброперемещения (относительного виброперемещения ротора) по четырем независимым каналам методом спектрального анализа с разрешением 1 Гц. Для измерения общего уровня виброперемещения и оборотных составляющих одновременно для каждого из каналов измерений выполняется по два БПФ с различной частотой дискретизации сигнала датчика. Дополнительно к основным параметрам в модуле МК20 выполняется расчет параметров вибрации, необходимых для диагностики вибрационного состояния оборудования.

#### Основные вычисляемые параметры

- Постоянный ток датчика.
- Зазор между датчиком и контрольной поверхностью.
- Общий уровень размаха виброперемещения (5 – 500 Гц).
- НЧ составляющие размаха виброперемещения (5 – 1/2 F).
- ВЧ составляющие размаха виброперемещения (2 F – 500 Гц).

#### Дополнительные вычисляемые параметры

- Частота вращения ротора (F).
- Размах оборотных составляющих виброперемещения 1/2, 1 – 10.
- Фаза оборотных составляющих виброперемещения 1/2, 1 – 5.

#### Основные функциональные характеристики

- Контроль исправности датчика и канала измерения.
- Усреднение результатов измерения.
- Три независимых уставки по общему уровню размаха виброперемещения.
- Одна уставка по низкочастотной (НЧ) составляющей размаха виброперемещения.
- Детектирование скачка общего уровня размаха виброперемещения.
- Детектирование скачка 1-й оборотной размаха виброперемещения и ее фазы.

Четыре независимых канала измерения модуля МК20 позволяют контролировать относительное виброперемещение ротора в расточке обоих подшипников в поперечном и вертикальном направлении.

Модуль МК20 может применяться для измерения искривления (эксцентриситета) ротора, при этом основным параметром канала измерения становится 1-я оборотная составляющая размаха виброперемещения

Рисунок  
3.10.Измерительный модуль  
контроля МК20

## Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Диапазоны измерения зазора, мм	0 – 1 0 – 2
Диапазоны измерения размаха относительного виброперемещения, мм	0,01 – 0,25 0,02 – 0,50
Диапазон измерения частоты вращения ротора, об/мин	3 – 12 000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения постоянного сигнала, %: - по цифровому индикатору - по унифицированному сигналу	$\pm 0,5$ $\pm 1,0$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения переменного сигнала, %: - по цифровому индикатору - по унифицированному сигналу	$\pm 1,0$ $\pm 1,0$
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения фазы оборотных составляющих, град., не более	$\pm 4,0$
Базовая частота измерений, Гц	$80 \pm 1$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в диапазонах частот, %: - 5 – 10 Гц - 10 – 250 Гц - 250 – 500 Гц	+2,0; -10,0; $\pm 2,0$ +2,0; -10,0
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с	0,5
<i>Примечание:</i> Остальные характеристики смотрите в таблицах общего описания измерительных модулей.	

### Техническая документация

- Руководство по эксплуатации аппаратуры «Вибробит 300». ВШПА.421412.300 РЭ.
- Инструкция по настройке модулей. ВПША.421412.300 И1.

Рисунок 3.11 Основные технические характеристики измерительного модуля контроля МК20

**Новинка!****Измеряемые параметры**

- Механические величины, представленные сигналами постоянного тока
- Искривление (эксцентриситет) ротора
- Частота вращения ротора

**Особенности**

- 4 канала измерения
- Дополнительные функции по каналам измерения
- 2 входа синхронизации
- 4 унифицированных токовых выхода
- 12 логических выходов
- Цифровые интерфейсы CAN2.0B, RS485

**Варианты исполнения**

- МК22-DC
- МК22-DC-11
- МК22-DC-001

Модуль контроля МК22 (ВПША.421412.3022) – универсальный 4-канальный модуль измерения механических величин.

Высокоскоростной универсальный 4-канальный измерительный модуль контроля МК22 предназначен для измерения постоянных и тахометрических сигналов датчиков, а также искривления (эксцентриситета) ротора турбины.

Основной функцией каналов измерения модуля МК22 является измерение постоянных сигналов с периодом 0,1 секунды (скорость реакции алгоритмов защиты от 0,1 секунды). Кроме измерения постоянных сигналов каждый канал модуля МК22 может быть настроен для работы в расширенном режиме:

- **Канал 1** – измерение частоты вращения ротора (тахометрический сигнал).
- **Канал 2** – измерения частоты вращения ротора (тахометрический сигнал).
- **Канал 3** – измерение искривления (эксцентриситета) ротора (переменный сигнал).
- **Канал 4** – линеаризация сигнала датчика (постоянный сигнал).

**Основные вычисляемые параметры**

- Постоянный ток датчика.
- Значение механических величин вибрации, представленных сигналами постоянного тока.

**Основные функциональные характеристики**

- Контроль исправности датчика и канала измерения.
- Усреднение результатов измерения.
- Четыре независимых уставки для каждого канала измерения с выбором направления срабатывания и гистерезисом.
- Контроль стабильности измеряемого параметра, сохранение минимального и максимального значения параметра.
- Реализация дополнительных алгоритмов измерения параметров (индивидуально для каждого из каналов).

**Дополнительные функции каналов измерения**

- Измерение частоты вращения ротора:
  - измерения частоты вращения ротора от 1 об/мин при контрольной поверхности «Паз»;
  - настраиваемое число зубьев шестерни (число импульсов на оборот ротора);
  - обнаружение останова ротора и возможность проверки синхронизации останова ротора;
  - повторение опорных тахометрических импульсов для синхронизации модулей контроля, вычисляющих оборотные составляющие и их фазы.
- Измерение искривления ротора:
  - вычисление прогиба ротора по 1-й оборотной составляющей или полигармоническому сигналу датчика;
  - возможность синхронизации от тахометрических импульсов с контрольной поверхностью «Шестерня» (фазы оборотных составляющих не вычисляются);
  - блокировка измерения прогиба ротора при выходе частоты вращения ротора за установленные пределы;
  - линеаризация сигнала датчика;
  - кусочно-линейная аппроксимация (ток – значение измеряемого параметра);
  - до 16 записей (15 отрезков) в таблице линеаризации.

Рисунок 3.12.  
Измерительный модуль  
контроля МК22

## Модули контроля



### Измеряемые параметры

- Частота вращения ротора

### Особенности

- 2 канала измерения
- 2 выхода синхронизации
- 2 унифицированных токовых выхода
- 6 логических выходов
- Цифровые интерфейсы CAN2.0B, RS485

### Варианты исполнения

- МК40-DC
- МК40-DC-11
- МК40-DC-001
- МК40-AC-11-S

## Модуль контроля МК40

Модуль контроля МК40 (ВГПША.421412.304) – 2-канальный модуль измерения тахометрических сигналов.

Измерительный модуль контроля МК40 предназначен для измерения частоты вращения ротора при работе с контрольной поверхностью типа «Паз» или «Шестерня» по двум независимым каналам измерения. Модуль МК40 имеет повышенную скорость измерения (период измерения от 0,1 секунд), возможность питания от сети переменного тока 50 Гц 220 В.

Первый канал измерения может быть настроен в режим противоразгонного автомата, определяющий частоту вращения ротора по нескольким импульсам сигнала датчика. При работе на контрольную поверхность типа «Шестерня» время сигнализации превышения частоты вращения ротора может составлять от 2 мс (время формирования логического сигнала).

### Основные вычисляемые параметры

- Постоянный ток датчика.
- Частота вращения ротора.
- Значение напряжения питания +24 В (средствами 2-го канала).

### Основные функциональные характеристики

- Контроль исправности датчика и канала измерения.
- Настройка числа зубьев шестерни.
- Усреднение результатов измерения.
- Три независимые уставки для каждого канала измерения с выбором направления срабатывания и гистерезисом.
- Детектирование останова ротора.
- Определение максимальной частоты вращения ротора.
- Автоматическое переключение индикации на отображение основного измеряемого параметра (канал 1).
- Режим проверки работы каналов измерения и элементов сигнализации, защитного отключения.
- Синхронизация измерительных модулей контроля для вычисления оборотных составляющих и их фазы.

### Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Диапазон измерения частоты вращения ротора, об/мин	1 – 10 000
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности канала измерения оборотов ротора, об/мин, не более	±2,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения постоянного сигнала по унифицированному сигналу, %, не более	±1,0
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с	0,1 – 1,0
Напряжение питания для варианта МК40-AC-11-S, В	AC 50Гц 176 – 242 DC 246 – 350

*Примечание:* Остальные характеристики смотрите в таблицах общего описания измерительных модулей.

### Техническая документация

- Руководство по эксплуатации аппаратуры «Вибробит 300». ВШПА.421412.300 РЭ.
- Инструкция по настройке модуля МК40. ВГПША.421412.304 И1.

Рисунок 3.13. Измерительный модуль контроля МК40 и его основные технические характеристики



## Модуль контроля МК61

Модуль контроля МК61 (ВПША.421412.3061) – модуль контроля положения бойков противоразгонного автомата безопасности.

Модуль контроля МК61 предназначен для измерения и контроля выхода бойка противоразгонного автомата безопасности ротора паровых или газовых турбин. В модуле МК61 реализованы два канала измерения: частота вращения ротора, положение бойков автомата безопасности.

Алгоритмы определения нулевого положения бойков автомата безопасности и ведение журнала зависимости положения бойков от частоты вращения ротора позволяют применять модуль МК61 для тестирования и калибровки противоразгонного автомата безопасности.

### Основные вычисляемые параметры

- Постоянный ток датчика.
- Частота вращения ротора.
- Зазор между датчиком и контрольной поверхностью.
- Положение бойка противоразгонного автомата безопасности.

### Основные функциональные характеристики

- Контроль исправности датчика и канала измерения.
- Усреднение результатов измерения.
- Четыре независимые установки для каждого канала измерения с выбором направления срабатывания и гистерезисом.
- Детектирование останова ротора.
- Определение нулевого положения бойков.
- Журнал движения бойка автомата безопасности в зависимости от частоты вращения ротора.

### Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Диапазон измерения частоты вращения ротора, об/мин	6 – 6 000
Тип контрольной поверхности при измерении частоты вращения ротора	«Паз»
Диапазон измерения выхода бойка АБ, мм	0 – 6
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения постоянного сигнала, %:	
- по цифровому индикатору	±0,5
- по унифицированному сигналу	±1,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения переменного сигнала, %:	
- по цифровому индикатору	±1,0
- по унифицированному сигналу	±1,0
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности канала измерения оборотов ротора, об/мин, не более	±2,0
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с	0,5
<i>Примечание:</i> Остальные характеристики смотрите в таблицах общего описания измерительных модулей.	

### Техническая документация

- Руководство по эксплуатации аппаратуры «Вибробит 300». ВШПА.421412.300 РЭ.
- Руководство по эксплуатации ВМ61. ВПША.421412.342 РЭ.

## Модули контроля



### Измеряемые параметры

- Частота вращения ротора
- Положение бойка АБ

### Особенности

- 2 канала измерения
- 2 унифицированных токовых выхода
- 12 логических выходов
- Цифровые интерфейсы CAN2.0B, RS485

### Варианты исполнения

- МК61-DC
- МК61-DC-001

Рисунок 3.14. Измерительный модуль контроля МК61 и его основные технические характеристики

### Выносной блок индикации БИ24

Блок индикации БИ24 (ВПША.421412.316) предназначен для удаленного отображения результатов измерения параметров вибрации модулями контроля. БИ24 поддерживает интерфейсы CAN2.0В (БИ24-С), RS485 (БИ24-R, БИ24-IR), а также имеет возможность самостоятельного измерения частоты вращения ротора (БИ24-I, БИ24-IR).

Подключение БИ24 к модулям контроля осуществляется по интерфейсу CAN2.0В. Модули контроля периодически отправляют сообщения с результатами измерений, а модуль БИ24 принимает их и отображает на 4-разрядном 7-сегментном индикаторе.

#### Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Число десятичных разрядов индикатора	4
Контрольная поверхность для измерения частоты	«Паз»; «Шестерня»
Диапазон измерения частоты, об/мин	3 – 10 000
Напряжение питания, В	+(24±1)
Ток потребления, мА, не более	70

#### Техническая документация

- Руководство по эксплуатации аппаратуры «Вибробит 300». ВШПА.421412.300 РЭ.
- Инструкция по настройке модулей. ВПША.421412.300 И1.



#### Особенности

- Интерфейсы RS485, CAN2.0В
- Контроль целостности линии связи
- Измерение частоты вращения ротора
- Настройка отображаемой информации
- Настройка яркости свечения индикатора

#### Варианты исполнения

- БИ24-I
- БИ24-R
- БИ24-С
- БИ24-IR

Рисунок 3.15. Выносной блок индикации и его основные технические характеристики

## Прибор наладчика ПН31

Прибор наладчика ПН31 (ВПША.421412.332) предназначен для настройки и проверки состояния аппаратуры модулей контроля и блоков индикации аппаратуры «Вибробит 300» при регулировке, монтаже и обслуживании.

### Состав

- Карманный персональный компьютер (КПК).
- Кабель диагностического интерфейса MC02 USB.
- Диск с программным обеспечением «TunningModul».

В ПН31 применяется КПК с операционной системой Windows Mobile 5 или выше, и установленной средой .NET Compact Framework 2. С модулем контроля программа соединяется через кабель диагностического интерфейса MC01 USB или MC02 USB, которые подключаются к КПК через USB-Host.

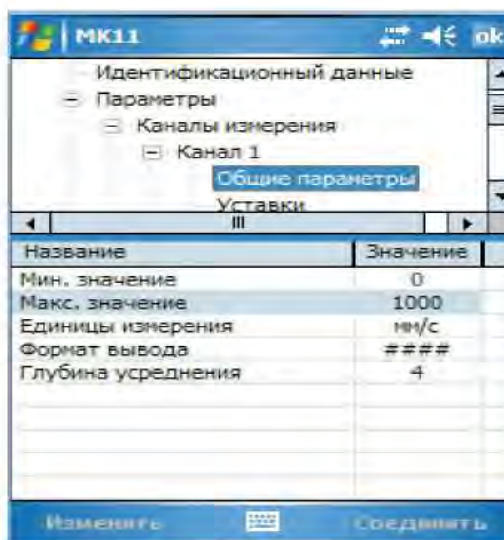
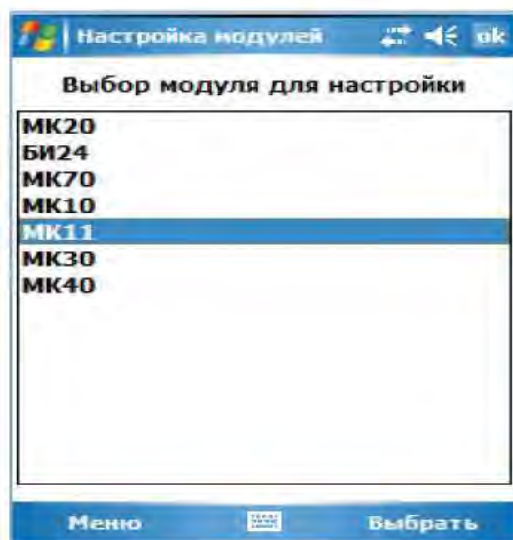
Программа «TunningModul» предназначена для просмотра результатов измерений и корректировки параметров работы модулей контроля через диагностический интерфейс модулей. Программа имеет простой, универсальный интерфейс.

### Основные функции программы «TunningModul»

- Просмотр идентификационных данных модуля.
- Просмотр и редактирование параметров модуля, каналов измерения, интерфейсов связи.
- Выполнение команд модулей контроля.
- Просмотр результатов измерений и флагов состояния модуля.

Виды поддерживаемых модулей контроля и состав параметров, доступных для корректировки/просмотра, определяются составом внешних файлов описания модулей контроля, имеющих формат XML. С помощью тестового редактора можно отредактировать состав параметров уже поддерживаемых модулей или создать описание для новых модулей контроля, выпускаемых ООО НПП «Вибробит».

### Окно выбора модуля контроля    Настройка параметров



### Техническая документация

- Руководство по эксплуатации ПН31. ВПША.421412.332 РЭ.



Рисунок 3.16. Прибор наладчика ПН31.

## 4 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ИТ14

### Применение

Система контроля, управления и диагностики ИТ14 является распределенным

комплексом программно-технических средств сбора и анализа данных и предназначена

для:

- защиты, управления, мониторинга и диагностики;
- реализации функций автоматики;
- балансировки валов.

Система как самостоятельное изделие либо в составе агрегатной автоматики применима на любом силовом оборудовании, совершающем вращательные и/или возвратно-поступательные движения: в газовой промышленности (переработка природного и попутного нефтяного газа); при транспортировке природного газа и нефти; в энергетике (атомные электростанции, гидроэлектростанции, тепловые электростанции); в нефтеперерабатывающей промышленности; в металлургической промышленности; в химической и нефтехимической промышленности.

Система ИТ14 обеспечивает защиту технологического оборудования по вибрационным параметрам в соответствии с соответствующей нормативной документацией. На базе комплекса ИТ14 могут быть созданы:

- измерительные системы;
- системы мониторинга технического состояния;
- системы технологической защиты;
- системы управления;
- системы диагностики.

Системы мониторинга создаются на основе системы сбора и обработки данных, к которой подключены системы измерения заданных параметров.

Системы защиты создаются на основе системы сбора и обработки данных повышенной надежности с резервированной системой электропитания, к которой

подключаются резервированные измерительные системы, и имеют, как правило, выходные каналы управления для останова агрегата.

Системы управления создаются на основе системы сбора и обработки данных повышенной надежности с резервированной системой электропитания, к которой подключаются резервированные измерительные системы, и имеют устройства ввода дискретных сигналов и выходные каналы управления: аналоговые, дискретные и цифровые - для связи с исполнительными механизмами.

Шкаф с оборудованием системы ИТ14 показан на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 Шкаф с оборудованием системы ИТ14.

Система ИТ14 является проектно-компонуемым изделием. Конкретное исполнение системы: перечень входных и выходных сигналов и данных, выполняемые функции, алгоритмы обработки, видеокadres (мнемосхемы), схемы размещения и т. д., определяется техническим заданием на систему и проектной документацией.

Особенностью комплексных систем, построенных на базе системы ИТ14, является возможность поэтапного построения системы контроля, управления и диагностики в зависимости от конечной цели Заказчика.

**Система измерения механических величин роторного оборудования**

## Назначение

Данное исполнение системы предназначено для измерения частоты вращения вала, осевого смещения ротора, абсолютных и относительных перемещений узлов турбоагрегатов в процессе эксплуатации в соответствии с требованиями эксплуатационной документации по нормализации температурных расширений.

### Функции

- измерение частоты вращения вала;
- измерение осевого смещения ротора;
- измерение положения сервомотора (штока задвижки);
- измерение величины "искривление ротора";
- измерение теплового (абсолютного) расширения цилиндров (корпусов);
- измерение относительного расширения ротора;
- измерение уклонов корпусов подшипников, рам, ригелей;
- вычисление трендов любой измеряемой или вычисляемой физической величины;
- сравнение измеренных и вычисленных параметров с пороговыми величинами (предупредительными или аварийными уставками, до четырех уставок по каждому каналу) в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;
- выдача измеренных и вычисленных параметров, а также предупредительных и аварийных сообщений при срабатывании уставок в систему верхнего уровня по протоколу CAN;
- выдача измеренных параметров в виде токовых сигналов (4-20) мА или (0-5) мА;
- выдача дискретных сигналов о срабатывании предупредительных и/или аварийных уставок (опционально);
- выдача сообщений о неисправности канала в систему верхнего уровня по протоколу CAN и/или дискретным выходам.

### Система датчиков и преобразователей (рисунок 4.2)

Частота вращения вала - одноканальный преобразователь тахометрический ИТ14.14.000 с датчиком токовихревым ИТ12.30.000.

Осевое смещение ротора - одноканальные преобразователи ИТ14.12.000 с датчиками токовихревыми ИТ12.30.000.

Положение сервомотора - одноканальный преобразователь ИТ14.12.000 датчиком токовихревым контактным ИТ12.36.000.

Величина "искривление ротора" - одноканальный преобразователь ИТ14.12.000 с датчиком токовихревым ИТ12.30.000.

Тепловое расширение корпуса (цилиндра) - датчик токовихревой линейный ИТ14.33.000 или одноканальный преобразователь ИТ14.12.000 с датчиком токовихревым контактным ИТ12.36.000 или датчиком токовихревым ИТ12.30.000 (в зависимости от диапазона измерений).

Относительное расширение ротора - датчик токовихревой линейный ИТ14.33.000 или одноканальный преобразователь ИТ14.12.000 с датчиком токовихревым ИТ12.30.000 (в зависимости от диапазона измерений).

Уклон (ригеля, корпуса подшипника и т. п.) - одноканальный преобразователь ИТ14.12.000 с датчиком ИТ12.30.000 и устройством измерений уклона ИТ15.30.100.

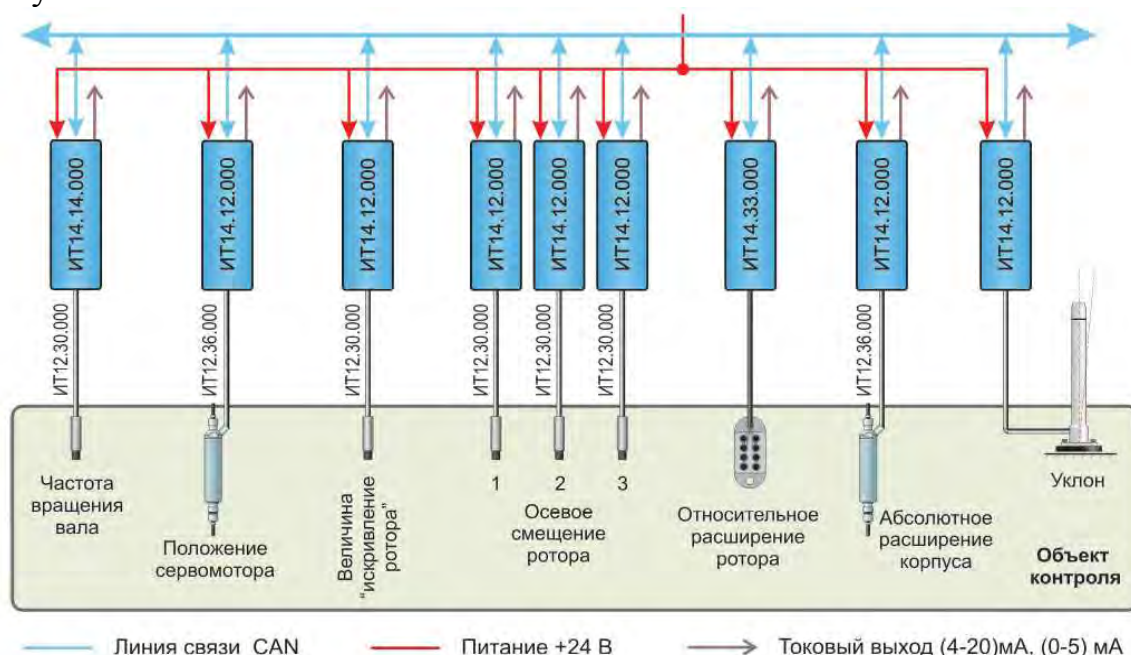


Рисунок 4.2. Структурная схема измерений механических величин роторного оборудования

### Описание системы

Система измерений механических величин роторного оборудования состоит из первичных преобразователей, вторичных преобразователей и линий связи.

Первичные преобразователи преобразуют измеренное значение физической величины в электрический сигнал. Вторичные преобразователи преобразуют электрический сигнал от датчиков в цифровой и токовый сигналы. По цифровому каналу вторичные преобразователи по интерфейсу CAN передают потребителям значение измеренной физической величины, сигналы о срабатывании предупредительных и аварийных уставок, сигнал о неисправности канала и другие измеренные и вычисленные величины.

По токовому каналу выдается электрический сигнал, пропорциональный измеренному значению физической величины.

Канал измерений частоты вращения вала дополнительно обеспечивает управление валоповоротным устройством в непрерывном или периодическом режимах (параметры управления валоповоротным устройством задаются при конфигурировании); выдачу сигнала останова вала ("ноль" оборотов), а также выдачу сигнала при превышении или понижении частоты вращения вала, заданной предупредительными и аварийными уставками.

При необходимости обеспечения защиты агрегата по превышению частоты вращения вала по логике "2 из 3-х" в состав системы включаются три канала измерений частоты вращения вала.



Для обеспечения защиты агрегата по осевому смещению ротора по логике "2 из 3-х" в состав системы включаются три канала измерения осевого смещения на каждый ротор.

Для обеспечения нормализации тепловых расширений агрегата в соответствии с РД 34.30.506-90 в состав системы включаются:

- каналы измерений абсолютного расширения - по количеству подвижных опор по левой и правой сторонам;

- каналы измерений уклона - по количеству подвижных опор по левой и правой сторонам.

В состав системы могут быть включены каналы измерения положения штока сервомоторов - по количеству сервомоторов. Вторичные преобразователи размещаются вблизи объекта контроля (не более 10 метров от места установки датчика).

#### **Технические средства для измерений и контроля:**

**Преобразователь ИТ14.12.000** (рисунок 4.3)- микропроцессорный виброанализатор, выполняющий полную обработку сигнала относительной вибрации. Выдача информации осуществляется: по протоколу CAN, гальванически развязанному с измерительными цепями преобразователя, и/или в виде унифицированного токового сигнала, и/или двух дискретных сигналов.

**Преобразователь ИТ12.12.000** (рисунок 4.4) выполнен по схеме с цифровой коррекцией амплитудной характеристики, имеет аналоговые выходы сигнала относительной вибрации и относительного перемещения.

**В составе преобразователей ИТ12.12.000 и ИТ14.12.000 используются:**

- **датчик токовихревой ИТ12.30.000** с диаметром катушек 5, 8, 10, 16, 32 и 48 мм с различными вариантами корпуса, удлинителя, кабельного прохода и исполнения кабеля;

- **устройство измерений уклона ИТ15.30.100** маятникового типа в комплекте датчиком ИТ12.30.000;

- **датчик токовихревой контактный ИТ12.36.000** с телескопическим корпусом и рабочими диапазонами измерений 40, 80, 170, 245, 250, 345 и 360 мм.

**Датчик токовихревой линейный ИТ14.33.000** обеспечивают бесконтактное измерение расстояний (линейных смещений) при движении контролируемой поверхности вдоль основания датчика.



рис. 1. ПТВ в корпусе ИТ12.10.100



рис. 2. ПТВ, установленный в соединительную коробку, с датчиком ИТ12.30.000



Рисунок 4.3 Цифровой преобразователь токовихревой ИТ14.12.000.

## Применение

**Цифровой преобразователь токовых роторов ИТ14.12.000 (ПТВ)**, показанный на рисунках 4.3 и 4.4, применяется для измерений расстояния, виброперемещения с анализом спектра, величины "искривление ротора", уклона контролируемой поверхности (например, ригеля) и передачи измеренных значений потребителю в цифровом виде по линии связи CAN и/или в виде унифицированного токового сигнала, и/или по двум дискретным выходам.

