

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ВИБРО-ПРИБОР»

АППАРАТУРА ИЗМЕРЕНИЯ РОТОРНЫХ ВИБРАЦИЙ  
ИВ-Д-СФ-2М

Руководство по эксплуатации  
ЖЯИУ.421431.003-11 РЭ

2011

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ</b>	
1 Описание и работа изделия.....	3
1.1 Назначение изделия .....	3
1.2 Технические характеристики .....	6
1.3 Состав .....	9
1.4 Устройство и работа .....	10
1.5 Маркировка и пломбирование .....	15
2 Использование по назначению.....	15
2.1 Подготовка изделия к использованию .....	15
2.2 Использование изделия .....	17
3 Техническое обслуживание .....	20
3.1 Общие указания .....	20
3.2 Меры безопасности .....	20
3.3 Порядок технического обслуживания .....	20
4 Текущий ремонт .....	24
5 Правила хранения .....	24
6 Транспортирование .....	24
Приложение А Схема электрических соединений аппаратуры измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-2М .....	25
Приложение Б Инструкция по проверке ИВ-Д-СФ-2М со стандартными измерительными приборами .....	30
Приложение В Руководство оператора .....	50

Данное руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения и правильной эксплуатации аппаратуры измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-2М.

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

### 1.1 НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Аппаратура измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-2М (далее – ИВ-Д-СФ-2М) предназначена для измерения параметров вибраций газотурбинных двигателей НК-16СТ, НК-36СТ и других в непрерывном режиме с индикацией на дисплее значений параметров вибрации первых роторных гармоник, сдвига фазы этих гармоник относительно меток на роторах и частоты вращения роторов.

<sup>1</sup>ИВ-Д-СФ-2М может работать от трех пьезоэлектрических вибропреобразователей типа МВ, установленных на двигателе и выдающих сигналы, пропорциональные уровню вибрации в месте их установки, на входы ДВ блока БЭ-40-2М.1, входящего в состав ИВ-Д-СФ-2М.

ИВ-Д-СФ-2М осуществляет прием и преобразование выходных сигналов вибропреобразователей в значения измеряемых параметров вибрации по трем измерительным каналам.

Вибропреобразователи должны иметь коэффициент преобразования  $K_{дв}$  в пределах от 0,95 до 5,3 пКл/м·с<sup>-2</sup>.

Варианты исполнения вибропреобразователей определяются потребителем и указываются в сводном паспорте на аппаратуру.

Подключение вибропреобразователей к БЭ-40-2М.1 производится в соответствии со схемой электрических соединений аппаратуры ИВ-Д-СФ-2М, приведенной в приложении А (рисунок А.1) к настоящему РЭ.

ИВ-Д-СФ-2М имеет 3 канала измерения частоты вращения роторов, работающие от 3-х датчиков оборотов (в комплект аппаратуры не входят).

ИВ-Д-СФ-2М преобразует сигналы, поступающие с датчиков оборотов (далее – ДО), в сигналы управления следящими фильтрами.

Датчики оборотов, установленные на двигателе, подключаются к соединителю ОБОРОТЫ электронного блока БЭ-40-2М.1 (далее – блок БЭ-40-2М.1), входящего в состав ИВ-Д-СФ-2М, специальным жгутом.

Для данной поставки:

---

<sup>1</sup> - В комплект ИВ-Д-СФ-2М входит один вибропреобразователь МВ-43-5Б/0,35 ЖЯИУ.433642.001-07 с коэффициентом преобразования  $K_{дв} = 5,0$  пКл/м·с<sup>-2</sup>.

ИВ-Д-СФ-2М обеспечивает по каждому из трех каналов либо следящий анализ вибрации с использованием узкополосных следящих фильтров (СФ), управляемых сигналами от ДО, либо полосовой анализ вибрации (ПФ) в заданной набором фильтров полосе частот.

Измерительные каналы со следящими фильтрами ИВ-Д-СФ-2М осуществляют измерение первых роторных гармоник по любому параметру вибрации: виброускорение или виброскорость.

ИВ-Д-СФ-2М имеет один канал измерения сдвига фазы первой роторной гармоники и обеспечивает ее измерение по каналам со следящими фильтрами в режиме измерения виброскорости (канал выбирается оператором в соответствии с Руководством оператора (приложение В к настоящему РЭ)).

Измерение сдвига фазы роторных гармоник производится при наличии на двигателе датчика фазы, выдающего один импульс на оборот и подключаемого к соединителю ОБОРОТЫ блока БЭ-40-2М.

ИВ-Д-СФ-2М имеет возможность подключения к аппаратуре контроля вибрации типа ИВ-Д-ПФ для измерения сдвига фазы первой роторной гармоники, виброскорости, виброускорения и частоты оборотов ротора с помощью жгутов «Вибрация БЭ-38», «Вибрация БЭ-38-М» и «ОБОРОТЫ», входящих в комплект поставки ИВ-Д-СФ-2М.

При совместной работе ИВ-Д-СФ-2М и аппаратуры типа ИВ-Д-ПФ подключение к сети питания осуществляется с помощью жгута «Сеть 27 В».

В приложении А к настоящему РЭ (рисунки А.2 – А.5) приведены следующие схемы электрических соединений ИВ-Д-СФ-2М:

рисунок А.2 – при измерении фазы;

рисунок А.3 – при работе с аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ (блок типа БЭ-38) с помощью жгутов «Вибрация БЭ-38» и «Обороты»;

рисунок А.4 – при работе с аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ (блок типа БЭ-38-М) с помощью жгута «Вибрация БЭ-38-М»;

рисунок А.5 – при работе с вибропреобразователями типа МВ и аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ.

При работе ИВ-Д-СФ-2М обеспечивает:

- измерение и индикацию измеренного амплитудного значения виброскорости или виброускорения в месте установки вибропреобразователей;
- измерение и индикацию значения частоты вращения роторов;
- измерение и индикацию значения сдвига фазы первой роторной гармоники относительно метки на роторе;
- инверсию фронта импульса датчика фазы;
- преобразование сигналов, поступающих от датчиков оборотов, в сигналы управления следящими фильтрами;
- установку рабочих режимов ИВ-Д-СФ-2М с помощью клавиатуры блока БЭ-40-2М.1;

- отображение информации о рабочих режимах и значениях измеряемых параметров на дисплее блока БЭ-40-2М.1;
- установку  $K_{дв}$  в соответствии с паспортом на вибропреобразователь типа МВ;
- последовательный контроль первой роторной гармоники по каждому из ДВ с помощью следящих фильтров;
- автоматическую настройку на частоты контролируемых гармонических составляющих в каждом из каналов;
- контроль вибрации по сигналам от каждого из вибропреобразователей в установленной полосе частот;
- установку постоянной времени измерения параметров вибрации (время усреднения) в диапазоне от 1 до 10 с;
- измерение амплитуды любого из установленных параметров вибрации: виброускорения, виброскорости.

ИВ-Д-СФ-2М имеет встроенную систему контроля (далее – ВСК) для проверки ее работоспособности, а именно:

- каналов измерения параметров вибрации (в режиме измерения виброскорости для каналов со следящими фильтрами);
- каналов измерения частоты вращения ротора;
- каналов измерения сдвига фазы первой роторной гармоники.