### Функции

- измерение расстояния (ОСР - осевого смещения ротора, ОРР – относительного расширения ротора, АРР - абсолютного расширения ротора и т. п.);
- измерение размаха или амплитуды виброперемещения в заданном диапазоне частоты;
- измерение величины "искривление ротора";
- измерение спектра виброперемещения в рабочем диапазоне частоты;
- выделение гармонических составляющих синусоидального сигнала (виброперемещения), кратных частоте следования синхроимпульсов или принятой по линии связи частоте и определения их параметров - амплитуды, частоты и фазы (для гармоник, кратных частоте, принятой по линии связи, только амплитуда и частота);
- назначение уставок на измеряемые и вычисляемые параметры;
- назначение и расчет трендов на измеряемые и вычисляемые параметры;
- определение скачка амплитуды виброперемещения по одной гармонической составляющей;
- хранение и выдача в линию связи CAN измеренного значения параметра;
- выдача в линию связи CAN и/или по двум дискретным выходам (опционально) сигнала неисправности ПТВ и срабатывания предупредительных и аварийных уставок;
- выдача токового сигнала в диапазоне от 4 до 20 мА или от 0 до 5 мА, пропорционального измеренной физической величине.

### Дополнительные возможности

- возможность вычисления спектра сигнала (четыре "длинных" вектора) в заданном диапазоне частоты от 5 до 1000 Гц;
- имеет переменную, настраиваемую на вычисление расстояния;
- имеет переменную, настраиваемую на вычисление размаха виброперемещения в заданном диапазоне частоты от 5 до 1000 Гц;
- имеет переменную, настраиваемую на вычисление величины "искривление ротора";
- три набора переменных ("короткие" векторы), в состав каждого из которых входят пять гармоник (амплитуда, частота и фаза), кратных частоте следования

меток по линии синхронизации (внутренний тахометр) или частоте, принятой по линии связи CAN от одного из двух внешних тахометров (при этом значение фазы измерено быть не может);

- десять переменных для вычисления трендов, назначаемых на измеряемые и вычисляемые параметры;

- тридцать переменных, сохраняющих значения уставок, назначаемых на измеряемые и вычисляемые параметры;

- возможность выполнения условий срабатывания уставки скачка вибрации (изменение на величину  $dX$  за интервал времени  $t$ , которые задаются при конфигурировании).

### **Конструктивное исполнение**

Одноканальный ПТВ состоит из предусилителя токовихревого, смонтированного в пластмассовом корпусе, и одного датчика токовихревого ИТ12.30.000 с кабелем или датчика токовихревого контактного ИТ12.36.000 с кабелем, или устройства измерения уклона (УИУ) ИТ15.30.100 с датчиком ИТ12.30.000.

ПТВ устанавливается в соединительную коробку или измерительный шкаф.

	Амплитуда гармоника виброперемещения	Размах виброперемещения	Величина "искривление ротора"	Расстояние	Уклон
Диапазон измерений	<b>в мкм:</b> от 3 до 300 от 5 до 500 от 6 до 600 от 10 до 1000	<b>в мкм:</b> от 6 до 600 от 10 до 1000; от 12 до 1200; от 20 до 2000	<b>в мкм:</b> от 6 до 600; от 10 до 1000; от 12 до 1200; от 20 до 2000	<b>с датчиком ИТ12.30.000, в мм:</b> от 0 до 1,9; от 0 до 3,0; от 0 до 4,5; от 0 до 6,0; от 0 до 12,0; от 0 до 18,0 <b>с датчиком ИТ12.36.000, в мм:</b> от 0 до 80; от 0 до 170; от 0 до 250; от 0 до 360; от 0 до 40; от 0 до 245; от 0 до 345	<b>в мм/м:</b> ± 4
Пределы допускаемой основной относительной погрешности в рабочем диапазоне амплитуд, %	$\pm (4,0 + 0,4 \cdot (L_{\delta} / L_{изм}))$ , где $L_{\delta}$ – верхнее значение диапазона измерения, мкм $L_{изм}$ – измеренное значение, мкм		$\pm (4,0 + 0,5 \cdot (L_{\delta} / L_{изм}))$ ,	-	-
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении расстояний (уклона), %	-	-	-	± 2 – с ИТ12.30.000; ± 1,5 – с ИТ12.36.000	± 2
Диапазон рабочих частот, Гц	от 5 до 1000	от 5 до 1000	от 0,02 до 10,00	-	-
Пределы допускаемой основной относительной погрешности в рабочем диапазоне частот, %	± 5		± 5	-	-
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении частоты, Гц	± 0,1	-	-	-	-
при измерении по токовому выходу					
Диапазон выходного тока, мА	-	от 0 до 5; от 4 до 20			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении физической величины, мкм (мм, мм/м)	$\pm 1,1 \sqrt{(\Delta^2 + (0,005 \cdot L_{\delta, м})^2)}$ <p>где <math>\Delta = (0,04 \cdot L_{изм} + 0,004 \cdot L_{\delta})</math> – основная абсолютная погрешность при измерении размаха виброперемещения, мкм,  <math>\Delta = (0,04 \cdot L_{изм} + 0,005 \cdot L_{\delta})</math> – основная абсолютная погрешность при измерении величины "искривления ротора", мкм,  <math>\Delta = (0,01 \cdot \gamma \cdot L \cdot [L_{max} - L_{min}])</math> – основная абсолютная погрешность при измерении расстояния (уклона), мм (мм/м),  <math>L_{\delta, м}</math> – разница максимального и минимального значений диапазона измерения физической величины, настроенной на токовый выход, мкм (мм, мм/м),  <math>L_{\delta}</math> – верхнее значение диапазона измерения физической величины, мкм (мм, мм/м),  <math>L_{изм}</math> – измеренное значение физической величины, мкм (мм, мм/м),  <math>\gamma \cdot L</math> – основная приведенная погрешность при измерении расстояния (уклона) в зависимости от применяемого датчика, %,  <math>[L_{max} - L_{min}]</math> – диапазон измерения физической величины, мкм (мм, мм/м)</p>				

Рисунок 4.4. Основные технические данные цифрового преобразователя токовихревого ИТ14.12.000

## Преобразователь токовихревой ИТ12.12.000

### Применение

Преобразователь токовихревой ИТ12.12.000 (ПТВ) (рисунки 4.5 и 4.6) применяется для бесконтактного измерения: расстояния (осевого смещения ротора, относительного расширения ротора, абсолютного расширения и т. д.) и уклона контролируемой поверхности (например, ригеля) с выходом по

напряжению или по току; мгновенного значения виброперемещения (ВСМ); размаха виброперемещения (ПИК ВСМ);

Сигнал от датчика поступает на вход ПТВ и преобразуется в напряжение переменного тока, пропорциональное размаху гармоники виброперемещения (ВСМ), напряжение постоянного тока, пропорциональное размаху виброперемещения (ПИК ВСМ) и напряжение постоянного тока или ток в диапазоне от 4 до 20 мА, пропорциональные расстоянию между датчиком и объектом контроля.

Конструктивное исполнение

Одноканальный ПТВ состоит из предусилителя токовихревого, смонтированного в пластмассовом корпусе ИТ12.10.100, и одного датчика токовихревого ИТ12.30.000 с кабелем или датчика токовихревого контактного ИТ12.36.000 с кабелем, или устройства измерения уклона (УИУ) ИТ15.30.100 с датчиком ИТ12.30.000.

ПТВ устанавливается в соединительную коробку или измерительный шкаф. Степень защиты ПТВ от внешних воздействий (пыли, воды и т. п.) по ГОСТ14254:

- корпус ПТВ- IP40;
- корпус ПТВ при монтаже в соединительной коробке (шкафу) - IP 66 (IP54);
- датчик токовихревой контактный ИТ12.36.000 с кабелем - IP 54;
- датчик токовихревой ИТ12.30.000 с кабелем - IP 67;
- корпус УИУ ИТ15.30.100-IP 54.
- Возможно взрывозащищенное исполнение ПТВ с "повышенным уровнем надежности против взрыва" (при монтаже в соединительной коробке). Маркировка взрывозащиты "2ExseПТ6 (0 °С < t<sub>a</sub>< 70 °С)".
- Габаритные размеры корпуса ПТВ - 127x55x24 мм.
- Масса ПТВ для разных исполнений от 0,5 до 5,5 кг.



рис. 1. ПТВ в корпусе ИТ12.10.100



рис. 2. ПТВ, установленный в соединительную коробку, с датчиком ИТ12.30.000



рис. 3. ПТВ в комплекте с УИУ ИТ15.30.100 и датчиком ИТ12.30.000

Рисунок 4.5 Преобразователь токовихревой ИТ12.12.000 (ПТВ)

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

	Температура окружающего воздуха, °С	Относительная влажность окружающего воздуха при +35 °С, %
ПТВ	от 0 до +70	до 90
ИТ12.36.000	от 0 до +80	до 90
ИТ12.30.000	от 0 до +180	до 95
ИТ15.30.100	от 0 до 100	до 95

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон измерений	ВСМ	ПИК ВСМ	Искривление ротора	Расстояние	Уклон
	<i>в мкм:</i> от 3 до 300; от 5 до 500; от 6 до 600; от 10 до 1000	<i>в мкм:</i> от 6 до 600; от 10 до 1000; от 12 до 1200; от 20 до 2000	<i>в мкм:</i> от 6 до 600; от 10 до 1000; от 12 до 1200; от 20 до 2000	<i>с датчиком ИТ12.30.000, в мм:</i> от 0 до 1,9; от 0 до 3,0; от 0 до 4,5; от 0 до 6,0; от 0 до 12,0; от 0 до 18,0  <i>с датчиком ИТ12.36.000, в мм:</i> от 0 до 80; от 0 до 170; от 0 до 250; от 0 до 360; от 0 до 40; от 0 до 245; от 0 до 345	<i>в мм/м:</i> ± 4

Рисунок 4.6. Основные технические характеристики преобразователя токовихревой ИТ12 12.000

### Применение

**Датчик токовихревой ИТ12.30.000** (рисунки 4.7 и 4.8) предназначен для бесконтактного измерения виброперемещения, расстояний (линейных смещений объекта контроля), частоты вращения валов, величины "искривление ротора".

Датчик применяется в составе преобразователей токовихревых ИТ12.12.000, ИТ14.12.000 и тахометрических ИТ12.14.000, ИТ14.14.000.

#### Конструктивное исполнение

Конструктивно датчик состоит из корпуса, катушки, кабеля и заглушки.

Датчик выпускается в нескольких модификациях в зависимости от диаметра катушки (5, 8, 10, 16, 32 и 48 мм), типа корпуса (цилиндрический, Т-образный, с электроизоляцией от бронерукава, с удлинителем), типа заделки кабеля (10 типов заделки).

Кабель заключен в гибкий рукав из нержавеющей стали. Длина кабеля варьируется от 1 до 10 метров.

Степень защиты корпуса датчика с кабелем от внешних воздействий (пыли, воды и т. п.) по ГОСТ14254 -IP67.

Масса датчика с кабелем в зависимости от исполнения - от 0,2 до 6 кг.





*датчик с диаметром катушки 8 мм*



*датчик с диаметром катушки 16 мм*

Рисунок 4.7. Схема конструктивного исполнения датчика токовихревого ИТ12.30.000

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

ИТ12.30.000	Температура окружающего воздуха, °С	Относительная влажность окружающего воздуха при +35 °С, %
	от -40 до +150	до 95

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Сопротивление датчика по постоянному току, Ом	не более 20
Электрическое сопротивление изоляции, МОм	не более 20
Характеристики в составе преобразователей	
Диапазон измерения размаха виброперемещения, мкм	от 6 до 600; от 10 до 1000; от 12 до 1200; от 20 до 2000
Диапазон измерения расстояния, мкм	от 0 до 1900; от 0 до 3000; от 0 до 4500; от 0 до 6000; от 0 до 12000; от 0 до 18000 для датчиков с диаметрами катушек 5, 8, 10, 16, 32 и 48 мм соответственно
Диапазон измерения искривления ротора, мкм	от 6 до 600; от 10 до 1000; от 12 до 1200; от 20 до 2000
Диапазон измерения скорости вращения валов, об/мин	от 1 до 50000

### ПРИМЕР ДАТЧИКА (с цилиндрическим корпусом)

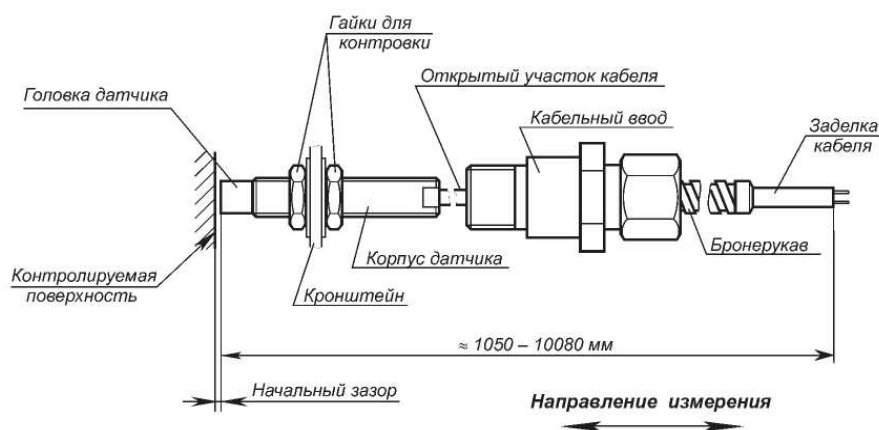


Рисунок 4.8 Основные технические характеристики и схема крепления датчика токовихревого ИТ12.30.000

## Устройство измерений уклона ИТ15.30.100

### Применение

Устройство измерений уклона ИТ15.30.100 (УИУ) (рисунок 4.9) предназначено для измерения уклона контролируемой поверхности (например, ригеля).

УИУ применяется с преобразователем токовихревым ИТ12.12.000 (ИТ14.12.000) в комплекте с датчиком токовихревым ИТ12.30.000 с диаметром катушки 8 мм.

Основные характеристики:

- диапазон измерений уклона,  $\pm 4,0$  мм\м;
- пределы допускаемой основной приведенной погрешности ИУИ в комплекте с ПТВ,  $\pm 2,0$  %.

### Конструктивное исполнение

Конструктивно УИУ состоит из трубчатого корпуса, свободно подвешенного маятника и основания. В верхней части корпуса расположены твердосплавные опоры маятника. В нижней части находится резьбовое отверстие для установки токовихревого датчика ИТ12.30.000 и фланцевое крепление корпуса к основанию болтами со сферическими шайбами. Сопрягаемая с основанием поверхность корпуса имеет сферическую форму для обеспечения установки корпуса относительно основания в диапазоне углов  $\pm 5^\circ$ .

УИУ крепится на объект контроля с помощью трех анкерных болтов.

Степень защиты УИУ от внешних воздействий (пыли, воды и т. п.) по ГОСТ14254:

ИТ15.30.100 - IP54; корпус датчика ИТ12.30.000 в сборе с кабелем - IP67.

Габаритные размеры УИУ: высота - 373 мм,

диаметр основания - 119 мм. Масса УИУ - не более 4 кг.



Рисунок 4.9 Устройство измерений уклона ИТ15.30.100

## **5. СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОВЫХ РАСШИРЕНИЙ И ВИБРОСОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТУРБОАГРЕГАТОВ НА БАЗЕ АППАРАТУРЫ “ЛМЗ-97”**

Настоящее описание составлено для ознакомления с аппаратурой технологического контроля тепловых расширений и вибросостояния энергетических турбоагрегатов “ЛМЗ-97” и содержит следующие сведения:

- назначение и составные части аппаратуры;
- условия эксплуатации;
- назначение и технические характеристики составных частей.

Сервисное обеспечение, обучение персонала:

- расширение состава и функциональных возможностей аппаратуры;
- подключение к компьютерным сетям и АСУ.

Достоинства аппаратуры:

- взаимозаменяемость составных частей, датчиков, предварительных усилителей и модулей-мониторов (одного типа) в приборах вторичной аппаратуры – приборах ИВВ-03 (03С).

- самотестирование, защита от коротких замыканий в кабелях (в цепях питания), сигнализация о неправильной установке датчиков, блокирование выдачи предупредительных сигналов/команд в неисправном канале (с выдачей информации оператору).

- простота управления приборами при выборе режима индикации или формы представления данных, просмотре зарегистрированных данных, изменении уставок сигнализации, изменении масштаба сигналов (для внешних регистраторов -самописцев);

- сочетание в возможностях аппаратуры контрольно-сигнальных и аналитических (исследовательских) функций, закрытие паролем изменения уставок контролируемых параметров и аппаратуры, возможность интегрирования аппаратуры в компьютерную сеть или АСУ с обеспечением информационно-управляющего обмена.

Система позволяет выполнить следующие задачи:

- освободить персонал электростанции от периодических замеров вибрации переносными приборами и от выяснения исправности датчиков;

- предупредить серьезные аварийные ситуации и избежать их последствия путем принятия соответствующих и своевременных мер вплоть до останова агрегата;

- избежать ложных остановов агрегата, связанных с неисправностью измерительных систем, либо с переоценкой серьезности причины изменения вибрации;

- осуществить возможность назначать сроки и объем ремонтных работ по состоянию оборудования;

- помочь персоналу в составлении всех видов технической, статистической и отчетной документации.

### **Функции системы**

Среди большого числа параметров, которые могут быть

проанализированы с целью определения технического состояния турбоагрегатов, вибрационные характеристики являются наиболее информативными. Непрерывный контроль механической вибрации позволяет определить причины неисправностей и дает предпосылки для их быстрого и целенаправленного устранения.

Предлагаемое оборудование составляет многоцелевую систему поддержки оператора блока, а также является исследовательским инструментом для специалиста по диагностике.

Система выполняет следующие функции:

- оценка вибросостояния подшипниковых опор агрегата;
- передача измеренных и архивных данных в компьютерную сеть;
- выработка сигналов при достижении параметрами, пороговых величин;
- выполнение текущих измерений вибрационных и механических параметров с выдачей результатов измерений на дисплей оператора в удобном и компактном виде;
- проверка исправности аппаратуры;
- выдача предупредительных и, в случае необходимости, аварийных сигналов при превышении заданных оператором уставок;
- формирование аналоговых сигналов тока (4-20) мА или (0-5) мА, пропорциональных измеренным параметрам;
- отображение векторов гармоник относительного виброперемещения шеек роторов;
- отображение векторов гармоник виброперемещения опор подшипников;
- составление всей необходимой текущей технической документации для оперативного персонала и администрации электростанции по работе оборудования, включая данные по переходным режимам (пуски, остановки), срабатывания сигналов предупреждения и защиты, статистический анализ.

#### **Состав системы:**

Система состоит из аппаратуры нижнего и верхнего уровней. Нижний уровень - аппаратура технологического контроля тепловых расширений и вибросостояния энергетических турбоагрегатов "ЛМЗ-97" (в дальнейшем Аппаратура) содержит

первичную аппаратуру, принимающую сигнал от объекта измерения; вторичную аппаратуру, измеряющую полученный сигнал от первичной аппаратуры, а также программное обеспечение, установленное во вторичной аппаратуре, обеспечивающее индикацию, сигнализацию, регистрацию и обработку данных.

Верхний уровень - система технологического контроля тепловых расширений и вибросостояния энергетических турбоагрегатов на базе аппаратуры "ЛМЗ-97" содержит: рабочие станции оператора БЩУ и специалистов по диагностике; сетевое оборудование (кабельная сеть, сетевые карты, сетевые разветвители); регистрирующие устройства (принтеры), а также программное обеспечение верхнего уровня.

## Компоновка системы (рисунок 5.1)

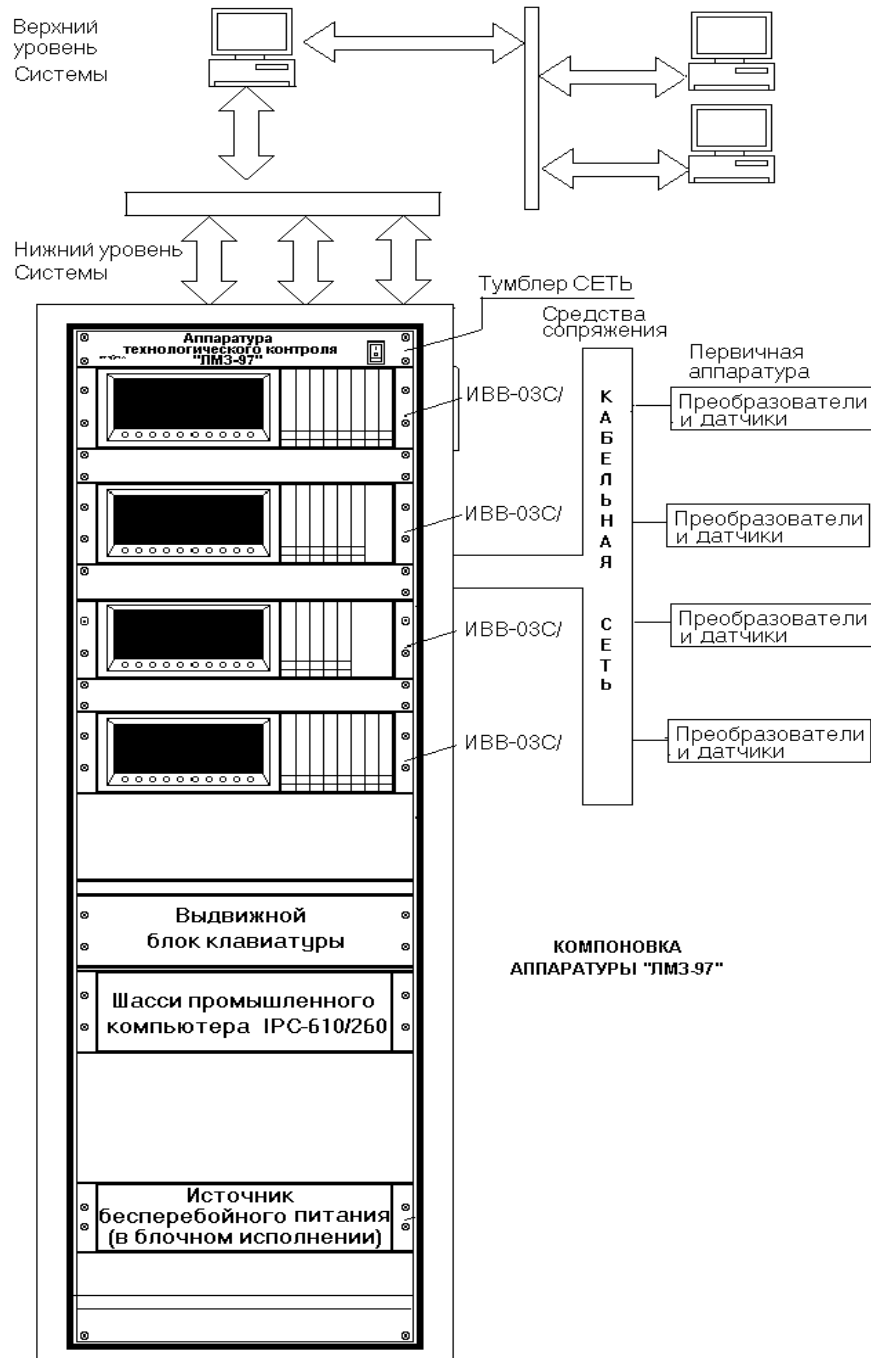


Рисунок 5.1 Компоновка системы

### Нижний уровень

Настоящее описание составлено для ознакомления с аппаратурой технологического контроля тепловых расширений и вибросостояния энергетических турбоагрегатов "ЛМЗ-97" и содержит следующие сведения:

- назначение и составные части Аппаратуры;
- условия эксплуатации;
- назначение и технические характеристики составных частей.

Сервисное обеспечение, обучение персонала:

- расширение состава и функциональных возможностей аппаратуры;
- подключение к компьютерным сетям и АСУ.

Достоинства аппаратуры:

- взаимозаменяемость составных частей, датчиков, предварительных усилителей и модулей-мониторов (одного типа) в приборах вторичной аппаратуры – приборах ИВВ-03 (03С).

- самотестирование, защита от коротких замыканий в кабелях (в цепях питания), сигнализация о неправильной установке датчиков, блокирование выдачи предупредительных сигналов/команд в неисправном канале (с выдачей информации оператору).

- простота управления приборами при выборе режима индикации или формы представления данных, просмотре зарегистрированных данных, изменении уставок сигнализации, изменении масштаба сигналов (для внешних регистраторов -самописцев);

- сочетание в возможностях аппаратуры контрольно-сигнальных и аналитических (исследовательских) функций, закрытие паролем изменения уставок контролируемых параметров и аппаратуры, возможность интегрирования аппаратуры в компьютерную сеть или АСУ с обеспечением информационно-управляющего обмена.

Система позволяет выполнить следующие задачи:

- предупреждает аварийные ситуации и их последствия путем принятия соответствующих мер вплоть до останова агрегата;

- осуществление ремонтных работ исходя из состояния оборудования;

- помощь персоналу в составлении всех видов технической, статистической и отчетной документации.

### Технические характеристики

Основные технические характеристики аппаратуры (таблица 5.1) соответствуют ГОСТ 27165-97, ГОСТ 25364-97 и техническим условиям ТУ-4277-016-39419502-98.

Таблица 5.1. Основные технические характеристики аппаратуры.

Контролируемый параметр	Диапазон измерения	Погрешность	Тип преобразователя
Виброперемещение шеек валопровода, мкм	15-500 размах	Согласно ГОСТ 25364-97	ПЛП-03 (03/2)
То же	5-1000 размах	Согласно ГОСТ 25364-97	ПЛП-03М (03М/2)
Искривление вала (бой), мкм	15-500	10%	ПЛП-03 (03/2)
Частота вращения, об/мин	0-6000	±2 об/мин	ПЛП-03
Статический зазор (датчик-поверхность), мм	0,5-2,1	5%	ПЛП-03 (03/2)
То же	0,6-3,4	5%	ПЛП-03М (03М/2)
Осевой сдвиг валопровода, мм (сумма перемещений)	5	0,1 мм	ПЛП-05
Разность расширений ротора цилиндра, (сумма перемещений), мм	20-50	1 мм	ПЛП-09.3 20-50
Разность расширений ротора цилиндра (сумма перемещений), мм	10(12)	0,2 мм	ПЛП-06
Абсолютное расширение цилиндра, мм	0-40...300	5% *	ПЛП-07
Положение исполнительных механизмов (ход клапанов), мм	0-180...360	5% *	ПЛП-08
Угловые перемещения корпусов подшипников, мм/м	5,0...0...+5,0	0,1 мм/м	ПУ-03/2
Значение выходного тока на контактах разъема "САМОПИСЕЦ", мА	4 - 20 0 - 5		На выходе прибора ИВВ-03, ИВ-208



Примечание. В графе “Погрешность” (\*) соответствует приведенной погрешности.

Условия эксплуатации аппаратуры:

- температура окружающей среды
- для электронной части приборов, °С - от плюс 10 до плюс 40;
- для электронных блоков преобразователей, °С - от плюс 10 до плюс 65;
- для токовихревых датчиков, °С - от плюс 10 до плюс 150;
- относительная влажность воздуха:
- для электронной части приборов при температуре, равной 20°С,% - 80;
- для датчиков преобразователей при температуре, равной 35°С,% - 98;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) - от 84 до 106 (630-796).

Составные части аппаратуры и их назначение

Аппаратура состоит из следующих составных частей: аппаратные средства и программное обеспечение.

Аппаратные средства:

В состав аппаратных средств входят: первичная аппаратура; вторичная аппаратура; средства сопряжения; арматура; устройства по установке датчиков и шкафы аппаратные.

### **Первичная аппаратура:**

Первичная аппаратура преобразует механические параметры состояния агрегата в электрические и обеспечивает передачу измеренных величин во вторичную аппаратуру; представляет собой датчики; блоки электронные (генераторы-преобразователи); клеммные коробки и кабельную сеть.

Преобразователи линейных перемещений:

- одноканальные ПЛП-03, ПЛП-03М (рисунки 5.2...5.4);
- двухканальные ПЛП-03/2, ПЛП-03М/2.

Диапазон преобразования:

ПЛП-03, ПЛП-03/2 - зазор (0,5-2,1) мм;

- размах относительного виброперемещения (15-500) мкм;

ПЛП-03М, ПЛП-03М/2 - зазор (0,6 - 3,4) мм;

-размах относительного виброперемещения (5-1000) мкм.

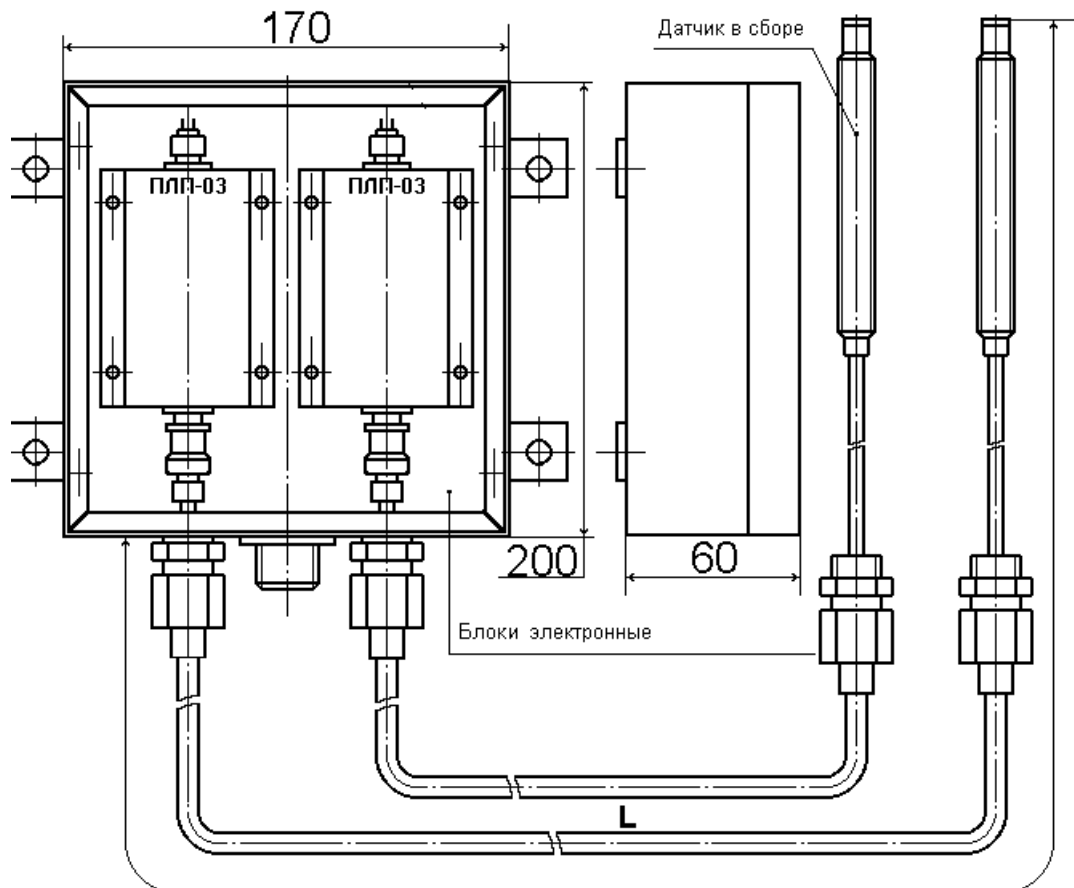


Рисунок 5.2. Схематическая конструкция преобразователя ПЛП-03/2 (03М/2)

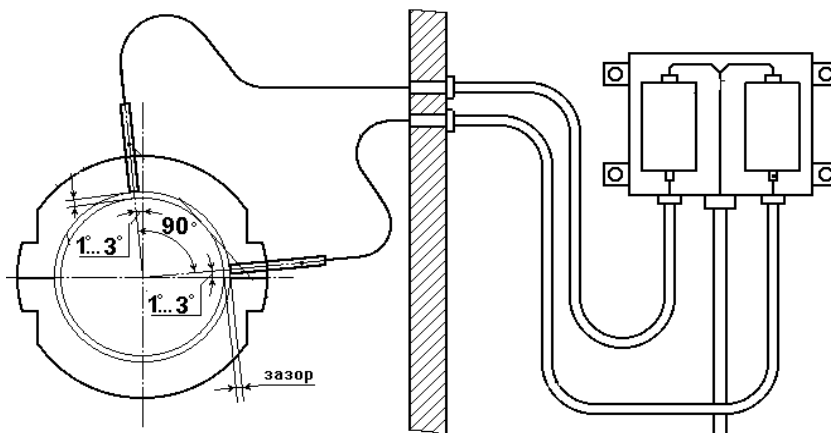


Рисунок 5.3. Типовая установка преобразователя ПЛП-03/2 (03М/2) на вкладыше подшипника

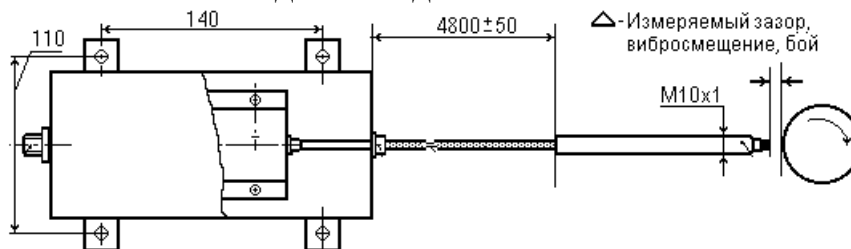
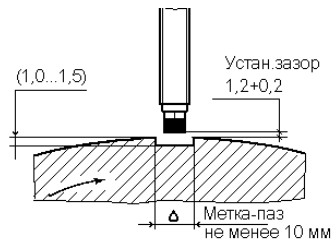


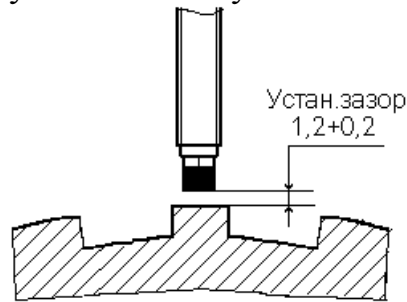
Рисунок 5.4. Преобразователь ПЛП-03 - измерение искривления ротора

Преобразователь ПЛП-03- установка датчика на объекте при измерении частоты вращения в диапазоне (0-6000) об/мин (рисунки 5.5 и 5.6).



Ширина метки зависит от диаметра вала:  
 $\Delta \geq D/10$ , при  $D$  более 100 мм  
 $\Delta = 10$  мм при  $D$  менее 100 мм,  
 где  $D$  - диаметр вала, мм

Рисунок 5.5. Измерение частоты вращения - для формирования опорного импульса используется паз



Размер зубьев зубчатого колеса  
 Ширина зуба не менее 5 мм;  
 Паз -- не менее 8 мм;  
 Высота -- не менее 2 мм

Рисунок 5.6. Измерение частоты вращения - для формирования опорных импульсов используется зубчатое колесо (до 120 зубьев)

Преобразователь линейных перемещений ПЛП-05 – одноканальный (рисунок 5.7).

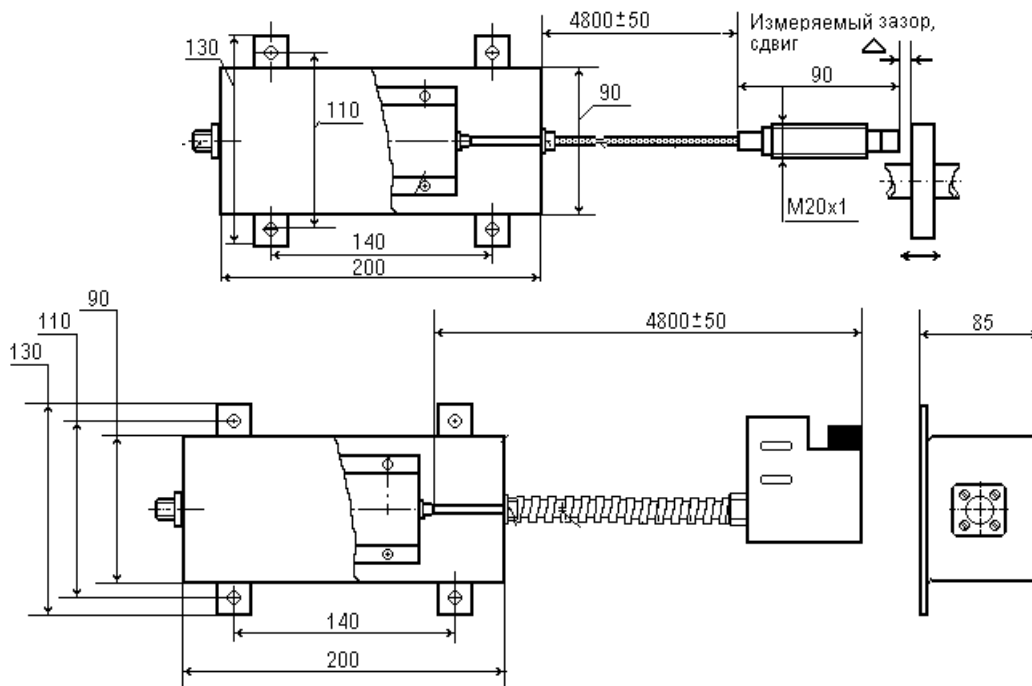


Рисунок 5.7 Преобразователь линейных перемещений ПЛП-05 – одноканальный

Преобразователь линейных перемещений ПЛП-05.2  
(дифференциальный),  
(рисунок 5.8)

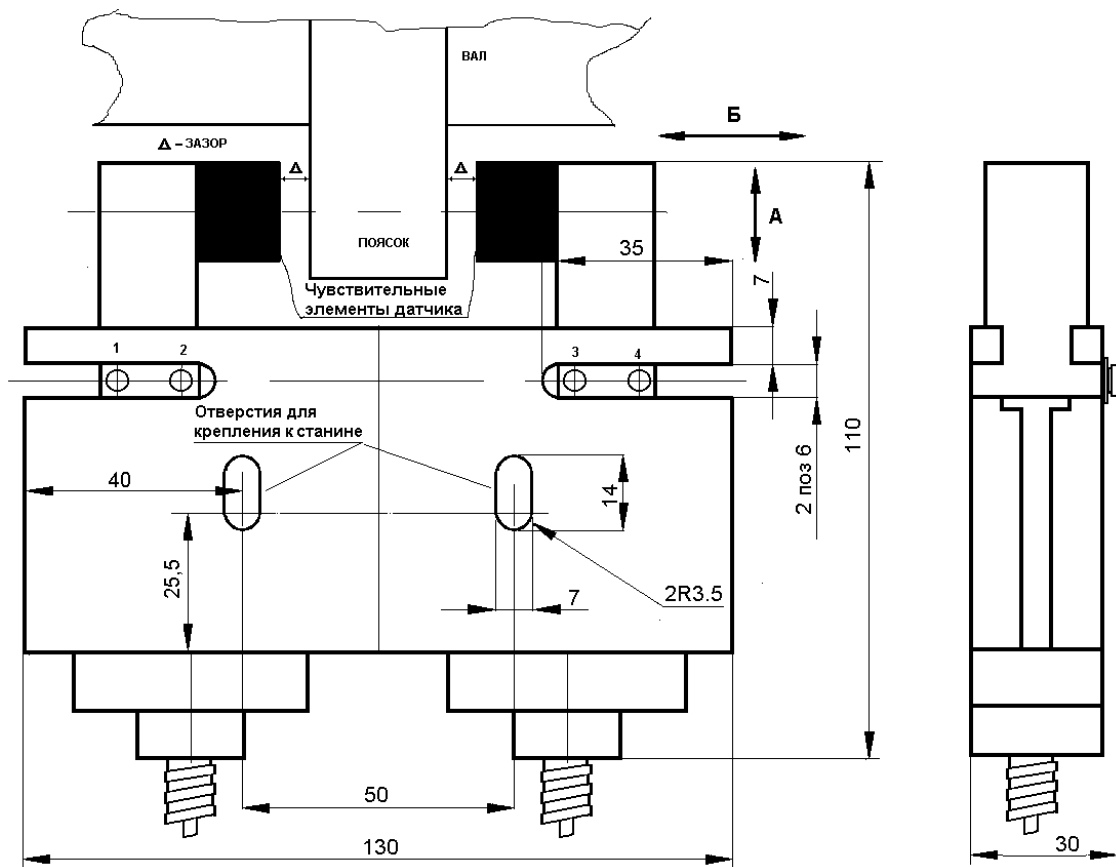


Рисунок 5.8 Преобразователь линейных перемещений ПЛП-05.2  
(дифференциальный)

Преобразователь линейных перемещений ПЛП-06 (рисунок 5.9)

Суммарное перемещение измерительного пояска 10 мм или 12 мм. «0» отсчета в диапазоне выбирается в зависимости от величин «положительных» и «отрицательных перемещений».

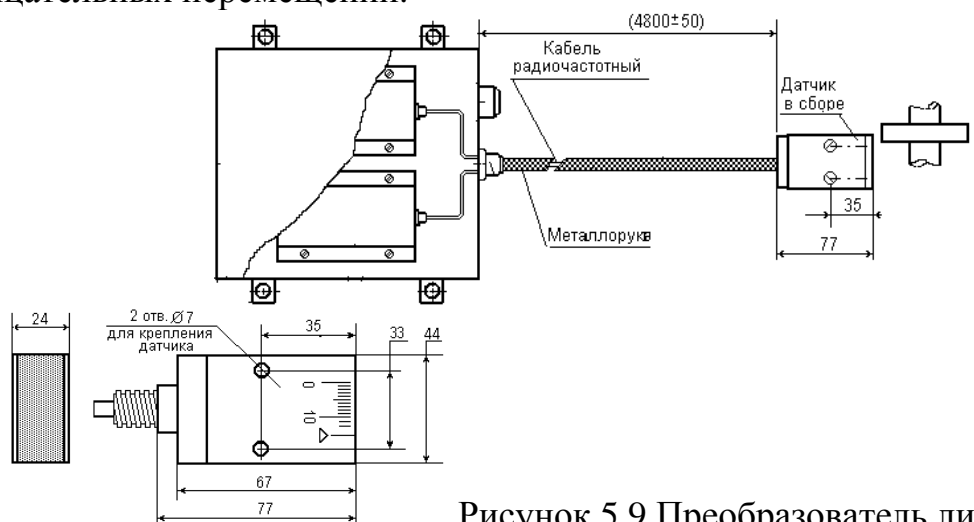


Рисунок 5.9 Преобразователь линейных перемещений ПЛП-09.3.

Преобразователь линейных перемещений с жестким приводом ПЛП-07 (рисунок 5.10). Предназначен для измерения абсолютного расширения цилиндра, хода клапанов, хода сервомотора.

Диапазоны преобразования равны: 0-40; 0-60; 0-120; 0-180 и 0-240 мм.

Предназначен для измерения абсолютного расширения цилиндра, хода клапанов, хода сервомотора.

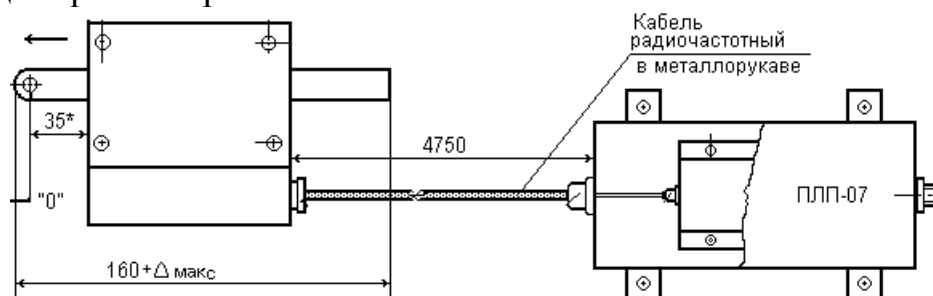


Рисунок 5.10. Преобразователь линейных перемещений с жестким приводом

ПЛП-07

Преобразователь линейных перемещений с гибким приводом ПЛП-08. (рисунок 5.11).

Диапазоны преобразования равны: 0-180; 0-240 и 0-360 мм.

Предназначен для измерений хода сервомотора.

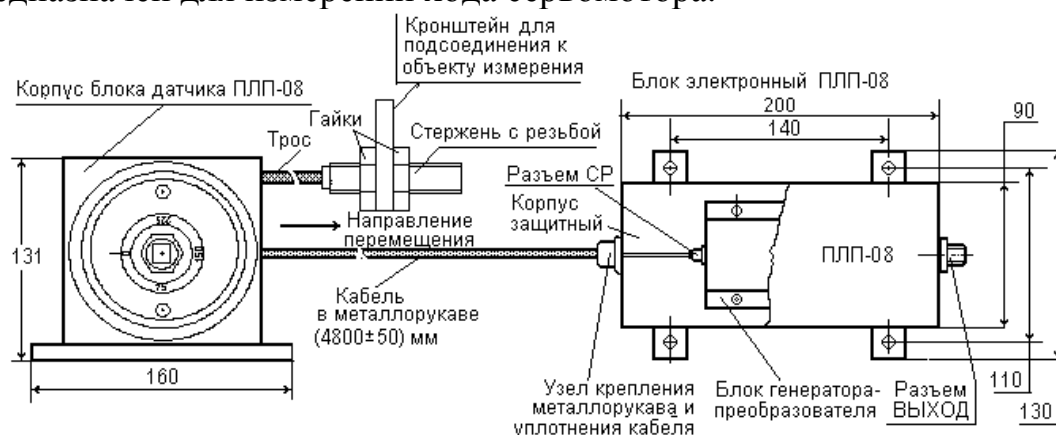


Рисунок 5.11. Преобразователь линейных перемещений с гибким приводом ПЛП-08

### Вторичная аппаратура

- приборы серии ИВВ-03 (03С) – многоканальные, (С-сетевые);
- приборы серии ИВ-208 - одноканальные.

Основные исполнения приборов ИВВ-03 (03С) по назначению:

- измеритель вибрации опор;
- измеритель вибрации вала;
- измеритель механических величин
- измеритель вибрации и механических величин (комбинированный)

Основные исполнения приборов ИВВ-03 (03С) по конструкции:

- стационарные;
- переносные.

Приборы ИВВ-03 построены по блочно-модульному принципу.

## Блок прибора ИВВ-03(03С)

Конструктивное исполнение (рисунок 5.12) - в корпусе 19", с высотой 3U (132 мм)

В корпусе 3U на передней панели выходятся:

- экран дисплея размером 211x79 мм (разрешение 640x240 точек),
- 10 кнопок управления режимами индицирования и работы,
- передние панели 8 – ми, (10-ти) модулей-мониторов.

а) прибор ИВВ-03 в корпусе 3U - стационарный.

Управление аппаратурой приборами ИВВ-03 доступно для персонала, не имеющего опыта работы с компьютерами. По желанию потребителя управление блокируется паролем.

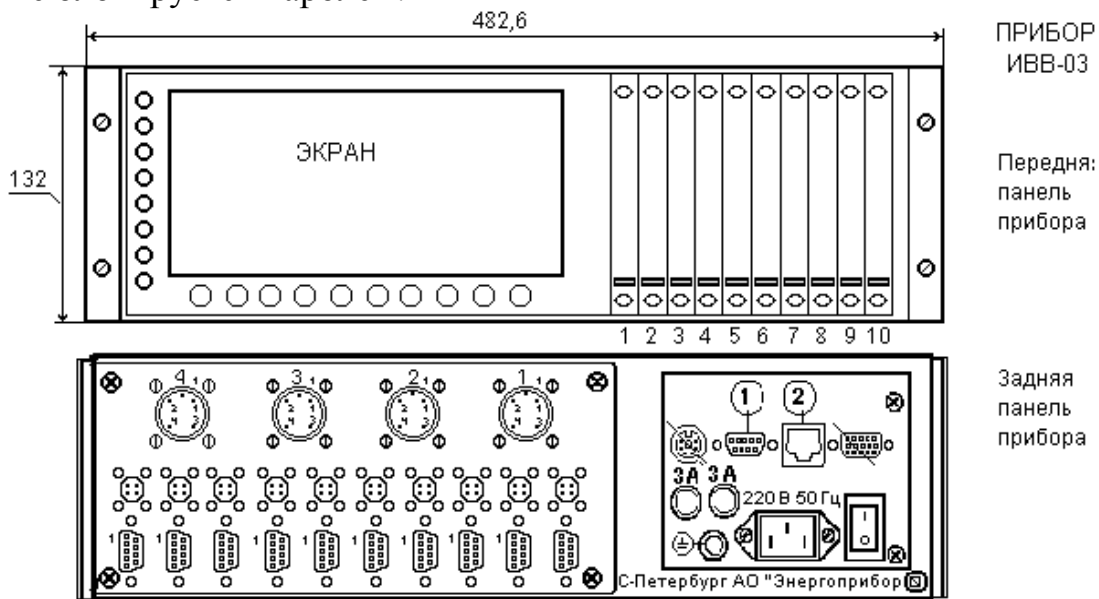


Рисунок 5.12. Конструктивное исполнение блока прибора ИВВ-03

### Модули-мониторы

Модули - мониторы предназначены для установки в блок прибора ИВВ-03 (максимальное количество – 10). Каждый модуль комплектуется соответствующим преобразователем.

В каждом модуле-мониторе обеспечивается:

- измерение величины соответствующего параметра;
- выработка и передача в систему автоматики и защиты сигналов о превышении установленных уровней (уставок);

- индикация по уставкам:

- световая - светодиоды на передней панели модуля;

- “сухой контакт” - выдача сигнала на разъем СИГНАЛИЗАЦИЯ

прибора.

Кроме того, каждый модуль-монитор производит:

- контроль и индикацию (световую) исправности цепей питания модуля и подключенной первичной аппаратуры;

- передачу питания в первичную аппаратуру.

Все модули-мониторы формируют в каждом канале сигнал тока и выдают его на контакты разъема “САМОПИСЕЦ” в диапазонах (4...20) или (0-5) мА.

### **Модуль-монитор синхронизации**

Тип: 01.1 - работает в комплекте с преобразователем ПЛП-03(от паза).

Тип: 21.1 - работает в комплекте с фотодатчиком ФД-1, ФД-2 (от световой метки).

Назначение

- контроль частоты вращения валопровода;
- обеспечение измерений фаз гармонических составляющих вибрации;
- формирование сигналов синхронизации:
- метка за оборот (начало фазы) – 1;
- метки синхронизации (за оборот) – 32.
- выдача предупредительных сигналов при достижении уставок по контролируемым параметрам.

Технические характеристики:

- количество каналов по входу/выходу - 1/1;
- диапазон измеряемого числа оборотов ротора - 0-6000 об/мин;
- количество предупредительных сигналов при достижении уставок - 5.

### **Модуль-монитор синхронизации**

Тип 01.2 - работает в комплекте с преобразователем ПЛП-03/2 (1 канал от паза и 2-ой канал от зубчатого колеса (60зубьев)).

Назначение

- контроль частоты вращения валопровода;
- обеспечение измерений фаз гармонических составляющих вибрации;
- выдача предупредительных сигналов при достижении уставок по контролируемым параметрам.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 2/2;
- диапазон измеряемого числа оборотов ротора - 0-6000 об/мин;
- количество предупредительных сигналов при достижении уставок 5.

### **Модуль-монитор относительной вибрации вала**

Тип:03.2 - работает в комплекте с преобразователем ПЛП-03/2

Назначение

- измерение относительной радиальной вибрации вала в вертикальном и горизонтально-поперечном направлениях;
- измерение всплытия вала в подшипнике в вертикальном и горизонтально-поперечном направлениях;
- измерение размаха виброперемещения;
- измерение  $\frac{1}{2}$ , 1 и 2 гармоник виброперемещения;
- измерение фаз 1 и 2 гармоник виброперемещения;
- измерение зазора;
- выдача предупредительных сигналов по следующим критериям:
- увеличение размаха виброперемещения,
- долговременный непрерывный рост вибрации.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 2/2;
- диапазон измерения размаха виброперемещения, мкм - 15 - 500;

- диапазон  $\frac{1}{2}, 1$  и 2 гармоник виброперемещения - 15 – 500;
- диапазон измерения фаз 1 и 2 гармоник виброперемещения, град $^{\circ}$  – 400;
- диапазон измерения зазора, мм - 0,5 - 2,1;
- количество предупредительных сигналов при достижении уставок - 2.

#### **Модуль-монитор - искривления вала (ИРВД)**

Тип: 04.1 – одноканальный, работает с преобразователем ПЛП-03.

Назначение

- измерение искривления ротора (ИРВД) - “боя” в направлении оси датчика;
- измерение зазора.
- выдача предупредительных сигналов при достижении уставок по контролируемым параметрам.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 1/1
- диапазон измерения относительного размаха виброперемещений (ИРВД), мкм - 15 - 500;
- диапазон измерения зазора, мм; - 0,5-2,1;
- количество предупредительных сигналов при достижении уставок - 2.

#### **Модуль-монитор ИРВД и синхронизация**

Тип: 04.2 - двухканальный, работает с преобразователем ПЛП-03/2 или двумя преобразователями ПЛП-03.

Назначение

- 04.2 - 1-ый канал - измерение искривления ротора - “боя” в направлении оси датчика преобразователя ПЛП-03;
- 2-ой канал – синхронизация (служебная функция);
- измерение зазора.
- выдача предупредительных сигналов при достижении уставок по контролируемым параметрам.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 2/2;
- диапазон измерения относительного размаха виброперемещений (искривления ротора), мкм - 15 - 500;
- диапазон измерения зазора, мм - 0,5-2,1
- диапазон измеряемого числа оборотов ротора - 0-4000 об/мин;
- количество предупредительных сигналов при достижении уставок по контролируемым параметрам (только по ИРВД) - 2.

#### **Модули-мониторы осевого сдвига**

1) Тип: 05.1 работает в комплекте с преобразователем ПЛП-05.

2) Тип: 05.2 работает в комплекте с преобразователем ПЛП-05.2, устанавливается с одной стороны пояска.

3) Тип 05.2d дифференциальный работает в комплекте с преобразователем ПЛП-05.2d, устанавливается с двух сторон пояска.

Назначение

- измерение осевого сдвига вращающегося оборудования;



- выдача предупредительных сигналов при достижении уставок.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу:

- для преобразователей ПЛП-05 - 1/1;

- для преобразователей ПЛП-05.2 - 2/1;

- диапазон измерения осевого сдвига, мм - суммарно 5,0;

количество предупредительных сигналов (с учетом знака) - 4.

4) Тип 25.1 работает в комплекте с преобразователем ПЛП-03М.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 1/1;

- диапазон измерения осевого сдвига, мм -  $-0,5 \dots 0 \dots +2,5$ ;

- количество предупредительных сигналов (с учетом знака) - 4.

#### **Модули-мониторы относительного расширения ротора**

А) Тип: 06.2 работает в комплекте с преобразователем ПЛП-06

Назначение

- измерение относительного расширения ротора (ОРР);

- измерение зазора;

- выдача предупредительных сигналов при достижении уставок.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу (зазор, сдвиг) - 2/2;

- диапазон измерения ОРР, мм - суммарно 10 или 12;

- измерение зазора, мм - 0,5-2,1

- количество предупредительных сигналов при достижении уставок (с учетом знака) - 4.