При проверке ИВ-Д-СФ-2М встроенным контролем показания дисплея блока БЭ-40-2М.1 - в зависимости от установленных режимов измерения соответствуют значениям:

- 85 мм/с - в режиме измерения виброскорости;
- 159 Гц - в режиме измерения частоты вращения;
- 180 град - в режиме измерения сдвига фазы.

Установка рабочих режимов ИВ-Д-СФ-2М и измеряемых параметров, а также включение ВСК и выход из режима ВСК осуществляется с помощью клавиатуры блока БЭ-40-2М.1 в соответствии с Руководством оператора (приложение В к настоящему РЭ).

## 1.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные технические характеристики ИВ-Д-СФ-2М приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
1 Количество каналов измерения параметров вибрации со следящими фильтрами или полосовыми фильтрами.....	<b>3</b>
2 Диапазон измерения при работе с вибропреобразователями типа МВ, имеющими коэффициент преобразования 1; 2 и 5* пКл/м/с <sup>2</sup> :	
– амплитудного значения виброускорения, м/с <sup>2</sup> .....	2 – 500
– амплитудного значения виброскорости, мм/с .....	2– 100*
3 Диапазон частот измерения, Гц:	
– виброускорения .....	10 – 5000
– виброскорости .....	30 – 400*
4 Относительное затухание частотной характеристики встроенных фильтров за пределами частот измеряемых параметров вибрации, дБ/октаву, не менее	40
5 Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения параметров вибрации, %:	
– в диапазоне измерения от $A_{мин}$ до $A_{пр}/100$ .....	$\pm 15^{**}$
– в диапазоне измерения от $A_{пр}/100$ до $A_{пр}$ .....	$\pm 8^{**}$
где: $A_{мин}$ – нижняя граница диапазона измерений параметра вибрации; $A_{пр}$ – верхняя граница диапазона измерений параметров вибрации	
6 Количество каналов измерения частоты вращения роторов.....	3***
7 Диапазон измерения частоты вращения роторов, Гц.....	10 – 5000
8 Диапазон входных сигналов от датчиков оборотов, Вскз.....	0,5 - 20
9 Предел основной относительной погрешности измерения частоты вращения роторов, %.....	$\pm 0,1$
* Начальные установочные параметры, установленные на предприятии-изготовителе.	
** В процессе эксплуатации допускается увеличение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения параметров вибрации на $\pm 2$ %:	
*** Измерение частоты вращения роторов осуществляется как в режиме измерения виброскорости так и в режиме измерения виброускорения со следящими фильтрами (режим измерения и тип фильтров выбирается оператором в соответствии с Руководством оператора (приложение В к настоящему РЭ)).	

Продолжение таблицы 1

Наименование параметра	Значение
10 Количество каналов измерения сдвига фазы роторной гармоники.....	1****
11 Диапазон измерения сдвига фазы роторной гармоники, град.....	0 – 360
12 Диапазон частот измерения сдвига фазы роторной гармоники, Гц.....	40 – 300*
13 Диапазон амплитуды виброскорости при измерении сдвига фазы, мм/с	10 – 80*
14 Диапазон входных сигналов от датчиков фазы, Вскз .....	0,5 - 20
15 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения фазы роторной гармоники, % от верхнего предела диапазона измерения фазы, не более.....	± 2,0
16 Потребляемая мощность, Вт, не более.....	40
17 Время готовности к работе, не более, мин. ....	1
18 Время непрерывной работы, ч.....	24
19 Масса, кг.....	7
20 Габаритные размеры блока электронного БЭ-40-2М.1 (L x H x B), мм, не более.....	180×108×205
21 Сопротивление изоляции в нормальных условиях, не менее, МОм .....	20
22 Электрическое питание – напряжение постоянного тока, В .....	18 - 36
23 Срок службы, лет.....	10
**** Измерение сдвига фазы осуществляется в режиме измерения виброскорости со следящими фильтрами (режим измерения и тип фильтров выбирается оператором в соответствии с Руководством оператора (приложение В к настоящему РЭ)).	

ИВ-Д-СФ-2М обеспечивает:

- изменение коэффициента деления сигналов частоты вращения ротора  $K_{до}$  в диапазоне от 0,1 до 100,0.

ИВ-Д-СФ-2М обеспечивает следующие характеристики следящих фильтров:

- диапазон частот перестройки центральной частоты  $F_{\text{центр}}$ : от 10 до 5000 Гц;
- полосы пропускания следящих фильтров:
  - 1Гц в диапазоне частот перестройки от 10 до 20Гц;
  - 5Гц в диапазоне частот перестройки от 20 до 100Гц;
  - 10Гц в диапазоне частот перестройки от 100 до 200Гц;
  - 20Гц в диапазоне частот перестройки от 200 до 400Гц;
  - 50Гц в диапазоне частот перестройки от 400 до 1000Гц;
  - 100Гц в диапазоне частот перестройки от 1000 до 5000Гц;

переключение полосы пропускания осуществляется автоматически, при этом

$$F_{\text{упр}} = F_{\text{центр}} \pm 0,5dF, \text{ Гц} \quad (1)$$

где  $dF$  – полоса пропускания следящего фильтра, Гц.

$$F_{\text{упр}} = \frac{F_{\text{вх}}}{K_{\text{до}}}, \text{ Гц} \quad (2)$$

где:  $F_{\text{вх}}$  – входная частота сигнала от датчиков оборотов в диапазоне от 10 до 5000 Гц.  
 $K_{\text{до}}$  – коэффициент деления измеренного значения частоты сигнала ДО.

ИВ-Д-СФ-2М обеспечивает следующие частотные характеристики полосовых фильтров:

- переключение частот среза полосовых фильтров в диапазоне (10 – 5000) Гц с шагом 1 Гц;
- затухание частотной характеристики полосовых фильтров за пределами полосы пропускания не менее, дБ/окт ..... 40.

Блок БЭ-40-2М.1 аппаратуры ИВ-Д-СФ-2М работает в условиях применения:

повышенной рабочей температуры окружающей среды до ..... 50°С  
 пониженной рабочей температуры окружающей среды до ..... минус 20°С  
 относительной влажности среды до 98%.....при температуре 35°С,  
 при этом  
 предельная пониженная нерабочая температуры окружающей среды..... минус 40°С.



### 1.3 СОСТАВ

Комплект поставки аппаратуры приведен в таблице 1.

Таблица 2

Наименование, шифр	Обозначение	Количество	Примечание
1 Вибропреобразователь МВ-43-5Б/0,35	ЖЯИУ.433642.001-07	1	*
2 Блок электронный БЭ-40-2М.1	ЖЯИУ.421411.003-11	1	
<u>Эксплуатационная документация:</u>			
3 Сводный паспорт	ЖЯИУ.421431.003-11 ПС	1	
4 Паспорт поз.2	ЖЯИУ.421411.003-11 ПС	1	
5 Этикетка поз.13	ЖЯИУ.685621.061 ЭТ	1	
6 Этикетка поз.14	ЖЯИУ.685621.069 ЭТ	1	
7 Этикетка поз.15	ЖЯИУ.685621.063 ЭТ	1	
8 Этикетка поз.16	ЖЯИУ.685621.064 ЭТ	1	
9 Руководство по эксплуатации	ЖЯИУ.421431.003-11 РЭ	1	
<u>Принадлежности:</u>			
10 Розетка 2РМ14КПН4Г1В1	-	1	**
11 Жгут «ЖЯИУ.685691.007-11 (12м)»	ЖЯИУ.685691.007-11	1	12 м
12 Жгут «Вибрация БЭ-38»	ЖЯИУ.685621.061	1	2 м
13 Жгут «Вибрация БЭ-38-М»	ЖЯИУ.685621.069	1	2 м
14 Жгут «Обороты»	ЖЯИУ.685621.063	1	12 м
15 Жгут «Сеть 27 В»	ЖЯИУ.685621.064	1	2 м
16 Вставка плавкая ВП1-1В-2А 250В	-	2	

\* Вибропреобразователи поставляются с эксплуатационной документацией (руководство по эксплуатации и паспорта).