Б) Тип: 09.3 работает в комплекте с преобразователем ПЛП-09.3

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу (зазор, сдвиг) - 3/2;

- диапазон измеряемого ОРР, мм - суммарно от 20 до 50 мм;

- измерение зазора, мм - 0,6-3,4

- количество предупредительных сигналов при достижении уставок (с учетом знака) - 4.

#### **Модули-мониторы абсолютных тепловых перемещений**

А) Тип: 07.1 работает в комплекте с одним преобразователем ПЛП-07;

Назначение

- измерение абсолютного расширения цилиндра (АР);

- выдача предупредительных сигналов при достижении уставок.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 1/1;

- диапазон измеряемого АР, мм - от 10 до 120;

- количество предупредительных сигналов - 2;

Б) Тип: 07.2 работает в комплекте с 2-мя преобразователями ПЛП-07

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 2/2;

- диапазон измеряемого АР, мм - от 10 до 120;

- количество предупредительных сигналов - 4;

### **Модуль-монитор разности ОРР и ТРк**

Тип 06.3 работает в комплекте с преобразователями ПЛП-06 и ПЛП-07

Назначение

- измерение разности ОРР и ТРк;
- измерение относительного расширения (ОРР);
- измерение теплового расширения корпуса (ТРк)
- измерение зазора;
- выдача предупредительных сигналов при достижении уставок.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 3/3;
- измерение разности ОРР и ТРк в диапазоне, мм -  $-5,0 \dots 0 \dots +5,0$ ;
- относительного расширения (ОРР) в диапазоне, мм -  $-1,0 \dots 0 \dots 9,0$ ;
- теплового расширения корпуса (ТРк), в диапазоне, мм - 0-20;
- зазора в диапазоне, мм - 0,5-2,1;
- количество предупредительных сигналов - 4.

### **Модули-мониторы хода сервомотора (ХСМ)**

А) Тип: 08.1 работает в комплекте с преобразователем ПЛП-08.

Назначение

- измерение положения клапана или хода сервомотора;
- выдача предупредительных сигналов при достижении заданных уставок

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 1/1;
- диапазон измеряемого ХСМ, мм - от 0 до 300;
- количество предупредительных сигналов - 2;

Б) Тип: 08.2 работает в комплекте с 2-мя преобразователями ПЛП-08.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 2/2;
- диапазон измеряемого ХСМ, мм - от 0 до 300;
- количество предупредительных сигналов - 4.

### **Модуль-монитор угловых перемещений**

Тип: 11.2 работает в комплекте с преобразователем ПУ-03.2

Назначение

- измерение угловых перемещений корпуса подшипника или ригеля фундамента.
- выдача предупредительных сигналов при достижении заданных уставок

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 2/1;
- диапазон измерений угловых перемещений, мм/м -  $-5,0 \dots 0 \dots +5,0$ ;
- количество предупредительных сигналов при достижении уставок (с учетом знака) - 4.

### **Модуль-монитор положения ЭМП**

Тип: 10.1 работает в комплекте с преобразователем ПЛП-03

Назначение

- измерение хода ЭМП;
- выдача предупредительных сигналов при достижении заданных уставок

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 1/1
- диапазон измерения хода ЭМП мм - 0-1,5
- количество предупредительных сигналов - 2.

#### **Модуль-монитор осевых перемещений**

Тип: 15.1 работает в комплекте с преобразователем ПЛП-05.

Назначение

- измерение осевого сдвига вращающегося оборудования;
- измерение осевой вибрации ОВВ;
- выдача предупредительных сигналов при достижении уставок.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 1/2;
- диапазон измерения осевого сдвига, мм - суммарно 5,0;
- диапазон измерения осевой вибрации вала ОВВ, мкм - 15-600
- количество предупредительных сигналов при достижении уставок в канале 1 - 4; в канале 2 - 2.

#### **Модуль-монитор цифровой**

Тип 28.3 работает в комплекте с концентраторами.

Назначение

Технические характеристики

- количество каналов по входу - 1
- параметры входного сигнала .....
- количество предупредительных сигналов .....

#### **Модуль-монитор срабатывания бойков**

1) Тип: 16.2 работает в комплекте с преобразователем ПЛП-03/2.

Назначение

- измерение хода бойков;
- выдача предупредительных сигналов при достижении уставок.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 2/2;
- диапазон измерения хода сервомотора, мм - 0-1,5;
- количество предупредительных сигналов при достижении уставок в каждом канале – 2.

#### **Модуль-монитор абсолютных тепловых перемещений и хода сервомотора**

Тип: 17.2 работает в комплекте с преобразователями ПЛП-07 и ПЛП-08

Назначение

- измерение положения клапана;
- измерение хода сервомотора;
- выдача предупредительных сигналов при достижении заданных уставок.

Технические характеристики

- количество каналов по входу/выходу - 2/2;
- диапазон измерения АР, мм - от 10 до 120;
- диапазон измерения ХСМ, мм - от 0 до 300;

- количество предупредительных сигналов при достижении уставок в канале 1 - 2; в канале 2 - 2.

Передняя панель модулей-мониторов показана на рисунке 5.13:

-01.1	01.2	02.2	02.3	03.2	04.1	04.2	05.1	06.2	07.1	07.2	08.1	09.3	11.2	Тип модуля
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Сигнализация при превышении уставок
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Сигнализация о состоянии аппаратуры
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	ВИБРАЦ ОПОР	ВИБРАЦ ОПОР	ВИБРАЦ ВАЛА	ИРВД	ИРВД Синхр.	ОС	ОРР	АР	АР АР	ХСМ	ОРР	УКЛОН	Наименование измеряемой величины
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

Рисунок 5.13 Передняя панель модулей-мониторов  
**Одномодульные стационарные приборы ИВ-208**

Приборы серии ИВ-208 предназначены для непрерывного измерения, индицирования и контроля:

- частоты вращения (числа оборотов) - ТАХОМЕТР - ИВ-208/01.1;
- осевого сдвига – ИВ-208/05.1;
- относительного расширения ротора - ИВ-208/06.2;
- абсолютного расширения цилиндра - ИВ-208/07.1;
- хода сервомотора, положение клапана - ИВ-208/08.1;
- угловых перемещений в вертикальной плоскости - ИВ-208/11.2;
- искривления ротора - ИВ-208/04.1.
- искривления ротора и синхронизации - ИВ-208/04.2;
- мощности ИВ-208/12.1;
- частоты сети ИВ-208/13.1.

Функции:

- измерение и индицирование измеряемых параметров на основном и вспомогательном табло;
- формирование сигнала тока, пропорционального измеряемому параметру, в 2-х диапазонах:
  - от 0,1 до 5 мА, при сопротивлении цепи внешней нагрузки не более 1500 Ом; масштаб сигнала 1 мм - 1 мА;
  - от 4 до 20 мА, при сопротивлении цепи внешней нагрузки не более 500 Ом; масштаб сигнала 1 мм - 3,2 мА;
- выработка 3-х видов предупредительных сигналов при величинах параметра выше (ниже) допусковых уставок:
  - на передней панели - включение светодиодов сигнализации;
  - индикация зеленым, желтым или красным цветом в зависимости от типа уставки;
  - на разъеме “СИГНАЛИЗАЦИЯ” - замыкание контактов при срабатывании реле.
- возможно подключение: дополнительного выносного (на расстояние до

300 м) табло к IBM PC через адаптер RS-232.

Внешний вид прибора ИВ-208 (вариант исполнения “Уклономер – ИВ-208/11.2”) со стороны передней панели показан на рисунке 5.14.



Рисунок 5.14 Внешний вид прибора ИВ-208

### Средства сопряжения

Средства сопряжения комплектуются по специальному проекту для конкретного турбоагрегата электростанции и содержат:

- объектовую сеть (коммутационно-кроссировочные устройства, соединенные кабелями с блоками предусилителей первичной аппаратуры);
- линейные кабели (объектовая сеть - коммутационно-кроссировочная консоль в шкафу вторичной аппаратуры).

Средства сопряжения предназначены для передачи электропитания от вторичной аппаратуры в первичную и сигналов от первичной аппаратуры во вторичную. (рекомендуемый кабель КВВГЭ-7х0,75). Подробно описание средств сопряжения приведено в отдельном проспекте “ПЕРВИЧНАЯ АППАРАТУРА”

Шкаф аппаратный предназначен для установки вторичной аппаратуры, располагается на полу или на вертикальной поверхности.

Габаритные размеры шкафа:

- ширина 600 мм; глубина 800 мм; высота от 600 до 2000 мм с шагом 200 мм.

Степень защиты шкафа IP55 согласно EN 60 529/10.91

Тип шкафа выбирается в соответствии с содержанием заказа.

На рисунке 5.15 приведен шкаф под конкретные приборы. Предусмотрено место для установки рабочей станции и блока бесперебойного питания UPS.

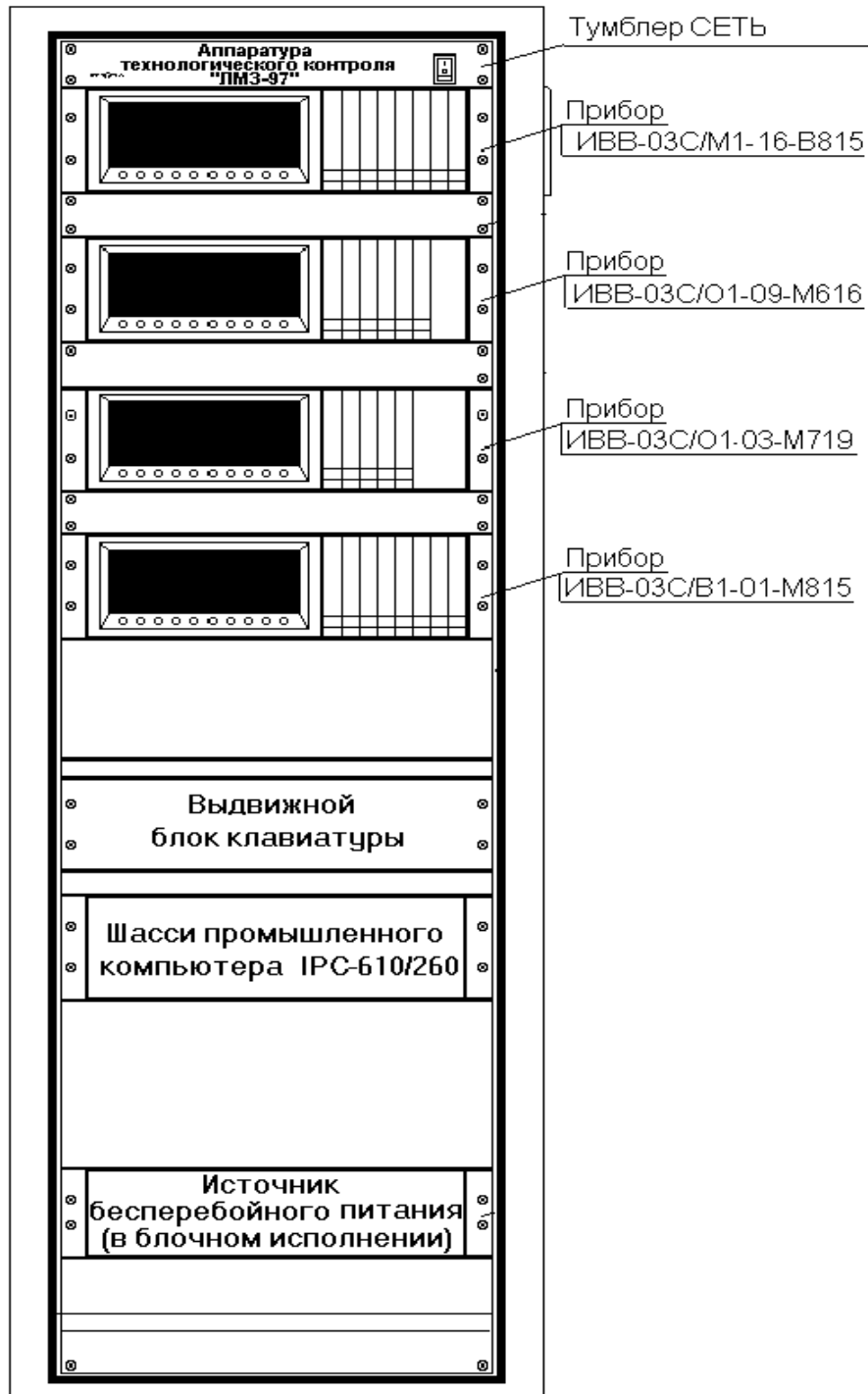


Рисунок 5.15 Внешний вид шкафа

Программное обеспечение нижнего уровня, установленное в блоках приборов ИВВ-03, предназначенных для измерения и контроля вибрации опор подшипников, относительной вибрации вала и механических величин обеспечивает:

- логику сигналов ОС, ОРР и вывод данных на мощные реле;
- тестирование работы световой СИГНАЛИЗАЦИИ;
- функции тахометра;
- представление текущих и архивных данных ( всех результатов измерений) в табличном и графическом виде;
- сохранение всего произошедшего при работе прибора в протоколе

событий (срабатывание сигнализации, защит и т.п.; действий персонала – включение аппаратуры, изменения уставок);

архивацию вибропараметров как при работе в эксплуатационном режиме, так и в режиме пуска-выбега;

глубину архивации 30 ...365 суток (по заказу);

передачу данных в локальную компьютерную сеть.

Программное обеспечение вторичной аппаратуры измерения и контроля относительной вибрации вала обеспечивает:

измерение относительного виброперемещения шеек роторов и представление результатов в цифровом виде и в виде гистограмм;

гармонический и спектральный анализ относительного виброперемещения шеек;

измерение фаз первых двух гармоник виброперемещения;

измерение относительного всплытия шеек вала в подшипниках в вертикальном и горизонтальном направлениях;

отображение фигур Лиссажу (траектории движения вала в подшипнике);

контроль вибрации по допусковым уставкам согласно ГОСТ 27165.

Программное обеспечение вторичной аппаратуры измерения и контроля механических величин обеспечивает:

измерение механических величин (тепловых перемещений цилиндров, роторов, осевого сдвига ротора, относительного расширения ротора, уклонов корпусов подшипников, частоты вращения) и представление измеренных значений в цифровом виде и в виде гистограмм;

архивирование измеряемых параметров в эксплуатационном режиме и режиме пуска-выбега;

представление текущих и архивных данных в табличном и графическом виде;

глубину архивации – 30 ... 365 суток (по заказу);

передачу данных в локальную компьютерную сеть.

Примеры представления данных на дисплее аппаратуры ИВВ-03 (рисунок 5.16).

Режим индицирования ГЛАВНОЕ МЕНЮ - на экране индицируется: полное наименование аппаратуры; тип прибора (ИВВ-03С/М1-16-В815); состав модулей-мониторов (04.2; 05.1; 06.2; 07.2; 11.2) и их обозначение; заводской номер; выполняемые ими измерения (ОС, ОРР, АР, ХСМ,

Уклон);

количество каналов в модуле; результат первичной диагностики аппаратуры;

номер программной версии (2.033 Н).

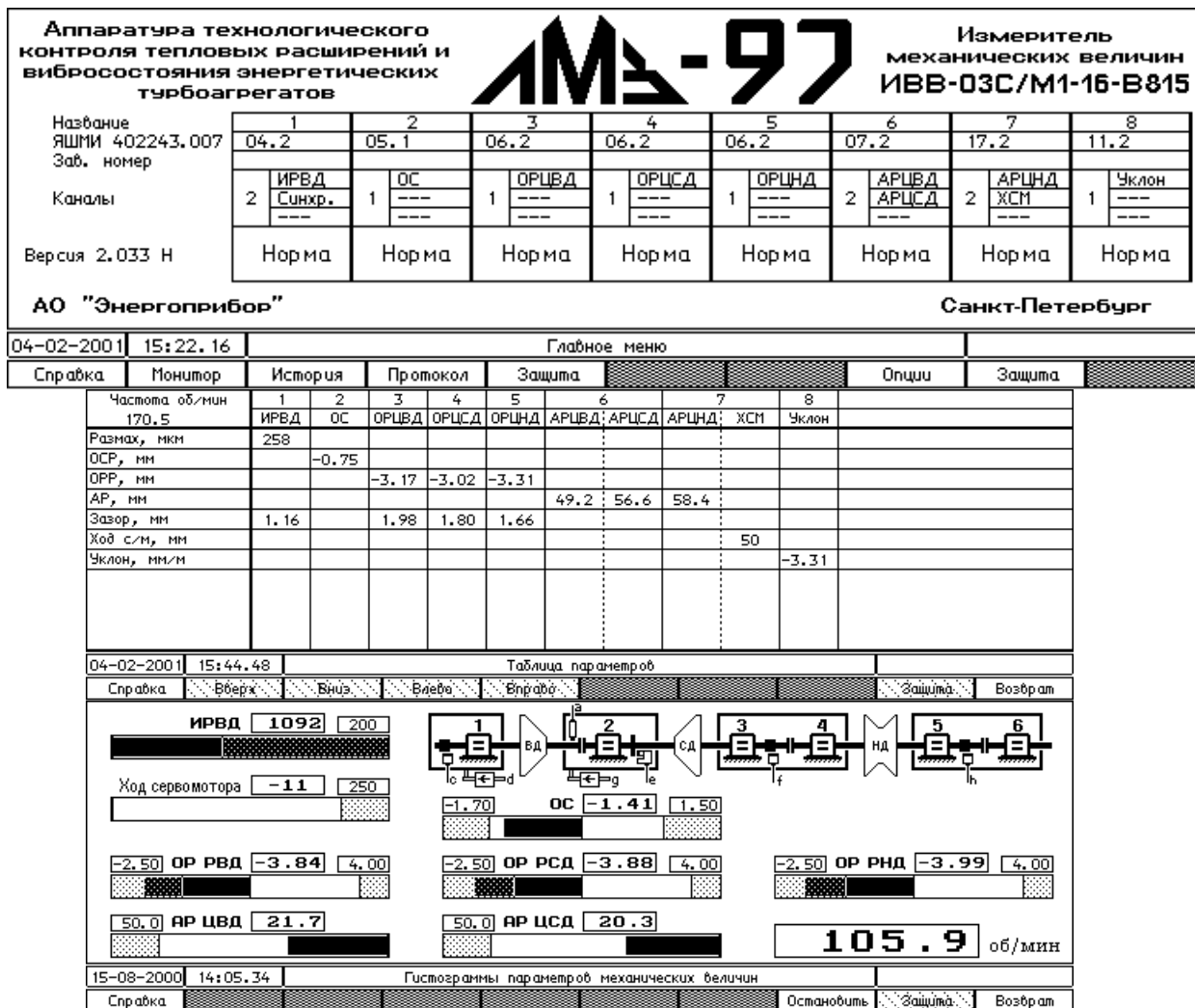


Рисунок 5.16. Примеры представления данных на дисплее аппаратуры ИВВ-03

На нижней строчке экраны перечислены режимы работы прибора Режим индицирования МОНИТОР, ПАРАМЕТРЫ. На экране Таблица параметров в реальном времени. По строкам перечислены измеряемые параметры: Размах, ОСР и т.д., в ячейках - измеренные величины ИРВД, ОС, ОРР и т.д.

Режим индицирования ГИСТОГРАММА. Прибор - Измеритель механических величин. Линейные шкалы дополнены численными значениями измеренных величин параметров (в рамках).

### Оборудование и программное обеспечение верхнего уровня

В процессе работы турбоагрегата система непрерывно сравнивает текущие измеренные параметры (вибрации опор подшипников и вала, механические величины) с их предельными допустимыми значениями по ГОСТ 25364-97, ГОСТ 27165-97, ПТЭ (РД 34.20.501-95.М.1996) и нормативами завода-изготовителя.

Для каждого из этих контролируемых параметров пользователем оперативно с лицевой панели прибора ИВВ-03 может быть установлен порог срабатывания сигнализации, при превышении которого на выходе прибора выдается сигнал типа "Сухой контакт". Этот сигнал может быть подключен на



звуковую или другую сигнализацию, а также в систему аварийного останова турбоагрегата.

С приборов контроля ИВВ-03 все измеренные параметры по интерфейсу промышленного стандарта передаются на оборудование верхнего уровня. Система также обеспечивает передачу данных по интерфейсу промышленного стандарта на любые компьютеры электростанции и распределенную систему управления.

Оборудование верхнего уровня с установленным на нем программным обеспечением, подключенным к локальной компьютерной сети, представляет собой рабочую станцию оператора БЩУ и специалистов по диагностике.

### **Описание программного обеспечения**

Программа мониторинга вибросостояния турбоагрегата

Программное обеспечение верхнего уровня устанавливается на компьютере, подключенном к локальной компьютерной сети системы, и состоит из следующих программных комплексов:

Мониторинг вибрационных параметров и механических величин;

Настройка измерительных каналов.

Основные функции программного комплекса “Мониторинг”

Контроль текущих параметров по допусковым уставкам на всех режимах эксплуатации согласно требованиям ГОСТ 25364-97; ГОСТ 27165-97 и ПТЭ (РД34.20.501-95) и световая сигнализация при их превышении.

Формирование базы данных

Представление измеренных текущих данных

Вывод на печать полученных результатов

Основные функции программного обеспечения “Настройка измерительных каналов”.

Программное обеспечение позволяет представить в удобном для пользования виде текущие данные, полученные системой контроля, а также результаты их обработки. На экран монитора выводятся:

- текущие размахи относительных виброперемещений вала в подшипниках в вертикальном и поперечном направлениях;

- значения 1-ой и 2-ой гармоник (с фазой) виброскорости и виброперемещения корпусов подшипников и виброперемещения вала в виде гистограмм и в полярном виде;

- статическое всплытие ротора в расточке подшипников в вертикальном и поперечном направлениях;

- частота вращения валопровода;

- значения механических величин;

- индикация превышения уставок механических величин.

Все измеренные и отображаемые данные могут быть выведены на печать.

Программа архивации и представления архивных данных.

Программа архивации работает непрерывно во всех эксплуатационных режимах:

пуск/останов; валоповорот; работа под нагрузкой. при постоянных значениях оборотов.

Программа архивации выполняет следующие функции:

- запись в архивные файлы вибрационных характеристик, по данным мониторинга вибрации вала и корпусов подшипников;
- запись в архивные файлы результатов измерений механических величин.

Программа представления архивных данных обеспечивает:

- представление архивных данных в удобном для пользователя виде за заданный промежуток времени (сутки, неделя, месяц, год) с возможностью подробного анализа путем расширения временных интервалов;
- представление зависимостей вибрации от частоты вращения (амплитудно-фазовых характеристик вибрации крышек подшипников и вала).

## **6. АППАРАТУРА КОНТРОЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТУРБОАГРЕГАТА «АКТИВ». УСТРОЙСТВА ИП-106, ИП-107, ИП-108, ИП- 114 И ИП-117**

### **6.1 Измеритель искривления вала ИП-106**

#### **Назначение**

Измеритель искривления вала (устройство) ИП-106 предназначен для дистанционного контроля искривления вала на валоповороте и боя вала на оборотах вихретоковым методом, вывода информации в цифровой форме на индикатор устройства, преобразования измеряемой величины в унифицированный сигнал постоянного тока, сигнализации и формирования сигнала отключения оборудования при достижении заданного предельного значения. В данном устройстве использована цифровая установка аварийной и предупредительной сигнализаций, цифровая установка времени задержки срабатывания аварийной сигнализации, а также имеется внутренний генератор для проверки срабатывания уставок и работоспособности всего комплекта.

Устройство ИП-106 может быть использовано в качестве прибора для измерения искривления (боя) вала, а также для измерения зазора между датчиком и ротором в диапазоне от 0 до 2,5 мм.

При искривлении вал в сечении установки датчика перемещается по окружности вокруг центра (рисунок 6.1). Чем больше искривление вала, тем большую окружность описывает вал в этом сечении.

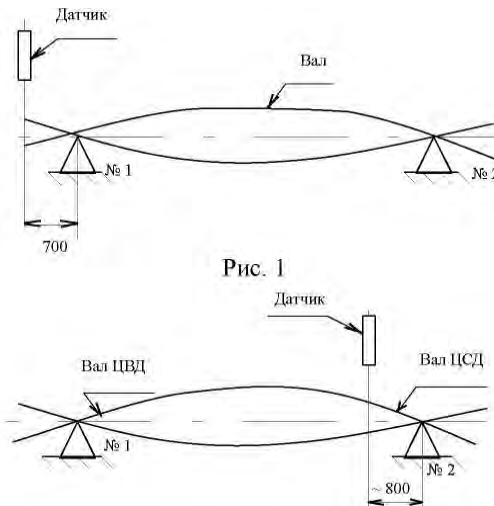


Рисунок 6.1. Схема измерений биений вала.

При относительной вибрации ротора на оборотах будет изменяться зазор между датчиком и ротором, при этом суммарная величина перемещения вала (биений вала) зависит как от искривления вала, так и от относительной вибрации вала.

Для большинства турбин бой (искривление вала) измеряется на расстоянии от центра опоры №1, равном 700 мм. (рисунок 6.1).

Для турбин типа К-210, Т-180 - на расстоянии от центра опоры №2, равном 800 мм. (рисунок 6.1). Шкала устройства - 0 - 500 мкм.

Устройство ИП-106 контролирует валопроводы из хромоникелевых ферромагнитных сталей, поэтому при заказе указывается марка материала вала. Образца материала поставляет заказчик. При отсутствии образца устройство настраивается на сталь марки 25Х1МФ, Р2МА.

Устройство состоит из:

- обмотки возбуждения вихретокового преобразователя (далее - датчик);
- блока вихретокового преобразователя (далее - преобразователь);
- блока контроля (далее - блок);
- элементов крепления датчика, преобразователя и блока.

Рабочие условия эксплуатации:

- относительная влажность воздуха до 95% при температуре плюс 35 °С;
- атмосферное давление 60 - 106,7 кПа (450 - 800 мм рт. ст.);
- температура окружающей среды для датчика (от 5 до 100 °С);
- для преобразователя от 5 до 70 °С;
- для блока от 5 до 50 °С.

Датчики аппаратуры допускают работу в среде паров турбинного масла и жидкости ОМТИ и нечувствительны к воздействию электромагнитного поля частоты 50 Гц., напряженностью до 400 А/м.