\*\* ответная часть к соединителю СЕТЬ 27 В блока БЭ-38-2М.1.

## 1.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

1.4.1 Конструктивное исполнение ИВ-Д-СФ-2М - блочное, что обеспечивает в условиях эксплуатации возможность замены одноименных изделий, входящих в ее состав.

1.4.2 Изделия ИВ-Д-СФ-2М размещены следующим образом:

- вибропреобразователи - на корпусе двигателя;
- БЭ-40-2М.1 - в приборном отсеке или в операторном зале.

Подключение изделий ИВ-Д-СФ-2М производится с в соответствии со схемой электрических соединений, приведенной в приложении А к настоящему РЭ.

1.4.3 Действие вибропреобразователя типа МВ основано на пьезоэлектрическом эффекте.

При вибрации объекта контроля, на котором жестко закреплен вибропреобразователь сила инерции груза вибропреобразователя действует на блок пьезоэлементов.

В результате на контактах блока пьезоэлементов генерируется электрический заряд, пропорциональный амплитуде виброускорения объекта контроля.

Вибропреобразователь имеет нормализованную чувствительность, что обеспечивает замену изделий аппаратуры без подрегулировки.

Номинальное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя, работающего совместно с ИВ-Д-СФ-2М, составляет: 1 пКл·с<sup>2</sup>/м, 2 пКл·с<sup>2</sup>/м, 5 пКл·с<sup>2</sup>/м в зависимости от типа МВ.

Примечание – Описание конструкции вибропреобразователей типа МВ – в соответствии с эксплуатационной документацией на используемый тип вибропреобразователя.

Принцип действия канала измерения параметров вибрации основан на преобразовании амплитудного значения виброускорения в месте установки вибропреобразователя в электрический сигнал, пропорциональный измеряемым параметрам вибрации, с индикацией их значений на мониторе блока БЭ-40-2М.1

1.4.4 Принцип измерения частоты вращения ротора двигателя основан на преобразовании частоты электрического сигнала датчика оборотов, установленного на двигателе, в частоту первой роторной гармоники с индикацией значения частоты на дисплее блока БЭ-40-2М.1

1.4.5 Работа прибора в режиме измерения угла сдвига фаз осуществляется следующим образом.

На рисунке 1 показана осциллограмма входных сигналов при работе блока БЭ-40-2М.1 с генератором Г6-33 (см. рисунок Б.3 приложения Б к настоящему РЭ).

Отсчет угла сдвига фаз ( $\varphi_{\text{изм}}$ ) на дисплее блока БЭ-40-2М.1 между задаваемыми сигналами совпадает с установленным ( $\varphi_{\text{ген.}}$ ) по табло генератора. При этом функция «инверсия» включена - положение «Вкл.» в соответствии с Руководством оператора (приложение В к настоящему РЭ).

При работе с аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ (через блок БЭ-38-2 или БЭ-38-2М) (рисунки А3, А4 приложения А к настоящему РЭ) необходимо учитывать, что сигналы вибрации и датчиков оборотов инвертируются во входных цепях блоков БЭ-38-2 или БЭ-38-2М.

Для приведения показаний угла сдвига фаз при работе с аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ, включенной в соответствии с рисунками А3, А4 (эксплуатация), к показаниям при работе блока БЭ-40-2М.1 по схеме рисунка Б.3 (измерительные приборы) необходимо выбрать режим при котором функция «инверсия» выключена – положение «Выкл.», а от значения угла сдвига фаз на дисплее блока БЭ-40-2М.1 вычесть величину  $\varphi=180^\circ$ . (Можно использовать режим «Компенсация» см.п.5.2 Руководства оператора).

Принцип измерения угла сдвига фазы основан на измерении угла между передним фронтом импульсного сигнала датчика фазы, установленного на двигателе, и моментом пересечения положительной волной сигнала первой роторной гармоники виброускорения заданного порогового значения с индикацией измеренного значения угла на цифровом табло блока БЭ-40-2М.1.

Визуальное отображение процесса измерения сдвига фазы на экране двухлучевого осциллографа представлено на рисунке 1. При этом первый луч осциллографа подключен к контакту 1 соединителя ДВ1 (ДВ2 или ДВ3), а второй луч - к контакту 1 (3 или 5) соединителя ОБОРОТЫ блока БЭ-40-2М.1. Для данного изображения  $\varphi_{\text{изм}} = 90$  град.