Технические данные и характеристики устройства ИП-106 приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 Технические данные и характеристики устройства ИП-106

Наименование параметра	Значение по ТУ	Модификация
1. Диапазон измерения виброперемещения, мкм	25 ÷ 500	
2. Частотный диапазон измерений, Гц.	0,05 ÷ 500	
3. Пределы допустимой основной приведенной погрешности измерения размаха виброперемещения на базовой частоте 45 Гц.: по цифровому прибору, %, не более по унифицированному сигналу, %, не более	± 3 ± 3	
4. Пределы неравномерности АЧХ в рабочем диапазоне частот, %	± 3	
5. Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %	± 1	
6. Пределы дополнительной относительной погрешности измерения, %, от воздействия: температуры относительной влажности	± 3 ± 3	

Наименование параметра	Значение по ТУ	Модификация
7. Начальный (установочный) зазор, мм	1,0 ÷ 1,25	
8. Диапазон измерения зазора, мм	0 ÷ 2,5	
9. Пределы допустимой основной абсолютной погрешности измерения зазора, мм	± 0,2	
10. Задержка срабатывания сигнала «А», сек	0,5 или 1 или 1,5 или 2 или 2,5 или 3	0 1 2 3 4 5
11. Сопротивление изоляции цепей питания и сигнализации, МОм, не менее в нормальных климатических условиях в условиях предельной влажности	20 2	
12. Электрическая изоляция аппаратуры должна выдерживать в течение одной минуты без пробоя испытательное, кВ в цепях питания в цепях сигнализации	1,5 0,5	
13. Унифицированный выходной сигнал постоянного тока, мА, при нагрузке: не более 2 кОм не более 500 Ом	0 - 5 4 - 20	0 1
14. Коммутационная возможность исполнительных реле сигнализации и защиты, А при постоянном токе напряжением от 6 до 30В при постоянном или переменном токе напряжением от 30 до 220В	0,1 ... 2,0 0,05 ... 0,1	
15. Время установления рабочего режима, мин	5	
16. Питание устройства осуществляется от сети переменного тока 220В 50Гц. Потребляемая мощность, ВА, не более	10	
17. Пределы дополнительной относительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от 187В до 242В, %	± 0,5	

Наименование параметра	Значение по ТУ	Модификация
18. Пределы дополнительной погрешности, вызванной воздействием магнитного поля с частотой 50Гц, напряженностью 400 А/м на датчики и преобразователи и 80А/м на блок контроля, %	$\pm 1,5$	
19. Напряжение промышленных радиопомех, дБ, не более на частотах от 0,15 до 0,5 МГц, на частотах от 0,5 до 2,5 МГц, на частотах от 25 до 30 МГц.	80 74 66	
20. Габаритные размеры, мм, не более: блока преобразователя датчика	200 x 100 x 170 105 x 105 x 50 $\varnothing 12 \times 40$	
21. Длина кабеля датчика, м	$5 \pm 0,1$	0
22. Масса, кг, не более: блока преобразователя датчик комплекта	2,5 0,5 0,35 4	

### Состав устройства

В состав устройства входят основные узлы и детали:

- датчик;
- блок контроля;
- преобразователь;
- элементы монтажа устройства на оборудовании;
- эксплуатационная документация.

Комплектность устройства указана в его формуляре.

Принцип действия

Описание структурной схемы. Структурная схема устройства на рисунке 6.2.

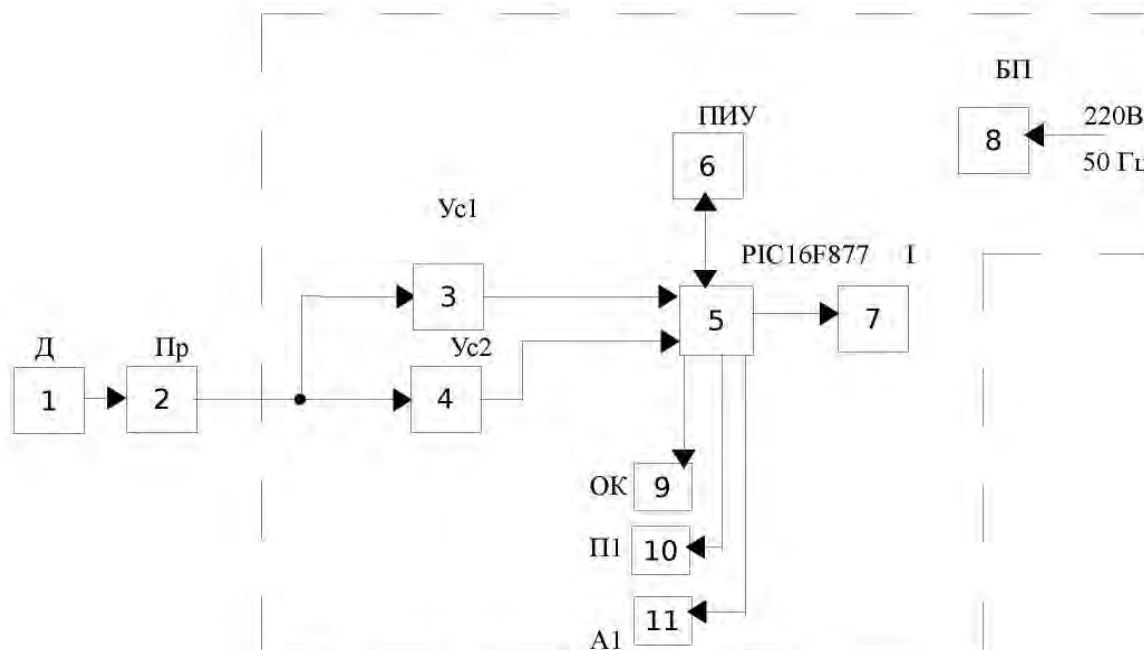


Рисунок 6.2. Структурная схема устройства ИП-106:

- 1 - датчик;
- 2 - преобразователь;
- 3 - усилитель входных переменных сигналов;
- 4 - усилитель входных постоянных сигналов;
- 5 - узел контроллера PIC16F877;
- 6 - индикации и управления режимами;

- 7 - преобразователь напряжение - ток;
- 8 - блок питания;
- 9 - реле ОК;
- 10 - реле уставки П1;
- 11 - реле уставки А1.

Работа устройства осуществляется следующим образом: преобразователь, совместно с обмотками возбуждения (датчиками), предназначен для генерирования высокочастотного напряжения, возбуждения в объекте контроля вихревых токов, детектирования, усиления и линеаризации выходного сигнала, преобразования величины воздушного зазора между объектом контроля и датчиками в напряжение.

Переменная составляющая напряжения соответствует вибросмещению ротора, постоянная - положению ротора относительно неподвижного датчика. Эти напряжения поступают в блок контроля. Переменная составляющая на вход усилителя 3, а постоянная на вход усилителя 4. Далее они поступают на входы узла 5, построенного на базе микроконтроллера PIC 16F877, являющегося главным устройством счета, отдачи и исполнения команд управления, обмена и хранения информации и т.д.

Основными функциями узла 5 являются:

- преобразование аналогового сигнала в десятиразрядный двоичный код и дальнейшая его обработка;
- вывод информации на индикатор в динамическом режиме;
- работа с органами управления;
- формирование сигналов включения и выключения исполнительных реле;
- сохранение значений уставок и времени задержки срабатывания аварийных уставок в памяти микроконтроллера;
- формирование десятиразрядного кода унифицированного сигнала, пропорционального двойной амплитуде переменной составляющей выходного напряжения преобразователя.

Узел 6 конструктивно выполнен в виде отдельной платы, на которой установлены светодиодные индикаторы, отображающие текущую информацию, светодиоды режимов и уставок, а также микропереключатели управления работой устройства.

Функцией узла 7 является преобразование десятиразрядного двоичного кода в ток постоянного напряжения, пропорциональный входной переменной составляющей напряжения преобразователя. Пределы (0 - 5) мА и (4 - 20) мА выбирается при помощи DIP-переключателя, установленного на плате контроля устройства. Дискретность формирования унифицированного сигнала составляет 0,6 мкА на один разряд.

Питание устройства осуществляется от сети переменного тока 220 В, 50 Гц.

Органы управления работой устройства ИП-106

Внешний вид устройства изображен на рисунке 6.3. На лицевой панели расположены:

- цифровой светодиодный индикатор отсчета искривления вала в мкм и радиального зазора в мм;
  - индикация включения режима "ОК";
  - индикация включения режима "ЗАЗОР";
  - индикация включения режима П1, А1 - сигнализация включения реле
- Предупреждение 1, Авария 1;
- переключатель "ЗАЗОР" - включение режима измерения радиального зазора;
  - переключатель "РАБОТА/ПРОВЕРКА" - включение режима измерения или внутреннего генератора устройства;
  - переключатель "ВЫБОР/ПАМЯТЬ" - включение режима выбора уставок П1, А1, выбор времени задержки аварийной сигнализации, включение режима "ПАМЯТЬ" микроконтроллера;
  - переключатели "больше" и "меньше" - выбор значений уставок, изменение частоты внутреннего генератора в режиме "ПРОВЕРКА";
  - тумблер "ВКЛ" - включение и отключение питающего напряжения;
  - предохранители "0,5А" - разрыв цепи питания при перегрузках и неисправности блока.



Рисунок 6.3. Внешний вид устройства ИП-106

## **Использование по назначению Меры безопасности**

К установке, ремонту и наладке устройства допускаются лица электротехнического персонала имеющие 3-ю и выше группу по электробезопасности и изучившие настоящее руководство.

Перед включением устройства в работу, а также перед проверкой или ремонтом корпус устройства необходимо заземлить. Клемма для заземления находится на задней панели блока.

Проверку и наладку схемы производить только в лаборатории, в помещении без повышенной опасности.

Все перепайки в схеме делать только при отключенном разъеме Х4.

Запрещается открывать боковую крышку, снимать переднюю панель устройства при включенном разъеме Х4. Измерительный блок относится к электрооборудованию общего назначения и должен устанавливаться вне взрывоопасной зоны.

Перед монтажом необходимо осмотреть датчик и преобразователь, обратить внимание на целостность их корпусов.

При монтаже датчика присоединения кабеля производятся только при отключенном питании (тумблер СЕТЬ должен находиться в нижнем положении).

Установка, монтаж и подготовка к эксплуатации

Подготовка контрольной поверхности

Важным моментом в установке вихретоковых датчиков является выбор контрольной поверхности для датчика. Контрольная поверхность находится на объекте контроля и предназначена для замыкания электромагнитного поля датчика.

Такой поверхностью может служить любой горизонтальный участок вала ротора. Размеры, чистота, осевые и радиальные биения контрольной поверхности указаны в паспорте на изделие.

Размеры контрольной поверхности определяются размерами датчика и его электромагнитного поля, поэтому при установке следует учитывать, что наличие в поле других металлических деталей и поверхностей вызывает искажение показаний аппаратуры.

Монтаж составных частей устройства

На щите контроля установить блок и закрепить его с помощью кронштейна. Установить на оборудовании датчик, вывести из корпуса оборудования кабель и закрепить преобразователь. Установку произвести в соответствии со схемой подключения. При установке датчика на конкретном оборудовании форма, размеры и расположение основания (кронштейна) могут быть различны.

Электромонтаж устройства.

Подключить устройство по схеме электрической подключений.

Выполнить заземление блока, экранирующих и защитных элементов кабелей. Соединение блока и преобразователя производится отдельным кабелем или кабелем с экранированными жилами.



Установка начального (установочного) положения датчика. Включить устройство тумблером СЕТЬ.

Переключить в режим измерения радиального зазора нажатием переключателя ЗАЗОР. По прибору на блоке установить зазор между ротором и обмоткой возбуждения в пределах  $(1 + 0,25)$  мм. В режиме измерения ЗАЗОР диапазон измерений составляет от 0 до 2,5 мм. Это положение является начальным (установочным). При установке начального положения объект должен находиться в исходном положении.

Для удобства установки начального положения блок контроля может быть временно установлен вблизи оборудования и соединен с преобразователем наладочным кабелем. Время прогрева устройства при установке нуля должно быть не менее 10-15 мин.

После установки начального положения окончательно закрепить датчик, преобразователь, кабель, сделать уплотнение, застопорить болты.

Кабель датчика должен быть механически защищен и закреплен как внутри, так и вне оборудования без натягов, переломов, он не должен мешать при ремонте оборудования, так как это приводит к его обрыву.

#### Эксплуатация

Тумблером ВКЛ включить питание. После включения на цифровых индикаторах устройства в течение 3 секунд высвечивается надпись "П-6", что говорит о его работоспособности. Далее индикаторы принимают значение, пропорциональное выходному напряжению преобразователя в микронах и прибор автоматически переходит в режим РАБОТА (измерение искривления вала ротора).

В приборе имеется режим ОК. Выходная постоянная составляющая напряжения преобразователя контролируется микроконтроллером, определяющим рабочий диапазон радиального зазора для датчика. Выход напряжения за пределы  $(2 - 8)$  В  $(0,5 - 2)$  мм, сигнализируется как отказ. При этом происходит срабатывание реле ОК с замыканием контактов, коммутирующих внешнюю цепь, и гаснет зеленый светодиод ОК. При отсутствии режима ОК срабатывание аварийной и предупредительной сигнализации не происходит.

В данном устройстве имеется возможность измерения радиального зазора. Для включения этого режима необходимо нажать и удерживать микротумблер ЗАЗОР до загорания зеленого светодиода ЗАЗОР". На цифровых индикаторах высвечивается значение воздушного зазора между контрольной поверхностью и датчиком в миллиметрах. Для выхода из режима ЗАЗОР необходимо нажать микротумблер ЗАЗОР и удерживать его до перехода устройства в основной режим измерения. Зеленый светодиод ЗАЗОР не является индикатором ОК.

Установка срабатывания уровней сигнализации и времени задержки срабатывания аварийной сигнализации.

Нажать микротумблер ВЫБОР/ПАМЯТЬ и удерживать его до появления надписи П1. Отпустить кнопку. Появляется буква У на крайнем левом индикаторе и значение уставки, прочитанное из энергонезависимой памяти

микроконтроллера. Кнопками "больше " и "меньше" выставить требуемое значение уставки. Нажать кнопку ВЫБОР/ПАМЯТЬ. На индикаторе появляется символ ПППП - это говорит о том, что в память микроконтроллера записано новое значение уставки П1. Отпустить кнопку. Устройство возвращается в рабочий режим. Если необходимо выставить любую другую уставку, то необходимо нажать микротумблер ВЫБОР/ПАМЯТЬ и удерживать его. Появится надпись П1, далее А1, 3. Отпустить кнопку на нужной уставке и выставить её значение аналогично П1. Отпустив кнопку на символе "3 ", переходят в режим установки времени задержки срабатывания аварийной сигнализации. При этом высвечивается символ " 3 " в крайнем левом индикаторе и значение времени, прочитанное из энергонезависимой памяти микроконтроллера. Кнопками "больше " и "меньше" выставить требуемое значение времени задержки. Регулируемый диапазон времени от 0,5 до 3-х с с дискретностью 0,5 с. Нажать кнопку "ВЫБОР/ПАМЯТЬ". На индикаторе появится символ "ПППП", что говорит о том, что в память микроконтроллера записано новое время задержки аварийной сигнализации. Отпустить кнопку. Устройство возвращается в рабочий режим.

При включении любой из уставок П1, А1, в режиме "РАБОТА", режим коррекции этих уставок автоматически блокируется, доступ к управлению микротумблерами ВЫБОР/ПАМЯТЬ, "больше " и "меньше" - закрыт во избежание случайного нажатия на микротумблеры.

В устройстве ИП-106 имеется внутренний цифровой генератор для проверки работоспособности всего комплекта, а так же правильности срабатывания выбранных значений уставок. Для перехода в режим "ПРОВЕРКА" нажать и удерживать кнопку РАБОТА/ПРОВЕРКА до появления на крайнем левом индикаторе символа "П". Кнопками "больше " и "меньше" можно изменять частоту внутреннего генератора в ту или другую сторону. Для возврата в рабочий режим, ещё раз нажать и удерживать кнопку РАБОТА/ПРОВЕРКА до исчезновения символа "П".

Во всех режимах работы данного устройства обновление информации на цифровых индикаторах происходит один раз за 0.8 с, а контроль за состоянием унифицированных сигналов осуществляется непрерывно.

Установка диапазона унифицированного сигнала (0 - 5) мА и (4 - 20) мА осуществляется при помощи DIP - переключателя, расположенного на плате контроля.

Устройство ИП-106 выполняет функции контроля, сигнализации и защиты оборудования, поэтому должно работать непрерывно.

На задней панели устройства расположены:

- разъем Х4 220В, 50Гц - присоединение светового шнура питания;
- разъем Х5 преобразователь - присоединение преобразователя;
- разъем Х6 цепи сигнализации - присоединение внешних цепей

сигнализации и защиты;

- клемма ЗЕМЛЯ - присоединение защитного заземления. На боковой стенке преобразователя расположены:

- разъем Х2 -присоединение к блоку;
- разъем Х3 - присоединение датчика.

## **6.2 Измеритель осевого сдвига ротора ИП-107**

### **Назначение**

Измеритель осевого сдвига ИП-107 (далее «Устройство») предназначен для бесконтактного измерения осевых смещений вала ротора паровых турбин из хромоникелевых ферромагнитных сталей, вывода информации в цифровой форме на индикатор устройства, преобразования величины смещения в унифицированный сигнал постоянного тока, сигнализации и формирования сигнала отключения оборудования при достижении заданного предельного значения смещения.

В данном устройстве использована цифровая установка аварийной и предупредительной сигнализации, а также имеется внутренний генератор для проверки их срабатывания и работоспособности всего комплекта.

Устройство ИП-107 контролирует валопроводы из хромоникелевых ферромагнитных сталей, поэтому при заказе указывается марка материала вала.

Образцы материала для наладки датчика поставяет заказчик. При отсутствии образца устройство настраивается на стали марки 25Х1МФ, Р2МА.

Устройство состоит из обмотки возбуждения вихретокового преобразователя (датчик); блока вихретокового преобразователя; блока контроля; элементов крепления датчика, преобразователя и блока.

Рабочие условия эксплуатации:

- относительная влажность воздуха до 95% при температуре плюс 35 °С;
- атмосферное давление (60 - 106,7) кПа (450 - 800) мм рт. ст.;
- температура окружающей среды:  
для датчика от +5 °С до +100 °С; для преобразователя от +5 °С до +70 °С;  
для блока от +5 °С до +50 °С.
- датчики аппаратуры допускают работу в среде паров турбинного масла и жидкости ОМТИ и нечувствительны к воздействию электромагнитного поля частоты 50 Гц., напряженностью до 400 А/м.

Технические данные и характеристики приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2. Технические данные устройства ИП-107.

Наименование параметра	Значение по ТУ	Модификация
1. Диапазон измерения, мм	1 – 0 – 1 или 2 – 0 – 2	0 1
2. Пределы допустимой основной приведенной погрешности измерения, %: по цифровому прибору по унифицированному сигналу	$\pm 2$ $\pm 2$	
3. Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %	$\pm 1$	
4. Предел дополнительной относительной погрешности измерения, %, от воздействия: температуры относительной влажности	$\pm 2,5$ $\pm 2,5$	
5. Задержка срабатывания сигнала «А», сек	0,5 или 1 или 1,5 или 2 или 2,5 или 3	0 1 2 3 4 5
6. Сопротивление изоляции цепей питания и сигнализации, МОм, не менее в нормальных климатических условиях в условиях предельной влажности	20 2	
7. Электрическая изоляция устройства должна выдерживать в течение одной минуты без пробоя испытательное напряжение, кВ в цепях питания в цепях сигнализации	1,5 0,5	
8. Унифицированный выходной сигнал постоянного тока, мА, при нагрузке: не более 2 кОм не более 500 Ом	0 ... 5 4 ... 20	0 1
9. Коммутационная возможность исполнительных реле сигнализации и защиты, А при постоянном токе напряжением от 6 до 30В при постоянном или переменном токе напряжением от 30 до 220В	0,1...2,0 0,05...0,1	
10. Время установления рабочего режима, мин	5	
11. Питание устройства осуществляется от сети переменного тока 220В 50Гц. Потребляемая мощность, ВА, не более	10	
12. Пределы дополнительной относительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от 187В до 242В, %	$\pm 0,5$	
13. Пределы дополнительной погрешности, вызванной воздействием магнитного поля с частотой 50Гц, напряженностью 400 А/м на датчики и преобразователи и 80А/м на блок контроля, %	$\pm 1,5$	
14. Напряжение промышленных радиопомех, дБ, не более на частотах от 0,15 до 0,5 МГц на частотах от 0,5 до 2,5 МГц на частотах от 25 до 30 МГц.	80 74 66	

Наименование параметра	Значение по ТУ	Модификация
15. Габаритные размеры, мм, не более датчика преобразователя блока контроля:	$\varnothing 16 \times 30$ 105 x 50 x 105 100 x 170 x 200	
16. Длина кабеля датчика, м	5 $\pm$ 0,1 8 $\pm$ 0,1	0 1
17. Масса, кг, не более блока преобразователя датчика комплекта	2,5 0,5 0,35 4	
18. Нарботка на отказ (To) при вероятности безотказной работы 0,9, час, не менее	$7,5 \cdot 10^3$	
19. Средний срок службы, лет	12	

### Состав устройства

В состав устройства входят основные узлы и детали:

- блок контроля;
- преобразователь;
- датчик;
- элементы монтажа устройства на оборудовании;
- эксплуатационная документация.

Комплектность устройства указана в его формуляре.

Принцип действия

Описание структурной схемы. Структурная схема устройства представлена на рисунке 6.4.

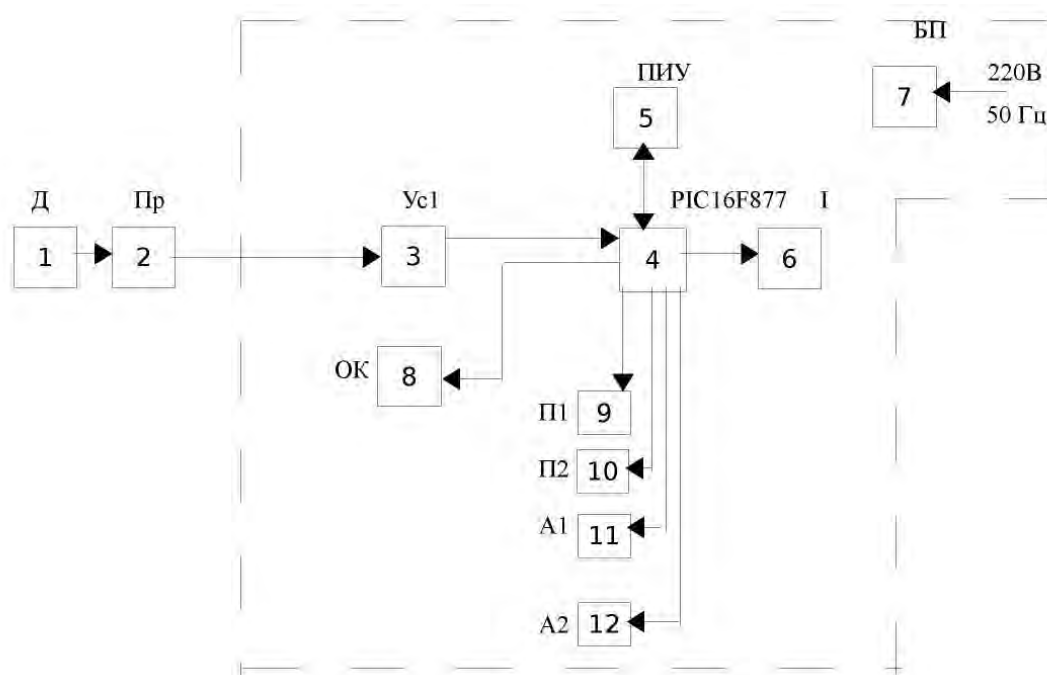


Рисунок 6.4 Структурная схема устройства ИП-107:

1 – датчик; 2 - блок преобразователя; 3 - усилитель входного сигнала; 4 - узел контроллера PIC16F877; 5 - узел индикации и управления режимами; 6 - преобразователь напряжение-ток; 7 - блок питания; 8 - реле ОК; 9 - реле уставки П1; 10-реле уставки П2; .11 - реле уставки А1; 12 - реле уставки А2.

Работа устройства осуществляется следующим образом: преобразователь, совместно с обмоткой возбуждения (датчиком) предназначен для генерирования высокочастотного напряжения, возбуждения в объекте контроля вихревых токов, детектирования, усиления и линеаризации выходного сигнала, преобразования величины воздушного зазора между объектом и датчиком в напряжение постоянного тока. Напряжение с выхода преобразователя поступает в блок контроля на усилитель входного сигнала 3 и далее подается на вход узла 4, построенного на базе микроконтроллера PIC16F877, являющегося главным устройством счета, отдачи и исполнения команд управления, обмена и хранения информации и т.д.

Основными функциями узла 4 являются:

- преобразование аналогового сигнала в десятиразрядный двоичный код и дальнейшая его обработка;
- вывод информации на индикатор в динамическом режиме.

- работа с органами управления;
- формирование сигналов включения и выключения исполнительных реле;
- сохранение значений уставок в памяти микроконтроллера;
- формирование десятиразрядного кода унифицированного сигнала, пропорционального выходному напряжению преобразователя.

Узел 5 конструктивно выполнен в виде отдельной платы, на которой установлены светодиодные индикаторы, визуально отображающие текущую информацию, светодиоды режимов и уставок, а также микропереключатели управления работой прибора.

Функцией узла 6 является преобразование десятиразрядного двоичного кода в ток постоянного напряжения, пропорционального выходному напряжению преобразователя. Предел (0 - 5) мА или (4 - 20) мА выбирается при помощи DIP - переключателя, установленного на плате контроля прибора. Дискретность формирования кода унифицированного сигнала составляет 0,005 мм на один разряд.

Питание устройства осуществляется от сети переменного тока 220 В 50 Гц.

Органы управления работой устройства. Внешний вид устройства изображен на рисунке 6.5. На лицевой панели расположены:

- цифровой светодиодный индикатор отсчета линейного перемещения, мм;
- индикация включения режима ОК;
- индикация включения реле А1, П1, П2, А2 - сигнализация включения реле АВАРИЯ -1, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ -1, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ - 2, АВАРИЯ -2;
- переключатель РАБОТА/ ПРОВЕРКА - включение режима измерения или внутреннего генератора устройства;
- переключатель ВЫБОР/ ПАМЯТЬ - включение режима выбора уставок Ш, П2, А1, А2, режима ПАМЯТЬ микроконтроллера;
- переключатели "больше" и "меньше" - выбор значений уставок, изменение частоты внутреннего генератора в режиме ПРОВЕРКА;
- тумблер ВКЛ - включение и отключение питающего напряжения; предохранители 0,5А - разрыв цепи питания при перегрузках и неисправностях блока.



Рисунок 6.5 Внешний вид устройства ИП-107

## **Установка, монтаж и подготовка устройства к эксплуатации**

### **Подготовка контрольной поверхности.**

Важным моментом в установке вихретоковых датчиков является выбор контрольной поверхности для датчика. Контрольная поверхность находится на объекте контроля и предназначена для замыкания электромагнитного поля датчика.

Такой поверхностью может служить любой выступ, венец или торец. Размеры, чистота, осевые и радиальные биения контрольной поверхности указаны в паспорте на устройство.

Размеры контрольной поверхности определяются размерами датчика и его электромагнитного поля, поэтому при установке следует учитывать, что наличие в поле других металлических деталей и поверхностей вызывает искажение показаний устройства.

Схема взаимного расположения контролируемого объекта и датчика указана на лицевой крышке блока контроля.

Монтаж составных частей устройства.

На щите контроля установить блок и закрепить его с помощью кронштейна. Установить на оборудовании датчик, вывести из корпуса оборудования кабель и закрепить преобразователь.

Проверка работоспособности устройства, его эксплуатация

Тумблером ВКЛ включить питание. После включения на цифровых индикаторах устройства в течение 3-х с высвечивается надпись "П07", что говорит о его работоспособности. Далее индикаторы принимают значения, пропорциональные выходному напряжению преобразователя в миллиметрах и устройство автоматически переходит в режим РАБОТА.

В устройстве имеется режим ОК. Выходные напряжения преобразователя контролируются микроконтроллером, определяющим рабочий диапазон линейного расширения. Выход напряжения расширения за пределы заданных значений от минус 0,2 В до 10,2 В (от минус 2,2 мм до 2,2 мм) сигнализируется как отказ. При этом срабатывает реле ОК с замыканием контактов, коммутирующих внешнюю цепь, и гаснет зеленый светодиод ОК. При отсутствии режима ОК срабатывание аварийной и предупредительной сигнализации не происходит.