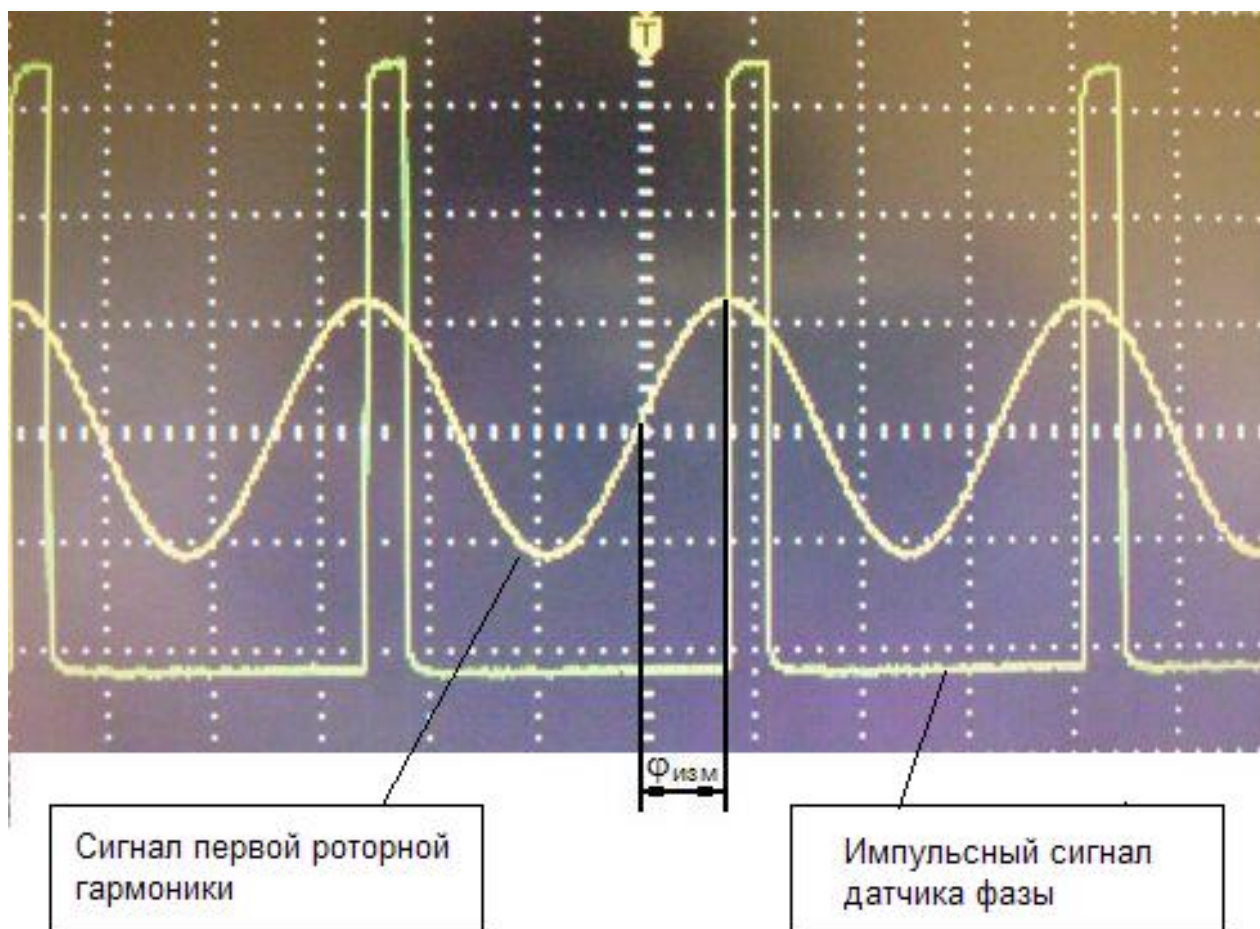


Рисунок 1 - Визуальное отображение процесса измерения сдвига фазы ( $\varphi_{\text{изм}} = 90$  град) на экране двухлучевого осциллографа при работе аппаратуры от генератора Г6-33 с установленным на выходе ВЫХОД III (В III) значением  $\varphi_{\text{ген.}}=90$  град

1.4.5 Блок БЭ-40-2М.1 осуществляет преобразование электрических зарядов от вибропреобразователей типа МВ, пропорциональных амплитуде виброускорения в месте их установки в электрическое напряжение переменного тока, с последующим усилением, интегрированием, фильтрацией, выпрямлением сигналов, пропорциональных виброскорости и виброускорению, с индикацией значений амплитуды виброскорости и виброускорения на мониторе блока БЭ-40-2М.1.

Блок БЭ-40-2М.1 осуществляет также обработку сигналов частоты оборотов и сдвига фазы первой гармоники с их индикацией на мониторе и преобразование сигналов, поступающих с датчика оборотов, в сигналы управления следящим фильтром.

Блок БЭ-40-2М.1 конструктивно состоит из следующих функциональных узлов:

- устройство питания ЖЯИУ.436635.029;
- устройство измерения фазы ВГА ЖЯИУ.468739.093;
- блок индикации 468151.058.

Габаритно-установочные размеры БЭ-40-2М.1 приведены на рисунке 2.

Конструктивно блок БЭ-40-2М.1 выполнен в виде корпуса, состоящего из основания (3) и крышки (2), выполненных из алюминиевого сплава и соединенных между собой с помощью двух петель (1), и замка (5).

Конструкция БЭ-40-2М.1 обеспечивает возможность его эксплуатации при горизонтальном расположении его лицевой панели. Ножки (9) предотвращают скольжение основания блока БЭ-40-2М.1 по поверхности стеллажа.

Со стороны замка имеется ручка для переноса блока БЭ-40-2М.1

Внутри корпуса расположены функциональные узлы, выполненные на отдельных печатных платах, заканчивающихся соединителями.

Крышка предохраняет элементы, установленные на лицевой панели, от механических повреждений и от попадания на них пыли и влаги.

Лицевая панель блока БЭ-40-2М.1 образуется за счет блока индикации, содержащего дисплей (12) для отображения измеряемых параметров вибрации, и клавиатуры (11) для ввода требуемых данных, необходимых для работы ИВ-Д-СФ-2М.

На лицевой панели расположены также:

- выключатель ВКЛ (14), обеспечивающий включение и выключение сети постоянного тока (18 – 36) В;
- плавкая вставка ПР.2А (13), обеспечивающая защиту устройства питания по сети постоянного тока (18 – 36) В;
- зажим заземления « ⊥ » (15).

На одной из сторон блока БЭ-40-2М.1 расположены:

- соединитель ОБОРОТЫ (8), обеспечивающий подключение ИВ-Д-СФ-2М к датчикам оборотов;
- соединители ДВ1, ДВ2, ДВ3 (10) обеспечивающие подключение ИВ-Д-СФ-2М к взаимодействующим вибропреобразователям;
- соединитель СЕТЬ 27В (7), обеспечивающий подключение ИВ-Д-СФ-2М к сети постоянного тока (18 – 36) В;

Соединители (7), (8), (10) типа 2РМ с прикрепленными к ним заглушками. Заглушки прикреплены к разъемам для исключения потери их в процессе эксплуатации.

На корпусе блока электронного БЭ-40-2М.1 имеется заводской знак (4).

Пломбирование блока БЭ-40-2М.1 осуществляется битумной пломбировочной мастикой в пломбировочные чашки, в соответствии со сборочным чертежом.

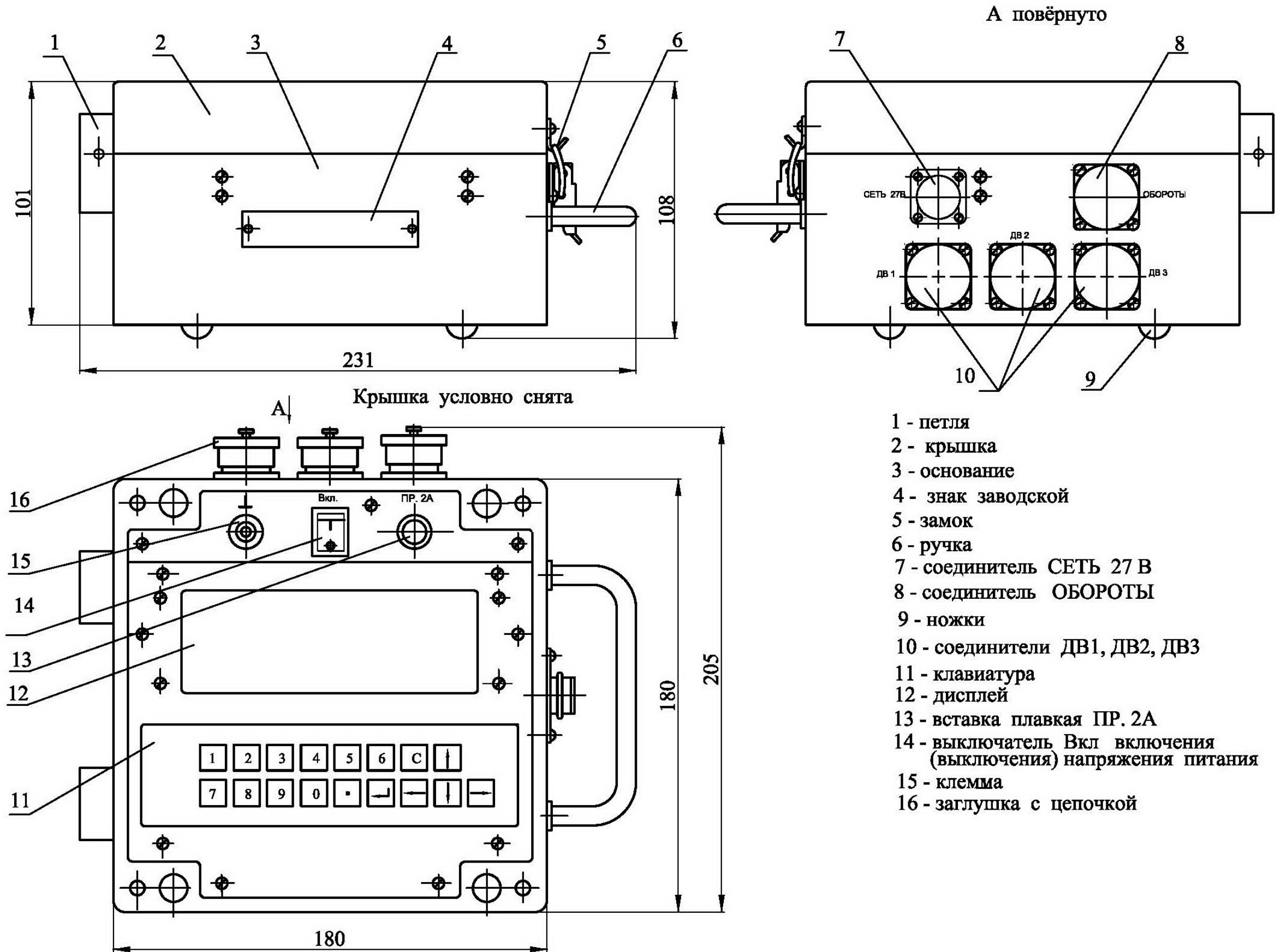


Рисунок 2 - Габаритно-установочные размеры блока электронного БЭ-40-2М.1

## **1.5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ**

На корпусе БЭ-40-2М.1 имеется заводской знак, на котором методом металлопластики нанесены:

- шифр «БЭ-40-2М.1»;
- заводской номер;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- год изготовления.

На корпусе блока БЭ-40-2М.1 нанесены клейма ОТК маркировочной краской или голографической наклейкой.

Блок БЭ-40-2М.1 пломбируются битумной пломбирочной мастикой в пломбирочные чашки в соответствии со сборочным чертежом.

Примечание: Маркировка и пломбирование, внешний осмотр, порядок установки вибропреобразователей – в соответствии с эксплуатационной документацией на используемый тип вибропреобразователя.

## **2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **2.1 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ**

#### **2.1.1 Меры безопасности**

Производите установку изделий ИВ-Д-СФ-2М на объекте: вибропреобразователей типа МВ – при охлажденном агрегате; БЭ-40-2М.1 – при отключенном напряжении питания.

#### **2.1.2 Внешний осмотр**

Проведите внешний осмотр ИВ-Д-СФ-2М в соответствии с п.3.3.1 раздела "Техническое обслуживание" настоящего РЭ, а также проверьте соответствие заводских номеров изделий, входящих в комплект ИВ-Д-СФ-2М номерам, указанным в разделе "Комплектность" сводного паспорта на аппаратуру.

#### **2.1.3 Порядок установки**

**2.1.3.1 Порядок установки при работе с вибропреобразователями типа МВ в режиме измерения вибрации**

Произведите монтаж используемых вибропреобразователей типа МВ в соответствии с эксплуатационной документацией на используемый тип вибропреобразователя.

Произведите подключение вибропреобразователей типа МВ в соответствии со схемой электрических соединений аппаратуры приведенной в приложении А (рисунок А.1) к настоящему РЭ.

После установки сделайте соответствующую отметку в разделе 7 сводного паспорта на ИВ-Д-СФ-2М.

Произведите подключение датчиков оборотов в соответствии со схемой электрических соединений аппаратуры ИВ-Д-СФ-2М., приведенной в приложении А (рисунок А.1) к настоящему РЭ, с учетом подключенной на объекте штатной аппаратурой контроля вибрации типа ИВ-Д-ПФ.

Сигнал от датчика оборотов напряжением переменного тока действующим значением от 0,5 до 20 В поступает в блок БЭ-40-2М.1 либо с соединителя ВЫХОД – ДАТ-ЧИКИ ОБОРОТОВ электронного блока БЭ-38 либо с соединителя КОНТРОЛЬ электронного блока БЭ-38-М штатной аппаратуры типа ИВ-Д-ПФ.

Информация по настройке параметров блока БЭ-40-2М.1 и работа дисплея приведена в Руководстве оператора (приложение В к настоящему РЭ).

2.1.3.2 Порядок установки при работе с датчиком фазы в режиме измерения сдвига фазы

**ВНИМАНИЕ.** Измерение сдвига фазы производится при наличии на двигателе датчика фазы, выдающего один импульс на оборот.

Произведите монтаж датчика фазы в соответствии с рекомендациями технической документации на этот датчик.

Произведите монтаж блока БЭ-40-2М.1 в соответствии с п.3.3.4 раздела "Техническое обслуживание" настоящего РЭ.

Произведите подключение в соответствии со схемой электрических соединений аппаратуры ИВ-Д-СФ-2М., приведенной в приложении А (рисунок А.2) к настоящему РЭ, с учетом подключенной на объекте штатной аппаратурой контроля вибрации типа ИВ-Д-ПФ.

Сигнал от датчика фазы напряжением переменного тока действующим значением от 0,5 до 20 В поступает в блок БЭ-40-2М.1 либо с соединителя ВЫХОД – ДАТ-ЧИКИ ОБОРОТОВ электронного блока БЭ-38 либо с соединителя КОНТРОЛЬ электронного блока БЭ-38-М штатной аппаратуры типа ИВ-Д-ПФ.

Информация по настройке параметров блока БЭ-40-2М.1 и работа дисплея приведена в Руководстве оператора (приложение В к настоящему РЭ).

2.1.3.3 Порядок установки при работе с аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ.

Произведите подключение ИВ-Д-СФ-2М к аппаратуре типа ИВ-Д-ПФ в соответствии со схемами подключения, приведенными на рисунках А.3 – А.5 приложения А к настоящему РЭ:

рисунок А.3 – при работе с аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ (блок типа БЭ-38) с помощью жгутов «Вибрация БЭ-38» и «Обороты»;

рисунок А.4 – при работе с аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ (блок типа БЭ-38-М) с помощью жгута «Вибрация БЭ-38-М»;

рисунок А.5 – при работе с вибропреобразователями типа МВ и аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ.

Информация по настройке параметров блока БЭ-40-2М.1 и работа дисплея приведена в Руководстве оператора (приложение В к настоящему РЭ).



## 2.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

### 2.2.1 Меры безопасности

При работе с ИВ-Д-СФ-2М необходимо соблюдать общие правила работы с электроприборами напряжением до 42В.

К работе допускаются лица, получившие допуск для работы с напряжением и ознакомившиеся с настоящим РЭ.

Замена изделий ИВ-Д-СФ-2М должна производиться:  
вибропреобразователей - при охлажденном агрегате;  
блока БЭ-40-2М.1 - при отключенном напряжении питания.

### 2.2.2 Порядок работы

Порядок работы с ИВ-Д-СФ-2М и взаимодействующими с ней системами осуществляется в соответствии с настоящим РЭ, эксплуатационной документацией на используемый тип вибропреобразователя и действующей на объекте документацией.

Первичное включение проводится на неработающем объекте.