Установка срабатывания уровней сигнализации и задержки срабатывания аварийной сигнализации..

Нажать кнопку ВЫБОР/ ПАМЯТЬ и удерживать ее до появления надписи "П1". Отпустить кнопку. Появляется значение уставки, прочитанное из энергонезависимой памяти микроконтроллера. Кнопками "больше" и "меньше" выставить требуемое значение уставки. Нажать кнопку ВЫБОР/ ПАМЯТЬ. На индикаторе появится символ "ППП"- это говорит о том, что в память микроконтроллера записано новое значение уставки П1. Отпустить кнопку. Устройство возвращается в рабочий режим. Если необходимо выставить любую другую уставку, то нажать кнопку ВЫБОР/ ПАМЯТЬ и удерживать ее. Появится надпись "П1", далее - "П2", "А1", "А2", отпустить кнопку на нужной уставке. Выставить значение аналогично уставке П1.



Для установки времени задержки срабатывания аварийной сигнализации нажать на микротумблер ВЫБОР/ ПАМЯТЬ и удерживать до появления символа "3--". Отпустить кнопку, появится значение времени задержки, записанное в память микроконтроллера. Кнопками "больше" и "меньше" выставить требуемое значение времени задержки. Задержка регулируется в диапазоне 0,5-3 с. С дискретностью 0,5 с. Нажать кнопку ВЫБОР/ ПАМЯТЬ. На индикаторе появится символ "ПППП"- это говорит о том, что в память микроконтроллера записано новое значение времени задержки срабатывания аварийной сигнализации.

При включении любой из уставок П1, П2, А1, А2, в режиме РАБОТА, режим коррекции этих уставок автоматически блокируется, доступ к управлению кнопками ВЫБОР/ ПАМЯТЬ, "больше" и "меньше" закрыт во избежание случайного нажатия на кнопки .

В устройстве ИП-107 имеется внутренний цифровой генератор для проверки работоспособности всего комплекта, а также правильности срабатывания выбранных значений уставок. Для перехода в режим ПРОВЕРКА нажать кнопку РАБОТА/ ПРОВЕРКА и удерживать ее в течение 3-х с. Включение режима ПРОВЕРКА подтверждается морганием разрядной запятой. Кнопками "больше" и "меньше" можно изменять частоту внутреннего генератора в ту или другую сторону. Для возврата в рабочий режим еще раз нажать кнопку РАБОТА/ ПРОВЕРКА.

Во всех режимах работы данного устройства обновление информации на цифровых индикаторах происходит 1 раз за 0,6 с, а контроль за состоянием унифицированного сигнала осуществляется непрерывно.

Установка диапазона унифицированного сигнала (0 - 5) мА и (4 - 20) мА осуществляется при помощи DIP-переключателя SA1, расположенного на плате контроля.

Устройство ИП-107 выполняет функции контроля, сигнализации и защиты оборудования, поэтому должно работать непрерывно.

На задней панели прибора расположены:

разъем X4 220В, 50Гц - присоединение сетевого шнура питания;

разъем X5 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ - присоединение преобразователя;

разъем X6 ЦЕПИ СИГНАЛИЗАЦИИ - присоединение внешних цепей сигнализации и защиты;

клемма ЗЕМЛЯ - присоединение защитного заземления.

На боковой стенке преобразователя расположены:

разъем X2 - присоединение датчика;

разъем X3 - присоединение преобразователя к блоку.

### **6.3 Измеритель относительного расширения ИП-108**

#### **Назначение**

Измеритель относительного расширения ИП-108 (далее «Устройство») предназначен для бесконтактного измерения относительного удлинения и укорочения (или осевого расширения) вала ротора паровых турбин из хромоникелевых ферромагнитных сталей, вывода информации в цифровой форме на индикатор устройства, преобразования величины расширения в унифицированный

сигнал постоянного тока, сигнализации и формирования сигнала отключения оборудования при достижении заданного предельного значения смещения.

Устройство ИП-108 контролирует валопроводы из хромоникелевых ферромагнитных сталей, поэтому при заказе указывается марка материала вала. Образцы материала для наладки датчика предоставляет заказчик. При отсутствии образца устройство настраивается на стали марки 25Х1МФ, Р2МА.

Устройство состоит из датчика; вихретокового преобразователя; блока контроля (далее - блок); элементов крепления датчика, преобразователя и блока.

Рабочие условия эксплуатации:

- относительная влажность воздуха до 95% при температуре плюс 35 °С;

- атмосферное давление (60-106,7) кПа, (450-800) мм рт. ст.;

- температура окружающей среды;

для датчика от +5° С до +180 °С;

для преобразователя от +5 °С до +70 °С;

для блока от +5 °С до +50 °С.

- датчики устройства допускают работу в среде паров турбинного масла и жидкости ОМТИ и нечувствительны к воздействию электромагнитного поля частоты 50 Гц., напряженностью до 400 А/м.

### **Технические данные и характеристики**

Технические данные устройства приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3. Технические данные устройства ИП-108.

Наименование параметра	Значение по ТУ	Модификация
1 Диапазон измерений, мм	5 - 0 - 5 или 10 - 0 - 10	0 1
2 Пределы допустимой основной приведенной погрешности измерений, %: - для датчика и преобразователя ИП-108 при зазоре 1,0 ... 2,0 мм; - при зазоре 0,5 ... 1,0 и 2,0 ... 2,5 мм; - для датчика и преобразователя ИП-108А при зазоре 1,0 ... 2,0 мм;	$\pm 2 \pm 5$ $\pm 4 \pm 6$	
3 Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %	$\pm 1$	
4 Предел дополнительной относительной погрешности измерений, %: от воздействия: температуры относительной влажности	$\pm 4$ $\pm 4$	
5 Начальный (установочный) зазор, мм	1,5 + 0,1	
6 Диапазон измерений зазора, мм	0 ... 2,5	
7 Пределы допустимой основной абсолютной погрешности измерений зазора,	$\pm 0,25$	
8 Задержка срабатывания сигнала «А», с	0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0	0 1 2 4 5
9 Сопротивление изоляции цепей питания и сигнализации, МОм, не менее: - в нормальных климатических	20 2	
10 Пределы дополнительной относительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от 187 В до 242 В, %	1,5 0,5	
11 Унифицированный выходной сигнал постоянного тока, мА при нагрузке: - не более 2 кОм; - сопротивление нагрузки 500 Ом	0 ... 5 4 ... 20	0 1

12 Коммутационная возможность исполнительных реле сигнализации и защиты, А: - при постоянном токе напряжением от	0,1...2,0 0,05...0,1	
13 Время установления рабочего	5	
14 Питание устройства - от сети переменного тока	10	
15 Пределы дополнительной относительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от 187 В до	±0,5	
Наименование параметра	Значение по ТУ	Модификация
16 Пределы дополнительной погрешности, вызванной воздействием	±1,5	
17 Напряжение индустр. радиопомех, дБ, не более:	80 74 66	
18 Габаритные размеры, мм, не более: :датчика ИП-108 преобразователя ИП-108 датчика ИП-108А преобразователя ИП-108 А блока контроля	20x60x 100 105x50x 105 20x46x51 105x70x 100 100 x 170x200	0 1
19 Длина кабеля датчика, м	3 + 0,1; 5 + 0,1; 8 + 0,1	0 1 2
20 Масса, кг, не более: - блока - - - преобразователя - - датчика, комплекта	2,5 0,5 0,6 4,0	

### Состав устройства

В состав устройства входят основные узлы и детали:

- блок контроля;
- преобразователь;
- датчик;
- элементы монтажа устройства на оборудовании;
- эксплуатационная документация.

Комплектность устройства указана в его формуляре.

Структурная схема устройства представлена на рисунке 6.6.

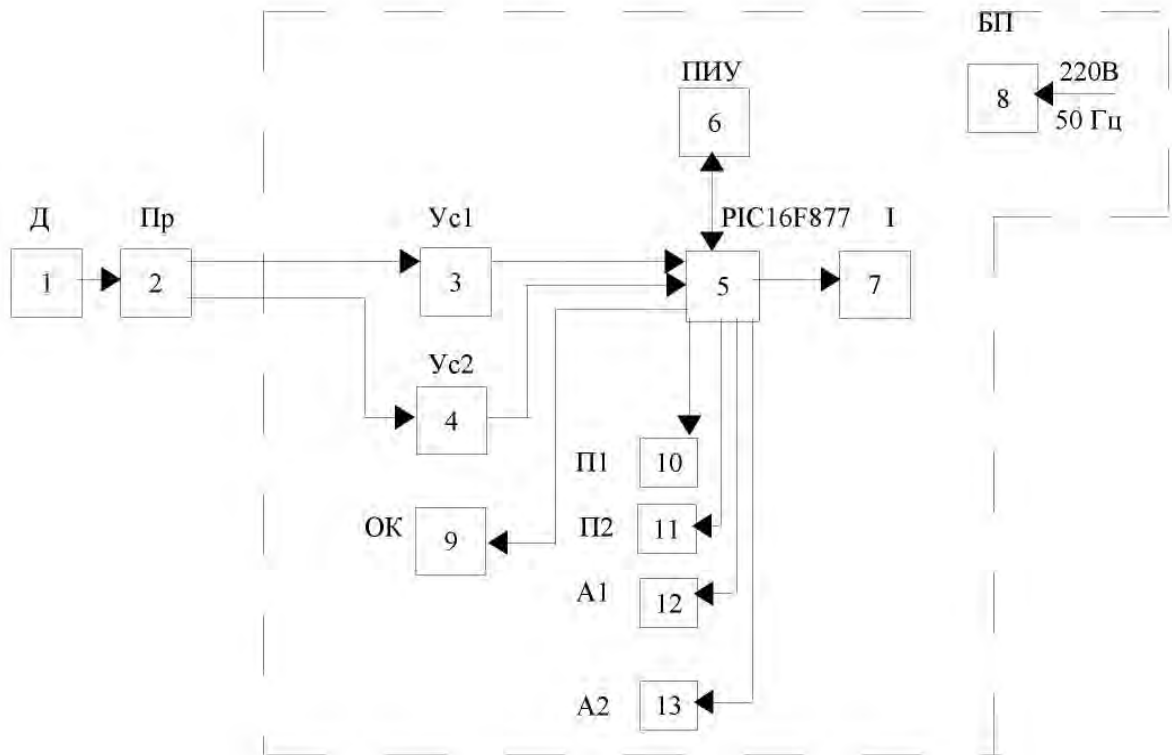


Рисунок 6.6 Структурная схема устройства ИП-108:

1 - датчик; 2 - преобразователь; 3 - усилитель сигнала осевого расширения; 4 - усилитель сигнала радиального зазора; 5 - узел контроллера PIC16F877; 6 - узел индикации и управления режимами; 7 - преобразователь напряжение-ток; 8 - блок питания; 9 - реле ОК; 10 - реле уставки П1; 11 - реле уставки П2; 12 - реле уставки А1; 13 - реле уставки А2.

### Работа устройства

Работа устройства осуществляется следующим образом: преобразователь совместно с датчиком предназначен для генерирования высокочастотного напряжения, возбуждения в объекте контроля вихревых токов, детектирования, усиления и линеаризации выходного сигнала, преобразования величины воздушного зазора между объектом и датчиком в напряжение постоянного тока. Преобразователь содержит два канала измерений: осевой и радиальный. Осевой канал предназначен для измерения контролируемого параметра, а радиальный - для измерения зазора между контролируемым объектом и датчиком. Наличие радиального канала обусловлено его влиянием на точность измерения осевого смещения контролируемого объекта и необходимостью компенсации этого влияния. Напряжение с выхода преобразователя поступает в блок контроля. Напряжение осевого расширения - на усилитель входного напряжения 3, а напряжение радиального зазора - на усилитель напряжения 4 и далее на вход узла 5, построенного на базе микроконтроллера PIC16F877, являющегося главным устройством счета, отдачи и исполнения команд управления, обмена информации.

Основными функциями узла 5 являются:

- преобразование аналогового сигнала в десятиразрядный двоичный код и

дальнейшая его обработка;

- вывод информации на индикатор в динамическом режиме;
- работа с органами управления;
- формирование сигналов включения и выключения исполнительных реле;
- сохранение значений уставок в памяти микроконтроллера;
- формирование десятиразрядного кода унифицированного сигнала, пропорционального выходному напряжению преобразователя.

Узел 6 конструктивно выполнен в виде отдельной платы, на которой установлены светодиодные индикаторы, отображающие текущую информацию, светодиоды режимов и уставок, а также микропереключатели управления работой прибора.

Функцией узла 7 является преобразование десятиразрядного двоичного кода в ток. Пределы (0 - 5) мА или (4 - 20) мА выбирается при помощи DIP - переключателя, установленного на плате контроля прибора. Дискретность формирования кода унифицированного сигнала составляет 0,01 мм на один разряд. Выходное напряжение радиального зазора в постоянный ток не преобразуется.

Питание устройства осуществляется от сети переменного тока 220 В, 50 Гц.

Органы управления работой устройства

Внешний вид устройства изображен на рисунке 6.7



Рисунок 6.7. Внешний вид устройства ИП-108  
На лицевой панели устройства расположены:

- цифровой светодиодный индикатор визуального отсчета осевого и радиального зазора, мм;
- индикация включения режима ОК; расширения индикация включения режима ЗАЗОР;
- индикация включения реле А1, П1, П2, А2 - сигнализация включения реле АВАРИЯ-1, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ-1, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ- 2, АВАРИЯ -2;
- переключатель РАБОТА/ ПРОВЕРКА - включение режима измерения или внутреннего генератора устройства;
- переключатель ЗАЗОР - включение режима измерения радиального зазора;
- переключатель ВЫБОР/ ПАМЯТЬ - включение режима выбора уставок П1, П2, А1, А2, режима ПАМЯТЬ микроконтроллера;
- переключатели "больше" и "меньше" - выбора значений уставок, изменения частоты внутреннего генератора в режиме ПРОВЕРКА;
- тумблер ВКЛ - включение и отключение питающего напряжения; предохранители 0,5А - разрыв цепи питания при перегрузках и неисправностях блока.

Установка начального (установочного) положения датчика.

Включить устройство, переключить в режим измерения радиального зазора. С помощью щупа установить зазор между ротором и датчиком  $1,5 \pm 0,1$  мм. При этом прибор должен показывать величину зазора  $1,5 \pm 0,25$  мм.

Проверить параллельность расположения плоскости датчика относительно ротора. При перемещении датчика относительно неподвижного ротора показания зазора должны быть в пределах  $1,5 \pm 0,25$  мм.

Переключить устройство в режим измерения осевого смещения. Смещая датчик в осевом направлении ротора, установить ноль на шкале датчика напротив центра венца ротора. Точная установка нулевого положения датчика производится по шкале прибора. Это положение датчика является начальным (установочным).

При установке начального положения объект контроля должен находиться в исходном состоянии.

Для удобства установки начального положения блок контроля может быть временно установлен вблизи оборудования и соединен с преобразователем наладочным кабелем. Время прогрева устройства при установке нуля должно быть не менее 5 мин.

После установки начального положения необходимо окончательно закрепить датчик, преобразователь, кабель, сделать уплотнение и застопорить болты.

Кабель датчика должен быть механически защищен и закреплен как внутри, так и вне оборудования без натягов, переломов, он не должен мешать при ремонте оборудования, так как это приводит к его обрыву.

Проверка работоспособности устройства, его эксплуатация

Тумблером ВКЛ включить питание. После включения на цифровых индикаторах устройства в течение 3-х секунд высвечивается надпись "П08", что говорит о его работоспособности. Далее индикаторы принимают значения, пропорциональные выходному напряжению преобразователя в миллиметрах и

прибор автоматически переходит в режим РАБОТА (измерение относительного расширения ротора турбины).

В данном устройстве имеется возможность измерения радиального зазора. Для включения этого режима нажать кнопку ЗАЗОР и удерживать ее в течение 3-х с. При этом загорается зеленый светодиод ЗАЗОР и на цифровых индикаторах высвечивается значение воздушного зазора между контрольной поверхностью и датчиком в миллиметрах. Для выхода из режима ЗАЗОР еще раз нажать кнопку ЗАЗОР.

В устройстве имеется режим ОК. Выходные напряжения преобразователя контролируются микроконтроллером, определяющим рабочий диапазон осевого расширения и радиального зазора. Выход напряжения расширения за пределы заданных значений от (-0,2) В до 10,2 В (-5,2 - 5,2) мм или напряжения зазора за пределы (2 - 8) В (0,5 - 2) мм сигнализируется как отказ. При этом происходит срабатывание реле ОК с замыканием контактов, коммутирующих внешнюю цепь, и гаснет зеленый светодиод ОК. При отсутствии режима ОК, срабатывание аварийной и предупредительной сигнализации не происходит.

Установка срабатывания уровней сигнализации и задержки срабатывания аварийной сигнализации.

Нажать кнопку ВЫБОР/ ПАМЯТЬ и удерживать ее до появления надписи "П1". Отпустить кнопку. Появляется значение уставки, прочитанное из энергонезависимой памяти микроконтроллера. Кнопками "больше" и "меньше" выставить требуемое значение уставки. Нажать кнопку ВЫБОР/ ПАМЯТЬ. На индикаторе появится символ "ППП"- это говорит о том, что в память микроконтроллера записано новое значение уставки П1. Отпустить кнопку. Устройство возвращается в рабочий режим. Если необходимо выставить любую другую уставку, то нажать кнопку ВЫБОР/ ПАМЯТЬ и удерживать ее. Появится надпись "П1", далее - "П2", "А1", "А2", отпустить кнопку на нужной уставке. Выставить значение, аналогичное П1.

- Для установки времени задержки срабатывания аварийной сигнализации нажать на микро тумблер ВЫБОР/ ПАМЯТЬ и удерживать до появления символа "3 - - -". Отпустить кнопку, появится значение времени задержки, записанное в память микроконтроллера. Кнопками "больше" и "меньше" выставить требуемое значение времени задержки. Задержка регулируется в диапазоне от 0,5 до 3-х с. С дискретностью 0,5 сек. Нажать кнопку ВЫБОР/ ПАМЯТЬ. На индикаторе появится символ "ППП"- это говорит о том, что в память микроконтроллера записано новое значение времени задержки срабатывания аварийной сигнализации.

При включении любой из уставок П1, П2, А1, А2, в режиме РАБОТА, режим коррекции этих уставок автоматически блокируется, доступ к управлению кнопками ВЫБОР/ ПАМЯТЬ, "больше" и "меньше" закрыт во избежание случайного нажатия на микротумблер.

В устройстве ИП-108 имеется внутренний цифровой генератор для проверки работоспособности всего комплекта, а так же правильности срабатывания выбранных значений уставок. Данный генератор используется только для имитации



осевого расширения турбины. Для перехода в режим ПРОВЕРКА нажать кнопку РАБОТА/ПРОВЕРКА и удерживать ее в течение 3 с. Включение режима ПРОВЕРКА подтверждается миганием светодиода разрядной запятой. Кнопками "больше" и "меньше" можно изменять частоту внутреннего генератора в ту или другую сторону. В режиме ПРОВЕРКА прибор будет находиться в ОК не зависимо от того, подключен или нет к нему преобразователь с датчиком. Для возврата в рабочий режим необходимо нажать кнопку РАБОТА/ ПРОВЕРКА.

При нажатых микротумблерах ПРОВЕРКА и ЗАЗОР - внутренний генератор имитирует осевое расширение ротора турбины, а не значение радиального зазора между контрольной поверхностью и датчиком.

Во всех режимах работы данного устройства обновление информации на цифровых индикаторах происходит один раз за 0,6 сек., а контроль за состоянием унифицированного сигнала осуществляется непрерывно.

Установка диапазона унифицированного сигнала осуществляется при помощи DIP-переключателя SA1, расположенного на плате контроля. Устройство ИП-108 выполняет функции контроля, сигнализации и защиты оборудования, поэтому должно работать непрерывно.

На задней панели устройства расположены: разъем X4 220В, 50Гц - присоединение сетевого шнура питания; разъем X5 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ - присоединение преобразователя; разъем X6 ЦЕПИ СИГНАЛИЗАЦИИ - присоединение внешних цепей сигнализации и защиты; клемма «Земля» - присоединение защитного заземления.

На боковой стенке преобразователя расположены: разъем X2 - присоединение датчика; разъем X3 - присоединение к блоку.

## **6.4 Тахометр ИП-114**

### **Назначение**

Тахометр ИП-114 предназначен для бесконтактного измерения частоты вращения вала турбины из хромоникелевых ферромагнитных сталей с индикацией в цифровой форме, преобразования частоты вращения в унифицированный сигнал постоянного тока и сигнализации при достижении заданного значения.

Тахометр ИП-114 выдает сигнал останова турбины, имеет режим запоминания максимума частоты вращения и режим измерения зазора датчика относительно вала турбины.

В тахометре использована цифровая установка аварийной и предупредительной сигнализации, а также имеется внутренний генератор для проверки срабатывания уставок сигнализации и работоспособности комплекта.

Тахометр ИП-114 состоит из:

- датчика;
- блока вихретокового преобразователя (далее - преобразователь); - блока контроля (далее - блок);
- выносного блока цифровых индикаторов (далее - выносной блок);
- элементов крепления датчиков и блоков.

Составные части тахометра предназначены для работы в следующих условиях:

- датчик: температура окружающей среды, содержащей пары и брызги турбинного масла от 5 до 100 °С;
- относительная влажность до 95% при температуре 35 °С;
- вибрация в диапазоне частот от 5 до 80 Гц амплитудой до 0,15 мм;
- магнитное поле промышленной частоты напряженностью до 400 А/м;
- преобразователь и выносной блок: температура окружающей среды от 5 до 70С;
- относительная влажность до 80% при температуре 35 °С.
- блок контроля: температура окружающей среды от 5 до 50 °С; относительная влажность до 80% при температуре 35 °С.

#### 6.4.2 Технические данные и характеристики.

Технические данные устройства приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4. Технические данные устройства ИП-114.

Наименование параметра	Значение по ТУ	Модификация
1. Диапазон измерения частоты вращения, об/мин Дискретность измерения 1 об/мин.	0 – 4000 или 0 - 10000	0 1
2. Абсолютная погрешность измерения частоты вращения, об/мин, не более	$\pm 1$	
3. Основная приведенная погрешность унифицированного сигнала, %, не более	$\pm 1$	
4. Основная абсолютная погрешность срабатывания сигнализации (для П1, П2, А1) об/мин, не более для А2 об/мин, не более	$\pm 1$ $\pm 25$	
5. Задержка срабатывания аварийной и предупредительной сигнализации (А1, П1, П2), сек., не более аварийной сигнализации (А2), мсек, не более Т- период вращения вала	1 2Т+12	
6. Время измерения и индикации в диапазоне: 0 – 4000 об/мин и 0 – 10000 об/мин	При увеличении оборотов 1 мин. N < 92 об/мин 1 сек. N ≥ 92 об/мин При снижении оборотов 1 сек. N > 60 об/мин 1 мин. N ≤ 60 об/мин	
7. Начальный (установочный) зазор между датчиком и контрольной поверхностью ротора, мм	1,0 <sup>+0,25</sup>	
8. Рабочий диапазон зазора, мм	0,5 ÷ 2	
9. Унифицированный выходной сигнал постоянного тока, мА, при нагрузке: не более 2 кОм не более 500 Ом	0 ÷ 5 или 4 ÷ 20	0 1
10. Предел дополнительной погрешности унифицированного сигнала, %, от воздействия: температуры относительной влажности	$\pm 1,5$ $\pm 2,5$	
11. Сопротивление цепей питания и сигнализации, МОм, не менее: в нормальных климатических условиях в условиях предельной влажности	40 2	
12. Электрическая изоляция должна выдерживать в течение одной минуты без пробоя испытательное напряжение, кВ в цепях питания в цепях сигнализации	1,5 0,5	
13. Коммутационная возможность реле сигнализации и защиты, А при постоянном токе напряжением от 6 до 30В при постоянном или переменном токе напряжением от 30 до 220В	0,1...2,0 0,05...0,1	
14. Время установления рабочего режима, мин	5	

Наименование параметра	Значение по ТУ	Модификация
15. Питание устройства осуществляется от сети переменного тока 220В 50Гц. Потребляемая мощность, ВА, не более	8	
16. Напряжение промышленных радиопомех, дБ, не более на частотах от 0,15 до 0,5 МГц. на частотах от 0,5 до 2,5 МГц. на частотах от 2,5 до 30 МГц.	80 74 66	
17. Габаритные размеры, мм, не более датчика преобразователя блока контроля	∅ 12 x 40 105 x 50 x 100 100 x 170 x 200	
18. Длина кабеля датчика, м	5 ± 0,1	
19. Нарботка на отказ (То) при вероятности безотказной работы 0,9, час, не менее	2,5 · 10 <sup>4</sup>	
20. Средний срок службы, лет	10	
21. Масса, кг., не более блока преобразователя датчика комплекта	2 0,35 0,1 4	

### Состав устройства:

В состав тахометра входят основные узлы и детали:

- блок контроля;
- преобразователь;
- датчик;
- выносной блок индикаторов;
- элементы монтажа тахометра на оборудовании;
- комплект ЗИП;
- эксплуатационная документация.

Комплектность тахометра указана в его формуляре.

## Принцип действия Описание структурной схемы.

Структурная схема тахометра представлена на рисунке 6.8.

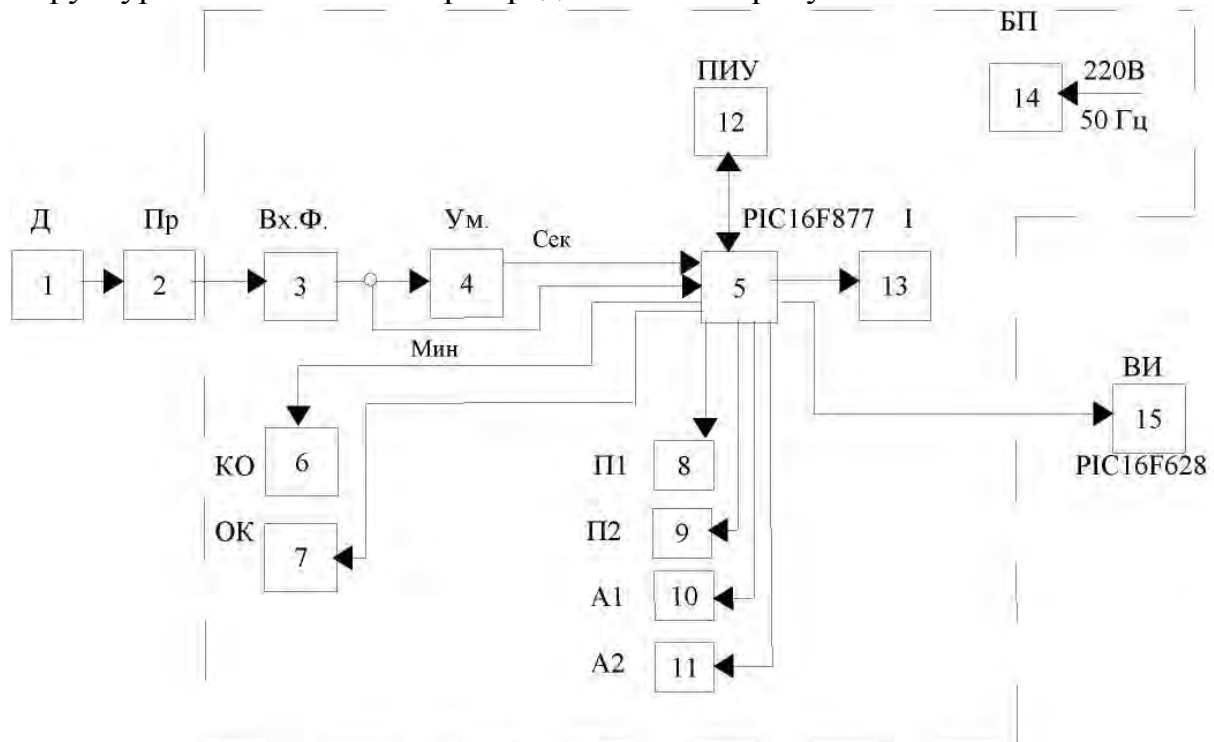


Рисунок 6.8: Структурная схема тахометра:

1 - датчик ; 2- блок преобразователя; 3 - формирователь входных импульсов;  
4 – умножитель; 5 - узел контроллера PIC16F877; 6 - реле контроля останова;  
7 - реле ОК; 8 - реле уставки П1; 9 - реле уставки П2; 10 - реле уставки А1;  
11 - реле уставки А2; 12 - узел индикации и управления режимами;  
13 - преобразователь напряжение-ток; 14 - блок питания и 15 - блок выносного индикатора.