**ВНИМАНИЕ.** НЕДОПУСТИМА РАБОТА АППАРАТУРЫ ПРИ НАПРЯЖЕНИИ СЕТИ ПИТАНИЯ, ВЫХОДЯЩЕМ ЗА ПРЕДЕЛЫ (18 –36) В.

2.2.2.1 Включите питание аппаратуры с помощью выключателя ВКЛ на лицевой панели блока БЭ-40-2М.1.

На лицевой панели БЭ-40-2М.1 должен включиться дисплей блока БЭ-40-2М.1.

Проверьте начальные установочные параметры работы каналов измерения аппаратуры с помощью клавиатуры блока БЭ-40-2М.1 в соответствии с инструкциями, приведенными в Руководстве оператора (приложение В к настоящему РЭ);

**Начальные установочные параметры**, установленные на предприятии-изготовителе должны быть:

- измеряемый параметр вибрации (по всем каналам) – амплитудное значение виброскорости;
- диапазон измерения виброскорости – (2 – 100) мм/с;
- диапазон частот измеряемой виброскорости – (30 - 400) Гц;
- коэффициент преобразования вибропреобразователя  $K_{дв} = 5,0 \text{ пКл/м} \cdot \text{с}^2$ ;
- время усреднения в канале  $T_{дет} = 3 \text{ с}$ ;

для измерения сдвига фазы:

- диапазон частот измеряемой виброскорости – (40 - 300) Гц;
- инверсия – включена.
- ДВ - в соответствии с номером вибропреобразователя: ДВ1, ДВ2 или ДВ3;
- ДО - в соответствии с номером датчика оборотов: ДО1, ДО2 или ДО3.

Изменения настроек параметров каналов измерения производите в соответствии с приложением В к настоящему РЭ («Руководство оператора»).

2.2.2.2 Проверьте работу встроенной системы контроля в соответствии с п.3.3.5 настоящего РЭ.

## 2.2.2.3 Порядок работы ИВ-Д-СФ-2М:

- при работе с вибропреобразователями типа МВ в режиме измерения вибрации;
- при работе с датчиком фазы в режиме измерения сдвига фазы;
- при работе с аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ

в соответствии с Руководством оператора (приложение В к настоящему РЭ).

## 2.2.3 Возможные неисправности и способы их устранения

Возможные неисправности ИВ-Д-СФ-2М и способы их устранения приведены в таблице 3 при включенном напряжении питания, при исправной сети питания.

Таблица 3

Возможные неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
1 Отсутствие информации на дисплее блока БЭ-40-2М.1 по одному или нескольким каналам при отсутствии неисправностей ИВ-Д-СФ-2М по п.п. 2 и 3 настоящей таблицы	1 Отсутствие сигнала от вибропреобразователя на соответствующем входе БЭ-40-2М.1	Проверка и восстановление сочленения на соединителях ДВ на боковой панели БЭ-40-2М.1
	2) Неисправность соответствующего вибропреобразователя	Замена неисправного вибропреобразователя
	3) Отсутствие сигнала от соответствующего датчика оборотов	Проверка и восстановление сочленения на соединителе ОБОРОТЫ на боковой панели БЭ-40-2М.1
	4) Неисправность жгута «Обороты» при работе с ИВ-Д-ПФ	Замена неисправного жгута
	5) Неисправность жгута «Вибрация БЭ-38» (или жгута «Вибрация БЭ-38-М» или жгута «Вибрация БЭ-38-МЦ») при работе с ИВ-Д-ПФ	Замена неисправного жгута
2 При включении сетевого питания не включен дисплей БЭ-40-2М.1	1) Отсутствие напряжения постоянного (18–36) В в цепях питания БЭ-40-2М.1	Проверка и восстановление сочленения на соединителе СЕТЬ 27 В на задней панели БЭ-40-2М.1
	2) Неисправна сетевая плавкая вставка ПР.2А	Проверка и замена сетевой плавкой вставки
	3) Неисправен жгут «СЕТЬ 27 В» при работе с ИВ-Д-ПФ	Замена неисправного жгута
	4) Неисправен БЭ-40-2М.1	Замена неисправного БЭ-40-2М.1

## Продолжение таблицы 3

Возможные неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
3 При введении команды на проверку встроенным контролем показания не соответствуют заданным	Неисправен БЭ-40-2М.1	Замена неисправного БЭ-40-2М.1

Замена блока БЭ-40-2М.1 должна производиться с соответствующими отметками в разделах 7 и 10 сводного паспорта на аппаратуру.

Замена вибропреобразователей типа МВ должна производиться в соответствии с эксплуатационной документацией на используемый тип вибропреобразователя с соответствующими отметками в разделах 7 и 10 сводного паспорта на аппаратуру.

### 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

#### 3.1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Техническое обслуживание (ТО) ИВ-Д-СФ-2М состоит из профилактического осмотра и планово-профилактической проверки (ППП).

Периодичность профилактических осмотров устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже одного раза в месяц. Планово-профилактическая проверка производится не реже одного раза в год в соответствии с разделом 3.3 настоящего РЭ.

#### 3.2 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Не производите демонтаж и монтаж изделий, входящих в состав ИВ-Д-СФ-2М, а также подключение линий связи с сетью питания и взаимодействующими изделиями при включенном напряжении питания.

**ВНИМАНИЕ.** НЕ ПРОИЗВОДИТЕ ДЕМОНТАЖ И МОНТАЖ  
ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ И БЛОКА БЭ-40-2М.1  
ПОДКЛЮЧЕНИЕ КАБЕЛЕЙ ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ,  
ЖГУТОВ И ЛИНИЙ СВЯЗИ К ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИМ ИЗДЕЛИЯМ,  
А ТАКЖЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ К СЕТИ ПИТАНИЯ ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ  
НАПРЯЖЕНИИ ПИТАНИЯ И РАБОТАЮЩЕМ ДВИГАТЕЛЕ.

#### 3.3 ПОРЯДОК ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

При техническом обслуживании ИВ-Д-СФ-2М выполняются работы, указанные в таблице 4.

Примечание: Техническое обслуживание вибропреобразователей – в соответствии с руководством по эксплуатации на используемый тип вибропреобразователя.

Таблица 4

Пункт РЭ	Наименование работы	Виды ТО		Примеч.
		ПО	ППП	
3.3.1	Проверка внешнего состояния изделий ИВ-Д-СФ-2М	+	+	
3.3.2	Проверка ИВ-Д-СФ-2М совместно с взаимодействующими системами	+	+	
3.3.3	Демонтаж блока БЭ-40-2М.1		+	
3.3.4	Монтаж блока БЭ-40-2М.1		+	
3.3.5	Проверка ИВ-Д-СФ-2М встроенным контролем на объекте	+	+	

Примечания: 1 Демонтаж, монтаж и проверка сопротивления изоляции вибропреобразователей типа МВ - в соответствии с руководством по эксплуатации на используемый тип вибропреобразователя;

2 Возможность проведения проверки аппаратуры встроенным контролем на работающем объекте определяет потребитель.

### 3.3.1 Проверка внешнего состояния изделий ИВ-Д-СФ-2М

Проверьте внешним осмотром:

- целостность корпуса;
  - состояние покрытий;
  - наличие всех крепежных элементов;
  - наличие и исправность зажима заземления,
- а также проверьте крепление и целостность подключенных к ИВ-Д-СФ-2М жгутов от вибропреобразователей и кабелей линий связи с сетью питания и взаимодействующими системами.

При обнаружении каких-либо дефектов примите меры по их устранению.