Работа тахометра осуществляется следующим образом: датчик 1 совместно с преобразователем 2 преобразует вращение ротора турбины в импульсное напряжение с постоянной составляющей, где частота импульсов соответствует частоте вращения турбины, а постоянная составляющая - зазору между валом ротора и датчиком. Это импульсное напряжение приходит на входной формирователь 3, который вырабатывает импульсы короткой длительности, частота которых пропорциональна частоте вращения ротора турбины. Через умножитель 4 (x 60) в секундном режиме, и без умножения в минутном режиме, эти импульсы попадают на вход узла 5, построенного на базе микроконтроллера PIC16F877, являющегося главным устройством счета, отдачи и исполнения команд управления, обмена и хранения информации и т.д.

Программное обеспечение контроллера написано на языке "Ассемблер", имеет несколько степеней защиты, запрещено к использованию другими предприятиями-изготовителями и является собственностью НПП "ЭЛЕКСИР".

Основными функциями узла 5 являются:

- счет входных импульсов;
- вывод информации на индикатор в динамическом режиме;
- работа с органами управления;
- формирование сигналов включения и выключения исполнительных реле;
- формирование десятиразрядного кода унифицированного сигнала пропорционально частоте вращения ротора турбины;
- вывод информации на выносной индикатор в синхронном режиме;
- сохранение значений уставок в памяти микроконтроллера.

Узел 12 конструктивно выполнен в виде отдельной платы, на которой установлены светодиодные индикаторы, отображающие текущую информацию, светодиоды режимов и уставок, а также микропереключатели управления работой прибора.

Функцией узла 13 является преобразование десятиразрядного двоичного кода в ток постоянного напряжения, пропорциональный частоте вращения турбины. Предел измерения 0-5 мА или 4-20 мА выбирается при помощи DIP-переключателя, установленного на плате контроля прибора. Дискретность формирования кода унифицированного сигнала составляет 4 оборота для приборов с диапазоном измерения (0 - 4000) об/мин, и 10 оборотов для приборов с диапазоном измерения от 0 до 10000 об/мин.

Узел 15, выносной индикатор, построен на базе микроконтроллера PIC16F628 и является самостоятельным блоком. Работает в режиме, синхронном с основным блоком. Позволяет осуществлять контроль максимальных оборотов при помощи микротумблера КМ и сброс информации на выносном индикаторе при помощи микротумблера СБРОС.

Питание устройства осуществляется от сети переменного тока 220 В, 50 Гц

Органы управления работой тахометра. Внешний вид тахометра ИП-114 изображен на рисунке 6.9.



Рисунок 6.9. Внешний вид тахометра ИП-114

На лицевой панели тахометра расположены:

- цифровой светодиодный индикатор для отсчета значений и снятия визуальных показаний частоты вращения, зазора;
- индикация включения режима работы ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ (об/ мин), или ЗАЗОР, (мм);
- ЧАСТОТА - включение режима измерения частоты вращения;
- ЗАЗОР - включение режима измерения зазора;
- индикация включения реле П1; П2; А1; А2 - сигнализация включения реле "предупреждение - 1", "предупреждение - 2", "авария - 1", "авария - 2";
- переключатель ВЫБОР/ ПАМЯТЬ - включение режима выбора уставок П1, П2, А1, А2, режима "Память" микроконтроллера, режима "Проверка";
- переключатели "больше"; "меньше" - выбор значений уставок, изменение частоты внутреннего генератора тахометра в режиме "Проверка";
- тумблер ВКЛ - включение и отключение питающего напряжения;
- предохранители 0,5 А - разрыв цепи питания при перегрузках и неисправностях блока.

Во избежание ложных срабатываний уставок во время выключения прибора, рекомендуется следующий порядок выключения.

Одновременно нажать и удерживать кнопки ЧАСТОТА и ЗАЗОР. Через несколько секунд табло индикатора прибора погаснет и засветится индикатор режима

измерения ЗАЗОР. Выключить прибор тумблером СЕТЬ.

Внешний вид выносного индикатора ИП-114 изображен на рисунке 6.10.



Рисунок 6.10. Внешний вид выносного индикатора ИП-114

На лицевой панели выносного индикатора ИП-114 расположены:

- цифровой светодиодный индикатор для отсчета значений и снятия визуальных показаний частоты вращения (об/ мин), зазора (мм) без индикации запятой;
- переключатель СБРОС - сброс текущих показаний выносного индикатора;
- индикация включения режима КМ - индикация режима контроля максимума оборотов ротора турбины;
- переключатель КМ - включение режима контроля максимума оборотов ротора турбины.

Установка, монтаж, подготовка к эксплуатации

Подготовка контрольной поверхности

Контрольная поверхность находится на роторе и предназначена для замыкания электромагнитного поля обмотки возбуждения. Такой поверхностью может служить любой горизонтальный участок вала ротора (рисунок 6.11) или соединительной муфты, на котором делается паз (лыска) длиной  $L$  менее 50мм, глубиной  $H$ , равной 1,0 - 1,5мм и шириной  $B$ , равной  $0,03D$ , но не менее 10мм.



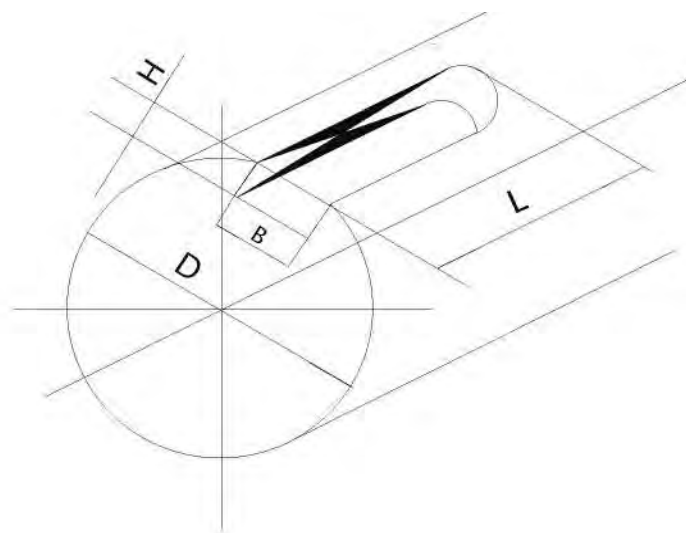


Рисунок 6.11.Схематический вид паза.

Длина паза L зависит от величины теплового расширения ротора в месте установки датчика. Начальное положение датчика на технологическом оборудовании определяется при установке.

#### Проверка работоспособности и эксплуатация тахометра

Тумблером ВКЛ включить питание. В течение 3-х с на цифровых индикаторах блока должно высвечиваться значение 1024 об/мин, что говорит о его работоспособности. На выносном индикаторе значение 1024 высвечивается с задержкой. Далее все индикаторы принимают нулевые значения.

Нажатием кнопки ЧАСТОТА тахометр переводится в режим измерения оборотов ротора турбины. При этом загорается зеленый светодиод ЧАСТОТА, который является одновременно индикатором режима ОК всего комплекта прибора. Выходное постоянное напряжение преобразователя контролируется микроконтроллером, определяющим рабочий диапазон зазора между ротором и обмоткой возбуждения. Выход напряжения преобразователя за пределы заданных значений от 0,5 до 2,0 мм сигнализируется, как неисправность (отказ). При этом срабатывает реле ОК с замыканием контактов, коммутирующих внешнюю цепь и выключением зеленого светодиода ЧАСТОТА.

При отсутствии режима ОК срабатывание предупредительной и аварийной сигнализации не происходит.

Нажатием кнопки ЗАЗОР тахометр переводится в режим измерения зазора между датчиком прибора и контрольной поверхностью. При этом информация о его значении выводится на цифровые индикаторы блока в мм (например - 1,05), а на выносные индикаторы в мм, без индикации запятой (например - 105). При выборе ЗАЗОР режим ПРОВЕРКА не осуществляется. Зеленый светодиод ЗАЗОР не является индикатором режима ОК.

#### Установка срабатывания уровней сигнализации

Нажать кнопку ВЫБОР/ ПАМЯТЬ и удерживать ее в течение 3-х с, после чего на цифровых индикаторах появится надпись П1. Отпустить кнопку, появляется значение уставки, прочитанное из энергонезависимой памяти микроконтроллера. Кнопками "больше" и "меньше" выставить требуемое значение уставки. Нажать кнопку ВЫБОР/ ПАМЯТЬ. На индикаторе появляется символ ПППП, это говорит о

том, что в память микроконтроллера записано новое значение уставки П1. Отпустить кнопку. Тахометр возвращается в рабочий режим.

Если необходимо выставить любую другую уставку, нажать кнопку ВЫБОР/ПАМЯТЬ и удерживать ее. Появляется надпись П1, далее П2, А1, А2, ПРОВ, отпустить кнопку на нужной уставке. Выставить значение аналогично П1. Отпустив кнопку, при появлении надписи ПРОВ, перевести тахометр в режим ПРОВЕРКА. Кнопками "больше" и "меньше" можно изменять частоту внутреннего генератора тахометра в ту или другую сторону, тем самым проверяя правильность срабатывания установленных уставок. Тахометр при этом находится в режиме ОК. Для перехода в рабочий режим из ПРОВЕРКИ, еще раз нажать кнопку ВЫБОР/ПАМЯТЬ.

Уставка П1 является уставкой на понижение оборотов вращения вала .

Уставка А2 является быстрой уставкой и ее значение выставляется с дискретностью 50 оборотов. Работа данной уставки основана на математическом анализе частоты вращения вала ротора турбины. Время срабатывания уставки  $2T+12\text{мс}$ , т.е. чем выше частота вращения турбины, тем выше скорость срабатывания данной уставки. При частоте вращения, равной 3000 об/мин, промежуток времени составляет 52 мс. Данная уставка предназначена для защиты турбины от разгона.

Если период вращения ротора турбины меньше 60 с, то срабатывания реле контроля останова не происходит и тахометр производит измерение частоты вращения. Если период вращения превышает 60 с, то микроконтроллер выдает команду на реле контроля останова. При этом происходит срабатывание контактов реле, замыкающих внешние цепи, и на цифровом индикаторе появляется надпись PAUS, визуально сигнализирующая об останове турбины. При приходе хотя бы одного импульса от преобразователя на вход тахометра, режим контроля останова выключается.

В диапазоне от 0 до 92 об/мин при повышении частоты вращения тахометр находится в минутном режиме, и обновление информации происходит один раз за минуту. В диапазонах (92- 4000) и (92 - 10000) об/мин тахометр переходит в секунднй режим и обновление информации происходит один раз в секунду. При понижении частоты вращения тахометр находится в секундном режиме в диапазонах от 60 до 4000 и от 60 до 10000 об/мин и переходит в минутный режим в диапазоне до 60-ти об/мин.

Переход из одного режима в другой осуществляется в течение 2-х с обнулением предыдущей информации.

При включении любой из уставок П2, А1, А2 в режиме измерения частоты автоматически блокируются все кнопки управления работой тахометра.

Доступ к управлению закрыт во избежание случайного нажатия на кнопки.

В тахометре имеется режим контроля максимальных оборотов. Управление этим режимом осуществляется кнопкой КМ с индикацией, расположенной на выносном индикаторе тахометра. Для того чтобы сохранить информацию о максимальной частоте вращения при забросе, нажать кнопку КМ, при этом на цифровом индикаторе будет сохраняться величина максимальной частоты вращения

вала турбины при соответствующем снижении частоты вращения.

На выносном индикаторе имеется возможность производить сброс его показаний при помощи кнопки СБРОС. Это позволяет обнулять показания выносного индикатора, не выключая весь комплект из сети.

Тахометр ИП-114 выполняет функции контроля и может работать как непрерывно при всех режимах работы оборудования, так и в режиме периодического включения.

На задней панели тахометра расположены:

- разъем Х4 220В 50Гц - присоединение сетевого шнура питания;
- разъем Х5 БЛОК ИНДИКАЦИИ/ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ - присоединение выносного индикатора и преобразователя;
- разъем Х6 ЦЕПИ СИГНАЛИЗАЦИИ - присоединение внешних цепей сигнализации и защиты;
- клемма ЗЕМЛЯ - присоединение защитного заземления.

На задней панели выносного блока индикатора расположен разъем XI - присоединение индикатора к блоку;

На боковой стенке преобразователя расположены:

- разъем Х2 - присоединение датчика к преобразователю;
- разъем ХЗ - присоединение преобразователя к блоку.

## **6.5 Устройство ИП-117. Описание и работа аппаратуры**

### **Назначение**

Измеритель перемещения (устройство) ИП - 117 представляет собой четырехканальный блок для измерений линейных перемещений деталей и узлов энергетического оборудования. По функциональности оно объединяет в себе устройства ИП - 116, ИП - 107, ИП - 108 и позволяет измерять следующие механические параметры:

- тепловое расширение корпуса турбины;
- осевое смещение вала ротора паровых турбин;
- изменение осевой длины ротора (относительное тепловое расширение).

Устройство отображает полученную информацию по каждому каналу на жидкокристаллическом (ЖК) дисплее, формирует унифицированные сигналы постоянного тока, генерирует общий, для всех каналов, предупредительный сигнал, аварийные сигналы по каждому каналу и общий сигнал отказа канала при достижении заданных предельных значений смещения хотя бы по одному из каналов. Устройство содержит интерфейс RS-485 для связи с ПК.

Данное устройство позволяет назначать тип измеряемого параметра на каждый канал, выбирать диапазон измерения, устанавливать пороги срабатывания аварийной и предупредительной сигнализации, а также значение времени задержки срабатывания аварийной сигнализации.

Датчики ИП - 107, ИП - 108 и ИП - 108А контролируют валопроводы из хромоникелевых ферромагнитных сталей, поэтому при заказе указывается марка материала вала.

По умолчанию, устройство настраивается на сталь марки 25Х1МФ Р2МА.

Характеристики и возможные модификации устройства ИП - 117 приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 Технические данные устройства ИП – 117.

№	Наименование параметра	Значение по ТУ
1	Пределы допустимой основной приведенной погрешности измерения, %, по цифровому прибору и унифицированному сигналу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– при измерении расширения турбины ( ИП-116 )</li> <li>– при измерении осевого сдвига ( ИП-107 )</li> <li>– при измерении относительного расширения ротора:</li> <li>– для датчика и преобразователя ИП-108 при зазоре 1,0 ... 2,0 мм</li> <li>при зазоре 0,5 ... 1,0 мм и 2,0 ... 2,5 мм</li> <li>– для датчика и преобразователя ИП-108А при зазоре 1,0 ... 2,0 мм</li> <li>при зазоре 0,5 ... 1,0 мм и 2,0 ... 2,5 мм</li> </ul>	± 2 ± 2  ± 2 ± 5  ± 4 ± 6
2	Пределы дополнительной относительной погрешности измерения, %, от воздействия: <ul style="list-style-type: none"> <li>– температуры при измерении расширения турбины</li> <li>при измерении осевого сдвига</li> <li>при измерении относительного расширения ротора</li> <li>– относительной влажности при измерении расширения турбины</li> <li>при измерении осевого сдвига</li> <li>при измерении относительного расширения ротора</li> </ul>	± 2 ± 2 ± 4  ± 2 ± 2 ± 4
3	Пределы относительной погрешности срабатывания сигнализации в рабочем диапазоне измерения, %	± 1
4	Начальный (установочный) зазор, мм (для ОРР)	1,5 ± 0,1
5	Диапазон измерения зазора, мм (для ОРР)	0...2,5
6	Пределы допустимой абсолютной погрешности измерения зазора, мм (для ОРР)	± 0,25
7	Сопротивление изоляции цепей питания и сигнализации, МОм, не менее: <ul style="list-style-type: none"> <li>- в нормальных климатических условиях</li> <li>- в условиях предельной влажности</li> </ul>	20 2
8	Электрическая изоляция устройства должна выдерживать в течении одной минуты без пробоя испытательное напряжение, кВ <ul style="list-style-type: none"> <li>– в цепях питания</li> <li>– в цепях сигнализации</li> </ul>	1,5 0,5
9	Коммутационная возможность исполнительных реле сигнализации и защиты, А <ul style="list-style-type: none"> <li>– при постоянном токе, напряжением от 6 до 30В</li> <li>– при постоянном или переменном токе, напряжением от 30 до 220В</li> </ul>	0,1...2,0 0,05...0,1
10	Время установления рабочего режима, мин	5
11	Питание устройства осуществляется от сети переменного тока 220В, 50Гц. Потребляемая мощность, ВА, не более	10

№	Наименование параметра	Значение по ТУ
12	Пределы дополнительной относительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от 187В до 242В, %	± 0,5
13	Пределы дополнительной относительной погрешности, вызванной воздействием магнитного поля с частотой 50Гц, напряженностью 400 А/м на датчики и преобразователи и 80 А/м на блок контроля, %	± 0,15
14	Напряжение промышленных радиопомех, дБ, не более – на частотах от 0,15 до 0,5 МГц – на частотах от 0,50 до 2,5 МГц – на частотах от 25 до 30 МГц	80 74 66
15	Габаритные размеры, мм, не более – блока контроля – датчика ИП-116 (без штока) – преобразователя ИП-116 – датчика ИП-107 – преобразователя ИП-107 – датчика ИП-108 – преобразователя ИП-108 – датчика ИП-108А – преобразователя ИП-108А	100x170x200 40x25x60 105x50x105 16x30 105x50x105 20x60x100 105x50x105 20x46x51 105x70x100
16	Масса, кг, не более – блока контроля – преобразователя ИП-116 – преобразователя ИП-107 – преобразователя ИП-108 – преобразователя ИП-108А – датчика ИП-116 (без штока) – датчика ИП-107 – датчика ИП-108 – датчика ИП-108А – комплекта	2,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,6 0,35 0,6 0,6 10

Обозначение модификаций устройств при заказе

В таблице 6.5 указаны возможные модификации настройки канала измерений. На каждый из четырех каналов можно назначить один из приведенных в таблице параметров измерений, с соответствующими характеристиками (диапазон измерений, задержка срабатывания сигнала «А», токовый выход и др.). Измерение расширения турбины (ИП-116) и осевого сдвига (ИП-107) занимают по одному измерительному каналу. Измерение относительного расширения ротора (ИП-108) занимают два соседних канала: ОРР и ЗАЗОР.

При заказе устройства ИП - 117 требуется указать на какие каналы настроены те или иные измеряемые параметры и их характеристики, в соответствии с таблицей 6.5.

## Состав устройства

В состав устройства входят основные узлы и детали: блок контроля; преобразователи; датчики; элементы монтажа устройства на оборудовании и эксплуатационная документация.

Комплектность устройства указана в формуляре.

Структурная схема устройства ИП - 117 в максимальной комплектации приведена на рисунке 6.12.

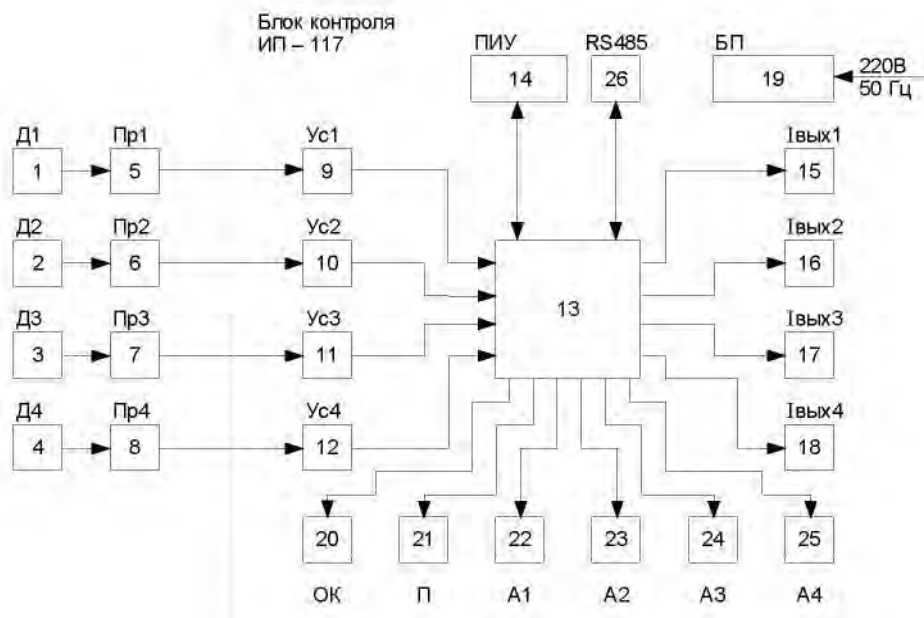


Рисунок 6.12. Структурная схема устройства ИП - 117 в максимальной комплектации:

1 - 4 - датчики каналов; 5 - 8 - преобразователи каналов; 9 - 12 - усилители сигналов каналов; 13 - измерительный блок; 14 - плата индикации и управления; 15 - 18 - преобразователи напряжение-ток каналов 1...4; 19 - блок питания; 20 - мультиплексированный, для всех каналов, сигнал отказа, реле «ОК»; 21 - мультиплексированный, для всех каналов, предупредительный сигнал. Реле «П»; 22 - 25 - аварийные сигналы для каждого канала, реле «А», каналы [1...4]; 26 - интерфейсный разъем RS485 для связи с ПК.

### Принцип работы

Преобразователь совместно с датчиком предназначен для генерации высокочастотного напряжения, возбуждения вихревых токов в объекте контроля (в случае измерения осевого сдвига или относительного расширения ротора) или в клиновидном штоке, который перемещается между двумя обмотками возбуждения датчика ИП-116 (в случае измерения расширения турбины), детектирования, усиления и линейаризации выходного напряжения, преобразования величины воздушного зазора между объектом и датчиком в напряжение постоянного тока.

В случае измерений относительного расширения ротора используются датчики и преобразователи ИП-108 или ИП-108А. Данные преобразователи содержат два канала измерений: осевой и радиальный. Осевой канал предназначен для измерений контролируемого параметра, а радиальный - для измерений зазора между контролируемым объектом и датчиком. Наличие радиального канала обусловлено влиянием зазора на точность измерений осевого смещения контролируемого объекта

и необходимостью компенсации этого влияния. Измерения осевого сдвига (датчик и преобразователь ИП - 107) или расширения турбины (датчик и преобразователь ИП - 116) занимают по одному измерительному каналу.

Напряжения с выходов преобразователей (узлы 5-8) поступают на соответствующие усилители входного напряжения блока контроля ИП - 117 (узлы 9-12). Далее, усиленные сигналы подаются на вход измерительного блока (узел 13). Измерительный блок представляет собой программируемый микроконтроллер, являющийся главным устройством счета, выполнения команд управления, обмена данными между узлами блока контроля и хранения информации.

Программное обеспечение микроконтроллера является собственностью НПП «ЭЛЕКСИР», защищено от копирования и запрещено к использованию сторонними предприятиями-изготовителями.

Основными функциями узла 13 являются:

- преобразование аналогового сигнала в десятиразрядный двоичный код и дальнейшая обработка; вывод информации на ЖК-дисплей;
- формирование десятиразрядного унифицированного сигнала постоянного тока, пропорционального входному напряжению преобразователя.

Узел 14 конструктивно выполнен в виде отдельной платы, на которой установлен жидкокристаллический индикатор, отображающий информацию по измерениям и настройкам каждого канала, светодиоды режимов и уставок, а также кнопки управления работой устройства.

Функцией узлов (15-18) является преобразование десятиразрядного двоичного кода в ток постоянного напряжения, пропорционального выходному напряжению преобразователя. Диапазон унифицированного сигнала (0 - 5) мА или (4 - 20) мА для каждого канала выбирается при помощи DIP-переключателей, установленных на плате контроля прибора.



Внешний вид устройства изображен на рисунке 6.13.

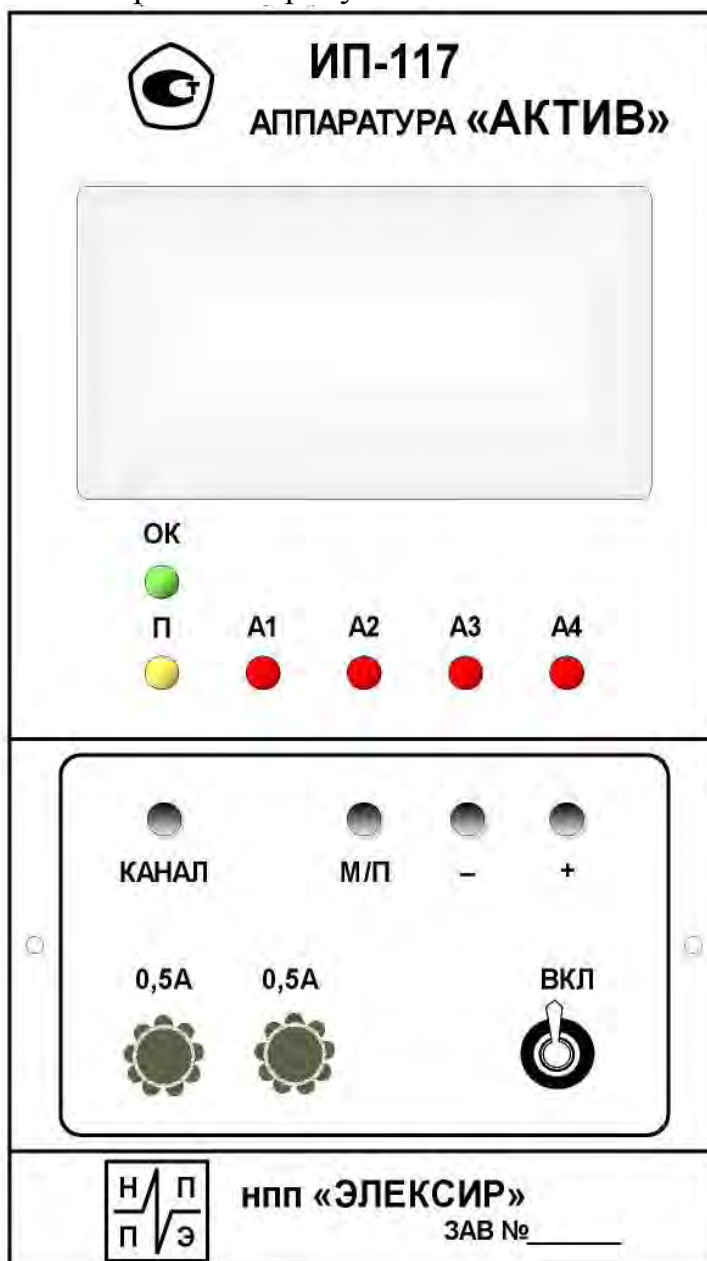


Рисунок 6.13. Лицевая панель устройства ИП - 117

На лицевой панели расположены:

- жидкокристаллический дисплей - отображение текущих измерений и настроек прибора;
- светодиод «ОК» - индикатор отказа канала и срабатывания реле ОК; светодиод «П» - индикатор срабатывания реле предупредительной сигнализации;
- светодиоды «А» - индикаторы срабатывания реле аварийной сигнализации, для каждого канала;
- кнопка «канал» - переключатель каналов;
- кнопка «м/п» - вход в меню, активация пунктов меню или сохранение результатов изменения настроек в память;
- кнопки «больше» и «меньше» - кнопки навигации и перечисления значений в меню;
- предохранители 0,5 А - разрыв цепи питания при перегрузках и неисправностях блока;
- тумблер ВКЛ - включение и отключение питающего напряжения.