#### Инструмент и материалы:

- отвертка 7810-0942 3В 2 Кд.21.хр      ГОСТ 17199-88Е.

### 3.3.2 Проверка ИВ-Д-СФ-2М совместно с взаимодействующими системами.

Проведите проверку работы ИВ-Д-СФ-2М с взаимодействующими с ней системами в соответствии с действующей на объекте документацией.

При проверке ИВ-Д-СФ-2М совместно с взаимодействующими с ней системами должны отсутствовать неисправности, приведенные в п.2.2.3 настоящего РЭ.

### 3.3.3. Демонтаж блока БЭ-40-2М.1

Отверните зажим "⊥" блока и отсоедините от него перемычку металлизации. Расстыкуйте соединители блока и сопрягаемых с ним соединительных линий.

Снимите блок с объекта.

После снятия блока БЭ-40-2М.1 с объекта произведите отметку в паспорте на блок и в разделе 7 паспорта на ИВ-Д-СФ-2М.

### 3.3.4. Монтаж блока БЭ-40-2М.1

Установите блок на столе в операторном зале.

Соедините зажим "⊥" блока перемычкой металлизации с поверхностью объекта следующим образом:

Обезжирьте наконечники перемычек металлизации, зачистите до металлического блеска и обезжирьте поверхности объекта, контактирующие с наконечниками.

Производите зачистку не ранее, чем за три часа до сборки.

Размер зачищаемой поверхности должен быть на 0,5 - 2,5 мм больше размера контактной поверхности наконечника.

Предварительно смажьте резьбу и трущиеся части соединительных гаек всех соединителей блока ЦИАТИМ-201.

Подсоедините к поверхности объекта перемычки металлизации от зажимов "⊥" блока.

Покройте эмалью ХВ-16 красного цвета место подсоединения перемычки металлизации.

Состыкуйте соединители блока и сопрягаемых с ним соединительных линий.

После монтажа блока БЭ-40-2М.1 с объекта произведите отметку в паспорте на блок и в разделе 7 паспорта на ИВ-Д-СФ-2М.

Инструмент:

- |                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| – отвертка 7810-0942           | ГОСТ 17199-88Е;  |
| – бязь                         | ГОСТ 29298-92;   |
| – проволока контрольная КО 0,5 | ГОСТ 792-67;     |
| – бензин Б-91                  | ГОСТ 1012-72;    |
| – смазка ЦИАТИМ-201            | ГОСТ 6267-74;    |
| – эмаль ХВ-16, красная         | ТУ 6-10-1301-83. |

### 3.3.5 Проверка ИВ-Д-СФ-2М встроенным контролем на объекте

**ВНИМАНИЕ.** ПРОВЕРКА КАНАЛОВ ИЗМЕРЕНИЯ АППАРАТУРЫ ВСТРОЕННЫМ КОНТРОЛЕМ МОЖЕТ ПРОВОДИТЬСЯ КАК ПРИ ОТКЛЮЧЕННОЙ АППАРАТУРЕ ТИПА ИВ-Д-ПФ ТАК И ПРИ ПОДКЛЮЧЕННОЙ.

Включите питание блока БЭ-40-2М.1 с помощью выключателя ВКЛ, расположенного на его передней панели, при этом должен включиться дисплей блока БЭ-40-2М.1.

Введите команду на проверку встроенным контролем с помощью клавиатуры на лицевой панели блока БЭ-40-2М.1 в соответствии с инструкциями, приведенными в Руководстве оператора (приложение В к настоящему РЭ);

Проверка проводится последовательно для каждого канала измерений параметров вибрации (режим измерения виброскорости по каналам со следящими фильтрами), частоты вращения ротора и фазы роторных гармоник.

Показания по всем каналам измерения должны иметь следующие значения:  
85 мм/с - в режиме измерения виброскорости;  
159 Гц - в режиме измерения частоты вращения;  
180 град - в режиме измерения сдвига фазы.

После проведения проверки ВСК для перевода блока БЭ-40-2М.1 в режим измерения следуйте инструкциям, приведенным в приложении В настоящему РЭ.

#### **4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ**

Текущий ремонт аппаратуры должен производиться только на предприятии-изготовителе.

При отправке аппаратуры для текущего ремонта необходимо направить в адрес предприятия-изготовителя технически обоснованный акт о повреждении и приложить данные эксплуатации.

Адрес предприятия-изготовителя ЗАО «Вибро-прибор»:  
196128, Санкт-Петербург, Варшавская ул., д.5А, корпус 3.

#### **5 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ**

Аппаратуру, упакованную изготовителем, допускается хранить в отапливаемых хранилищах при температуре окружающего воздуха от 5 °С до 40 °С не более 1 года.

При хранении свыше указанного срока и других необходимых случаях аппаратура должна быть подвергнута переконсервации.

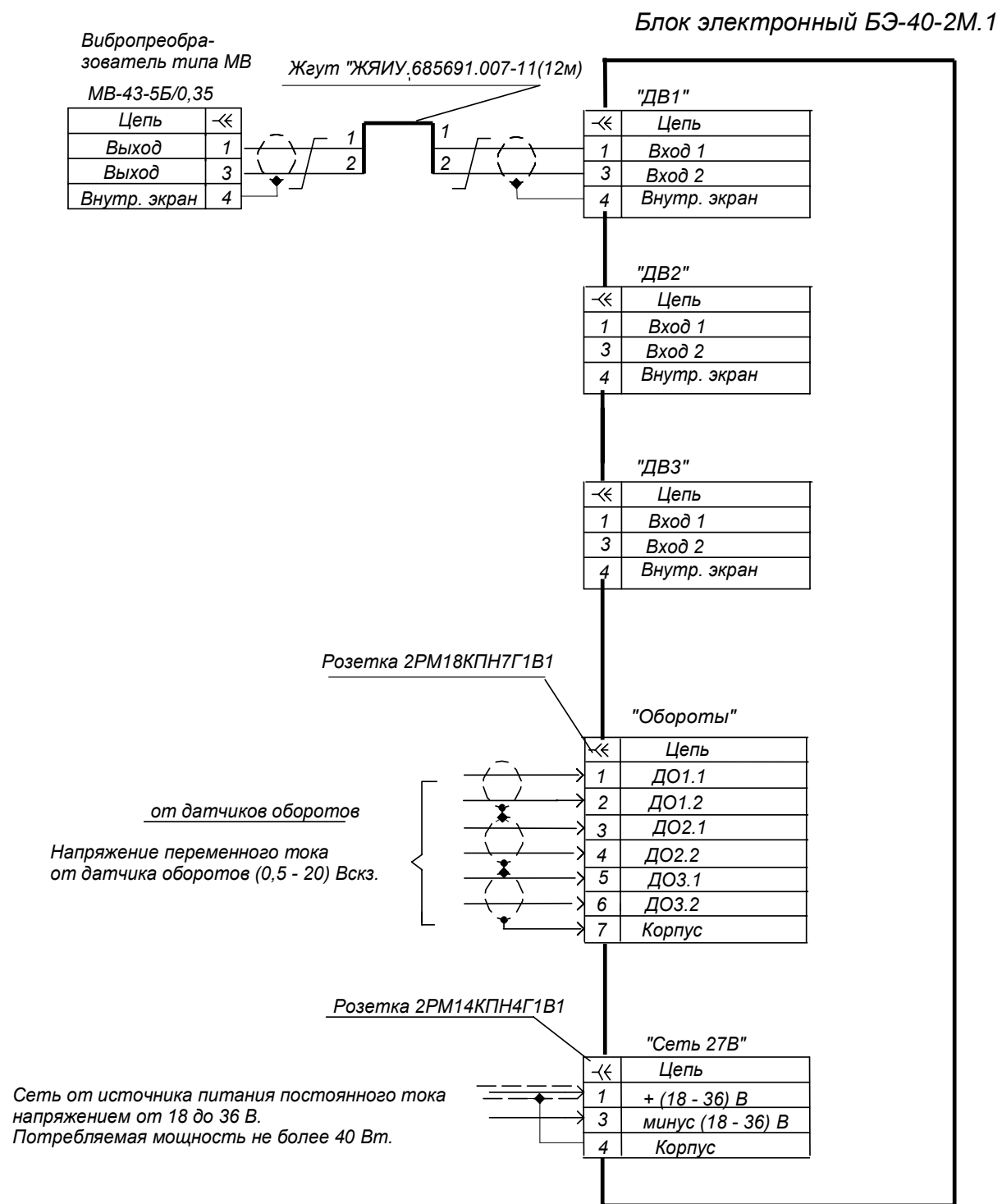
Последовательность проведения работ по расконсервации и консервации изделий аппаратуры изложена в пп.3.3.6, 3.3.7 настоящего РЭ.