Эксплуатация прибора

Включение прибора и рабочий режим

Тумблером ВКЛ включить питание. После включения, на ЖК дисплее появится окно приветствия, в течение 9 с окно остается на дисплее, все кнопки неактивны, горит зеленый светодиод «ОК», прибор не выполняет никаких измерений. Далее прибор переходит в рабочий режим. На дисплей выводится окно рабочего режима, где отображаются измерения по всем каналам, рисунок 6.14.



Рисунок 6.14. Виды на дисплей прибора

Каждый из четырех измерительных каналов прибора может быть настроен на измерение различных параметров энергетического оборудования или отключен. В зависимости от конфигурации устройства, в окне рабочего режима отображаются соответствующие измеряемые параметры.

Работа в меню и настройка прибора

Главное меню

Находясь в рабочем режиме, по нажатию кнопки «М/П», прибор переходит в режим Главное меню. При входе в меню, значения измерений по всем каналам сохраняются во временной памяти прибора и не изменяются до момента выхода из меню. Прибор прекращает анализ данных, поступающих с преобразователей, токовые сигналы остаются неизменными. Главное меню состоит из четырех пунктов. Для навигации по пунктам используются кнопки «больше» и «меньше», перемещающие указатель. Для входа в какой-либо из пунктов меню или для активации/подтверждения изменения какого-

либо параметра используется кнопка «М/П».

## 7. СТЕНДЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### 7.1 Стенды и оборудование НПП «Вибробит», г. Ростов-на-Дону, Россия (рисунки 7.1...7.7)



Рисунок 7.1. Стенд СП-10

**Стенд СП-10** предназначен для регулировки и поверки датчиков ДВТ10, 20, 30 с преобразователем ИП34: диапазон смещения - 0...10 мм; габаритные размеры, мм - 150x100x65; масса, не более, кг - 0,5.



Рисунок 7.2. Стенд СП-20.

**Стенд СП-20** предназначен для регулировки и поверки датчиков ДВТ40,60 с преобразователем ИП34, ИП42: диапазон смещения - 0...100 мм; габаритные размеры, мм - 250x130x195 ; масса, не более, кг – 10.



Рисунок 7.3. Стенд СП-32.

**Стенд СП-32** предназначен для поверки измерителей относительного виброперемещения: частотный диапазон вибросмещений -0,05...50 Гц; габаритные размеры, мм - 360x290x320 ; масса, не более, кг - 32



Рисунок 7.4. Стенд СП-41.

**Стенд СП-41** предназначен для проверки, регулировки и поверки всех узлов аппаратуры «ВИБРОБИТ100»: габаритные размеры, мм - 480x132x280; масса, не более, кг - 5,5.



Рисунок 7.5. Прибор наладчика ПН11.

**Прибор наладчика ПН11** - переносной, малогабаритный, предназначен для питания (+24В) и измерения выходных сигналов датчиков и преобразователей аппаратуры «ВИБРОБИТ100» Применяется при установке и проверке датчиков на оборудовании : габаритные размеры, мм - 196x100x40; масса, не более, кг - 0,3.



Рисунок 7.6. Приспособление СП50.

**Приспособление СП50** предназначено для регулировки и поверки АХЧ измерителей относительного виброперемещения и тахометров: частотный диапазон - 0,05. ..10000 Гц; габаритные размеры, мм - 145x60x30; масса, не более, кг - 0,6.

### **Стенд проверочный СП60**

Стенд проверочный СП60 (рисунок 7.7) предназначен для калибровки и опробования датчика наклона поверхности ДВТ70 совместно с преобразователем ИП44.

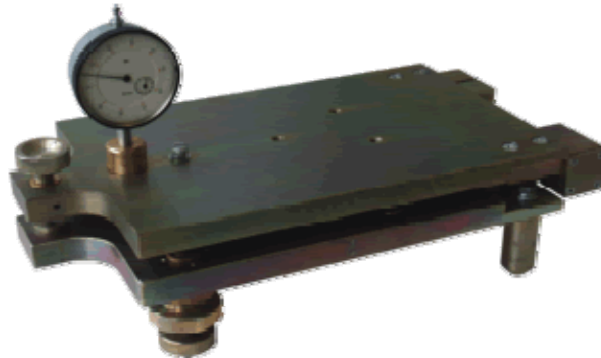


Рисунок 7.7. Стенд поверочный СП60.

Первоначальное горизонтальное положение стенда СП60 устанавливается с помощью уровней брусковых 200-0,02 ГОСТ 9392-89 в двух, перпендикулярных друг к другу направлениях. Перед проведением измерений поверхность приспособления СП60 должна быть установлена в положение, при котором выходной ток преобразователя ИП44 равен 3 (12) мА. Такое положение контрольной поверхности приспособления СП60 является нулевым.

Задание наклона контрольной поверхности СП60 производится по часовому индикатору регулировочным винтом. Величина смещения часового индикатора ИЧ 10 кл.0 ГОСТ 577-68, от нулевого уровня, при наклоне поверхности на 1 мм/м равна 0,25 мм.

Основные технические характеристики:

- диапазон смещения наклон поверхности, мм/м -  $\pm 20$ ;
- основная погрешность задания наклона поверхности, мм/м -  $\pm 0,06$ ;
- коэффициент перерасчета – 4;
- габаритные размеры в собранном виде, мм - 324x162x198;
- масса, не более, кг – 12.

### **7.2 Стенд и установка НПП «Измерительные Технологии», г. Саров Нижегородской обл., Россия (рисунки 7.8 и 7.9) Стенд калибровочный ИТ21-3**

Применяется для проведения поверки изделий разработки научно-производственного предприятия «Измерительные Технологии», а именно токовихревых преобразователей ИТ 12.12.000 в комплекте с токовихревыми датчиками ИТ 12.30.000, модулей контроля относительного перемещения ИТ 14.12.300 в комплекте с токовихревыми датчиками ИТ12.30.000, а также линейных токовихревых датчиков ИТ12.33.000.(рисунок 7.8). Предназначен для задания мехперемещений.

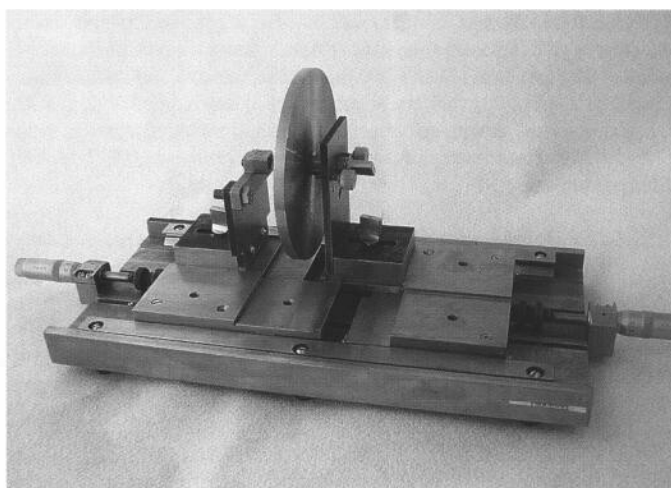


Рисунок 7.8 Стенд калибровочный ИТ21-3.

Таблица 7.1. Характеристики ИТ 21-3.

<b>Характеристики</b>	<b>ИТ 21-3</b>
Диапазон задаваемых расстояний, мм	от 0 до 100
Пределы относительной погрешности стенда при задании расстояния, %	±0.7 относительно рабочего диапазона датчика ИТ12.30.000 ±0.5 относительно рабочего диапазона датчика ИТ12.33.000
Масса, кг	Не более 20
Габаритные размеры, мм	600 x 200 x 162
<b>Условия эксплуатации</b>	<b>ИТ 21-3</b>
Температура окружающей среды, °С	20±5
Относительная влажность воздуха, %	80

### **Устройство и работа**

Конструкция стенда состоит из основания, на котором расположены две каретки, перемещаемые микрометрическими винтами. На одной из кареток устанавливается держатель датчика, на другой - держатель образца материала, по которому калибруется поверяемый датчик. Измерение перемещения образца и датчика производится по шкале микрометров, при этом одному делению микрометра соответствует 0,01 мм, а полный оборот микрометрического винта составляет 0,5 мм. Вращение микрометрических винтов по часовой стрелке обеспечивает сближение кареток.

### **Установка имитационная поверочная ИТ26**

Применяется для проведения поверки изделий разработки научно-производственного предприятия «Измерительные Технологии», а именно токовихревых преобразователей ИТ 12.12.000 в комплекте с токовихревыми датчиками ИТ 12.30.000, модулей контроля относительного перемещения ИТ 14.12.300 в комплекте с токовихревыми датчиками ИТ12.30.000, а также

тахометрических преобразователей ИТ12.14.000 и модулей ИТ14.14.300 в комплекте с токовихревыми датчиками ИТ 12.30.000 (рисунок 7.9).

Предназначена для проверки амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) токовихревых преобразователей и модулей и для проверки диапазона и пределов основной погрешности тахометрических преобразователей и модулей.



Рисунок 7.9. Токовихревые датчики.

Таблица 7.2. Характеристики ИТ26.

<b>Характеристики</b>	<b>ИТ26</b>
Диапазон имитации установки начального зазора, мкм	от 500 до 5000
Диапазон имитации размаха колебаний, мкм	от 50 до 500
Частотный диапазон имитируемого виброперемещения, Гц	от 5 до 1000
Частотный диапазон имитации следования меток, Гц	от 0.02 до 10000
Потребляемая мощность, ВА	не более 50
Габаритные размеры, мм	150 x 200 x 400
<b>Условия эксплуатации</b>	<b>ИТ 26</b>
Температура окружающей среды, °С	20±5
Относительная влажность воздуха, %	80
Напряжение питающей сети, В	220±10

Рисунок 7.9. Установка имитационная поверочная ИТ26

### **Устройство и работа**

Принцип действия установки основан на изменении имитатором магнитного поля, генерируемого поверяемым датчиком с заданной амплитудой и частотой.

Изменения магнитного поля воспринимаются поверяемым датчиком как виброперемещения реального физического объекта, частота и амплитуда колебаний которого фиксируются регистратором. Амплитуда и частота имитации виброперемещения задаются генератором. Блок электроники преобразует амплитуду колебаний генератора в изменение нагрузочного сопротивления имитатора. Нагрузочное сопротивление имитатора определяет величину изменения магнитного поля генерируемого поверяемым датчиком.

### **7.3 Стенды РУП «БЕЛТЭИ», г. Минск.**

#### **Стенд воспроизведения мехперемещений вала ротора паровой турбины**

##### **Область применения:**

Метрологическое обеспечение (тарировка и поверка) устройств контроля осевого сдвига и относительного расширения ротора и статора паровых турбин на тепловых электростанциях (рисунок 7.10).

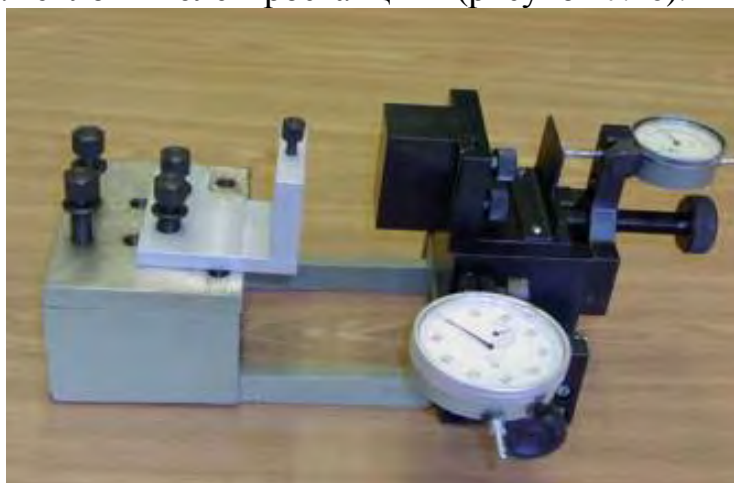


Рисунок 7.10 Стенд воспроизведения мехперемещений вала ротора паровой турбины

Состав изделия: стенд; индикаторы часового типа ИЧ-10 и ИЧ-25; паспорт; методики метрологической аттестации и поверки стенда; методики поверки (калибровки) на стенде устройств контроля параметров мехперемещений паровых турбин.

Краткая техническая характеристика: размер плиты-имитатора шейки вала паровой турбины, мм -  $35\pm 0,1$ ;  $40\pm 0,1$ ;

диапазон перемещений плиты-имитатора: в продольном направлении, мм, не менее - 12; в поперечном направлении, мм, не менее - 25;

средства задания перемещений плиты-имитатора: индикаторы часового типа ИЧ с ценой деления шкалы, равной 0,01 мм;

габаритные размеры стенда: длина – ширина - высота, мм  $350\times 160\times 185$ ; вес, кг, не более - 12 .



## Стенд воспроизведения биений вала ротора паровой турбины

Область применения:

метрологическое обеспечение (тарировка и поверка) устройств контроля искривления вала ротора турбины на тепловых электростанциях; поверка (калибровка) электронных тахометров (рисунок 7.11).

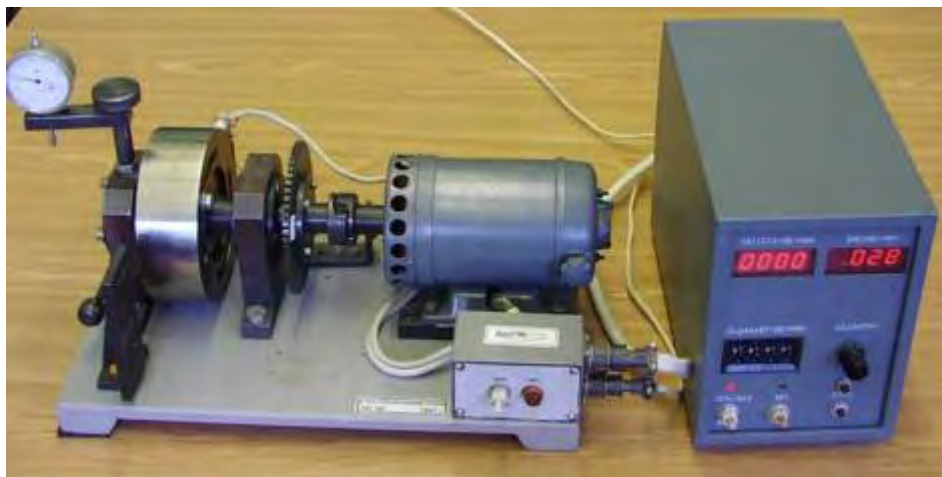


Рисунок 7.11 Стенд воспроизведения биений вала ротора паровой турбины

Состав изделия: стенд; система управления; индикатор часового типа ИЧ-10; щуп № 4; паспорт.

Краткая техническая характеристика: стенд воспроизводит биение вала со следующими показателями: диапазон, мм - 0,05...0,5; абсолютная погрешность, мм - 0,05; диапазон частоты вращения вала, об/мин - 500...3650; абсолютная погрешность стабилизации частоты вращения, об/мин -  $\pm 2$ ; диаметр колеса имитатора, мм - 150;

Напряжение питания – 220 В переменного тока частотой 50 Гц.

**Электронные имитаторы частоты вращения для магнитоэлектрических и вихрековых датчиков (рисунок 7.12)**



Рисунок 7.12 Электронный имитатор частоты вращения

Стенды Гомельской ТЭЦ-2 представлены на рисунках 7.13 – 7.15

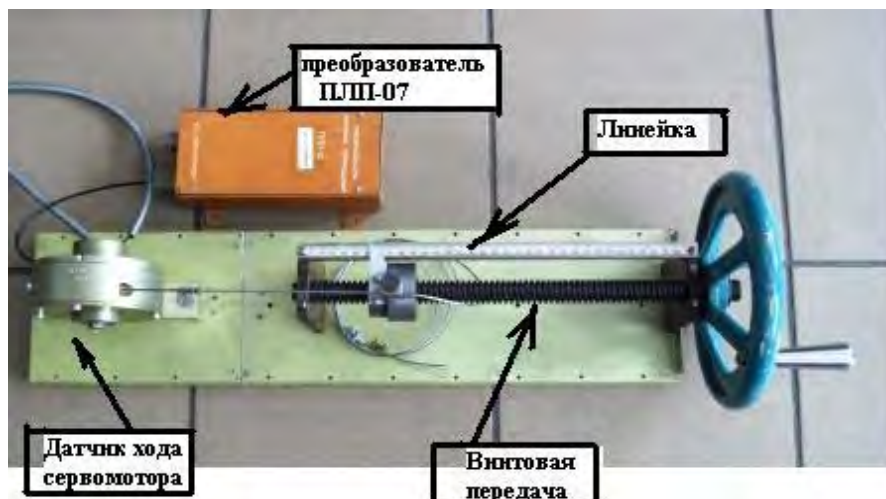
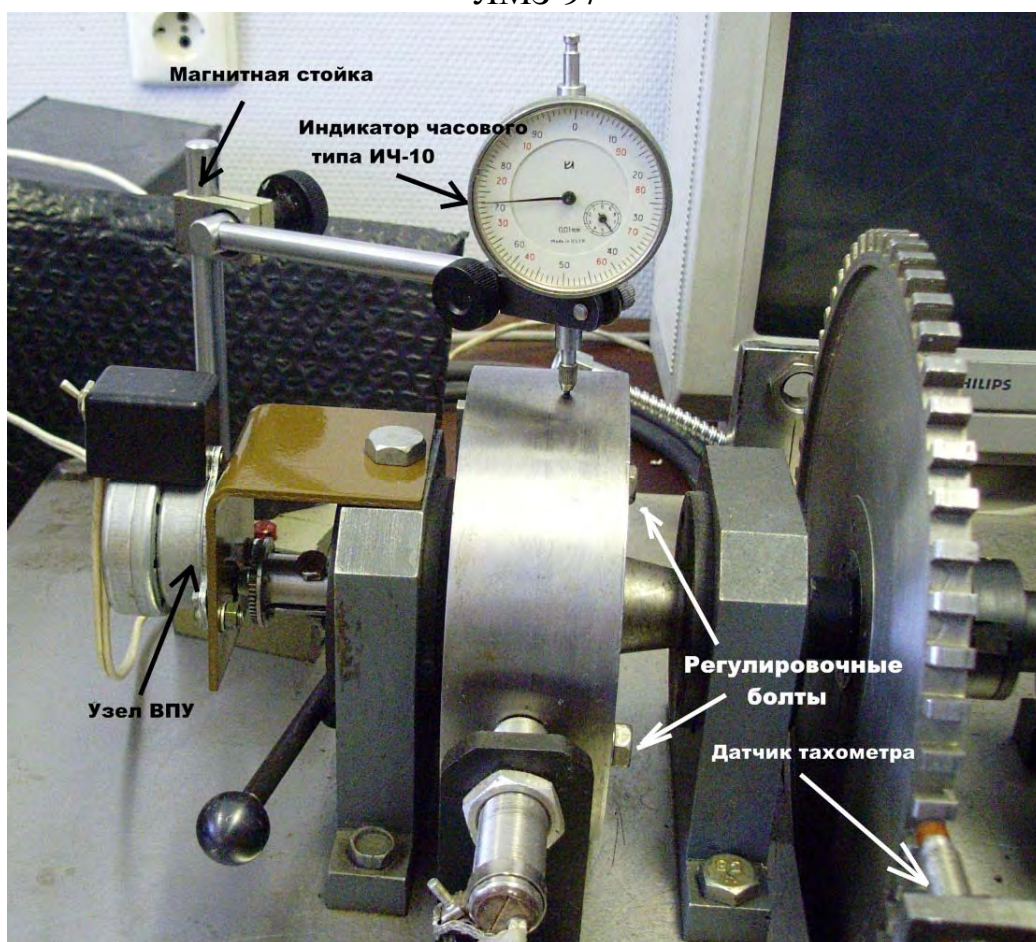


Рисунок 7.13. Стенд наладки и поверки (калибровки) измерительного канала хода штока сервомотора турбоагрегатов, оснащенный аппаратурой ЛМЗ-97



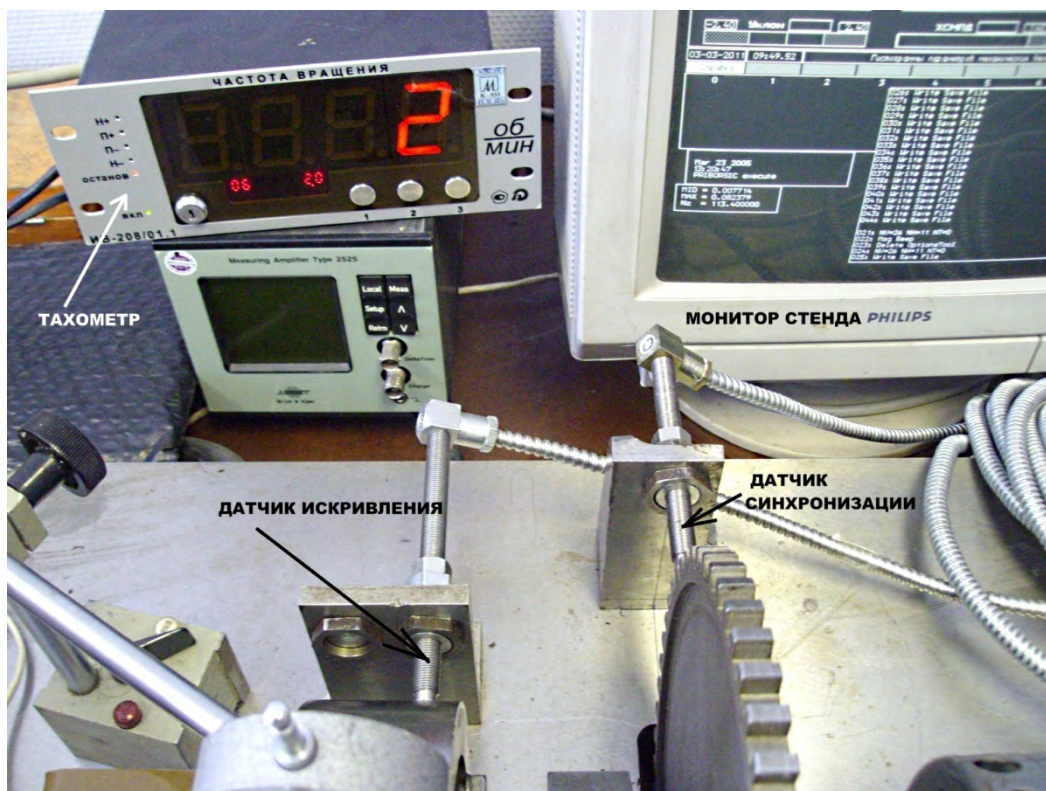


Рисунок 7.14. Стенд наладки и поверки (калибровки) измерительного канала искривления вала ротора с модулем ИРВД аппаратуры ЛМЗ-97 в режиме валоповорота турбины

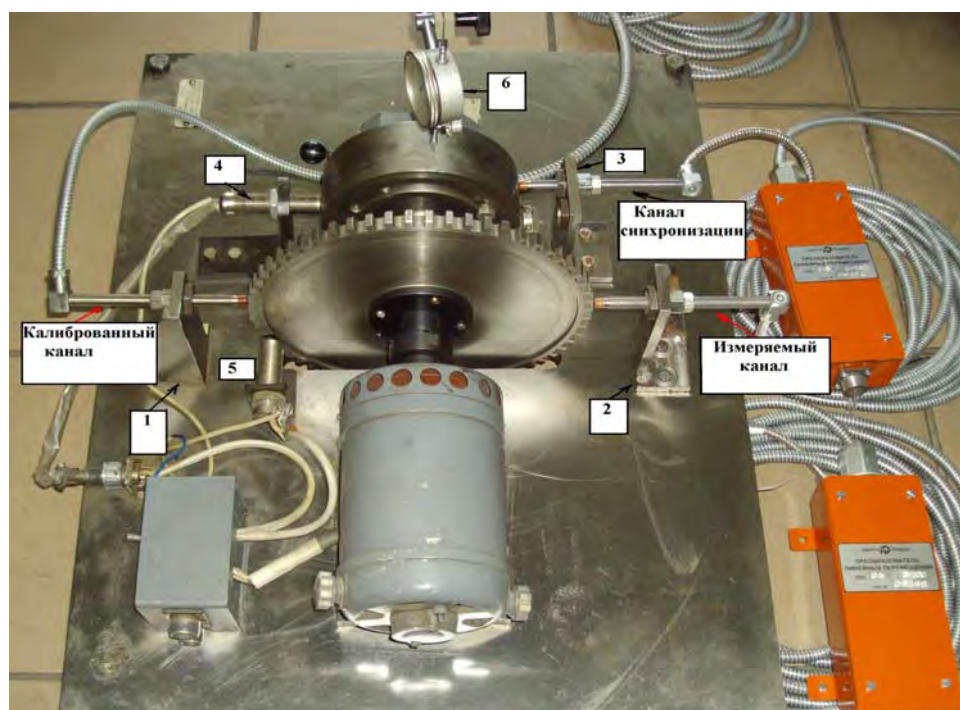


Рисунок 7.15. Стенд наладки и поверки (калибровки) измерительных каналов, оснащенных аппаратурой ЛМЗ-97

## Список используемой литературы

- 1 Аппаратура для стационарного контроля СВКА 1-02.06. НПО измерительной техники». Проспект, г. Королев Московской обл., Россия.
- 2 Аппаратура и системы контроля энергетического оборудования. Каталоги и руководства по эксплуатации. ООО НПП «Вибробит», г. Ростов-на-Дону, Россия.
- 3 Аппаратура контроля механических параметров турбоагрегата «АКТИВ». Устройства ИП-106, ИП-107, ИП-108, ИП-114 и ИП-117. Руководства по эксплуатации. НПП «ЭЛЕКСИР», г. Ростов-на-Дону, Россия.
- 4 Система контроля, управления и диагностики ИТ14. Каталоги и руководства по эксплуатации. НПП «Измерительные Технологии», г. Саров Нижегородской обл., Россия.
- 5 Система мониторинга роторных агрегатов «ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М» Руководства по эксплуатации». ООО «ТМК Инновация», г. Москва.
- 6 Система технологического контроля тепловых расширений и вибросостояния энергетических турбоагрегатов на базе аппаратуры «ЛМЗ-97». Руководства по эксплуатации. ЗАО «Энергоприбор», г. Санкт-Петербург.