#### **6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

Аппаратуру в транспортной таре разрешается транспортировать в крытых железнодорожных вагонах, контейнерах, закрытых автомашинах и трюмах судов, в отапливаемых и герметизированных отсеках самолетов при температурах, соответствующих условиям хранения, со скоростями, присущими для данного вида транспорта.



Приложение А



Корпуса всех соединителей, участвующих в промежуточных соединениях между вибропреобразователем и электронным блоком, должны быть соединены с корпусом объекта.

К блоку электронному БЭ-40-2М.1 могут подключаться пьезоэлектрические вибропреобразователи типа МВ с коэффициентом преобразования 1; 2 или 5 пКл/м/с<sup>2</sup> с помощью жгута "ЖЯИУ.685.691.007-11(12м)".

Подключение может быть к любому соединителю ДВ1, ДВ,2 или ДВ3 блока БЭ-40-2М.1

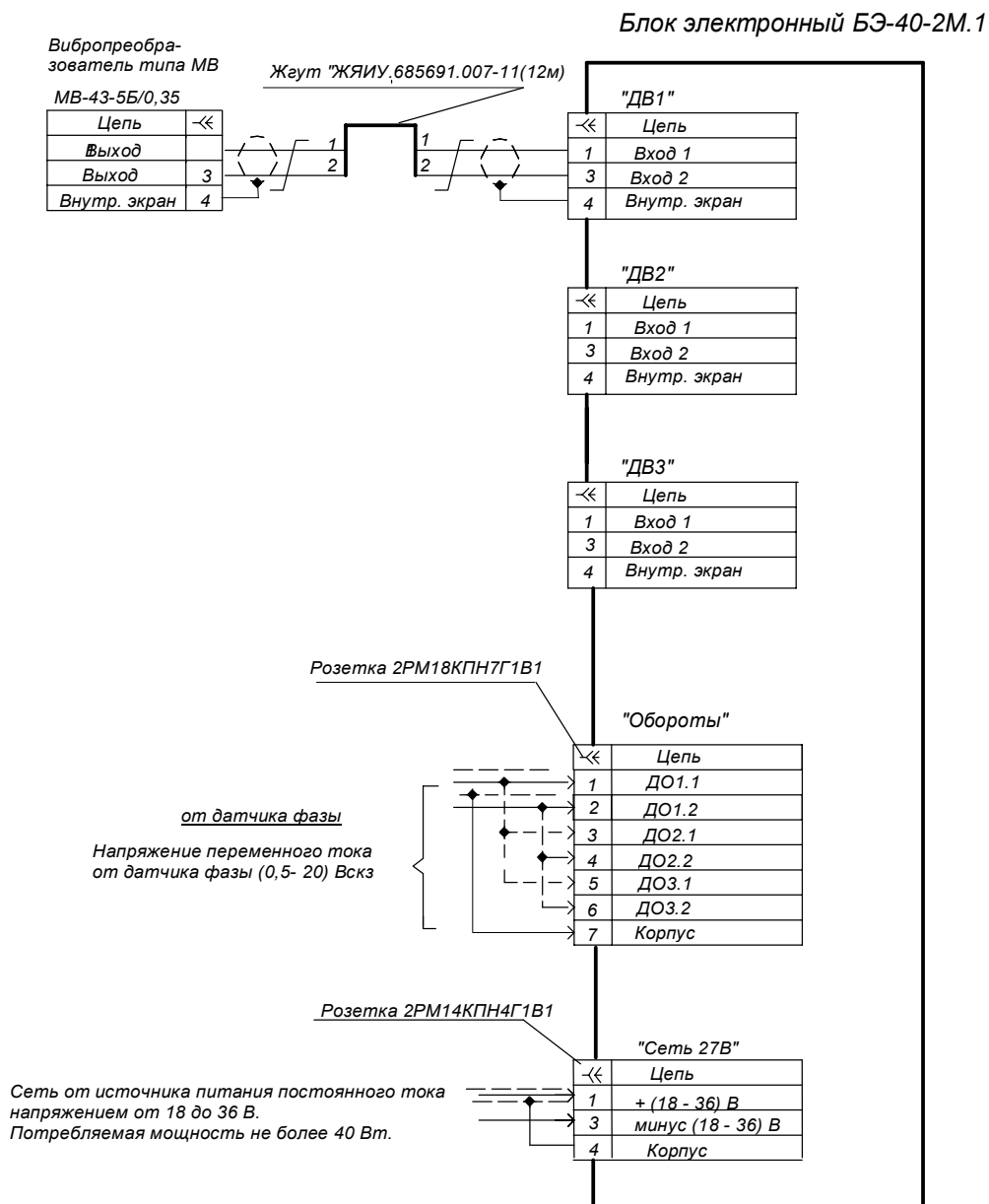
Подключение к электронному блоку БЭ-40-2М.1 блоков электронных типа БЭ-38, БЭ-38-М из состава аппаратур контроля вибраций типа ИВ-Д-ПФ осуществляется жгутами "Вибрация БЭ-38", "БЭ-38-М", "Обороты" и "Сеть 27В" в соответствии с рисунками А2...А5 настоящего приложения. Жгуты "Вибрация БЭ-38", "БЭ-38-М" подключают к соединителям ДВ1, ДВ2, ДВ3 в соответствии с проверяемым измерительным каналом блока электронного БЭ-40-2М.1

В комплект поставки входят:

1. Блок электронный БЭ-40-2М.1 - 1 шт.;
2. Вибропреобразователь МВ-43-5Б/0,35 - 1 шт.
3. Жгут "ЖЯИУ.685691.007-11(12м)" - 1 шт.
4. Жгут "Сеть 27 В" - 1 шт.;
5. Жгут "Вибрация БЭ-38" - 1 шт.;
6. Жгут "Вибрация БЭ-38-М" - 1 шт.;
7. Жгут "Обороты" - 1 шт.
8. Розетка 2РМ14КПН4Г1В1 - 1 шт.

Рисунок А.1 – Схема электрических соединений аппаратуры измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-2М

Продолжение приложения



**ПРИМЕЧАНИЕ** - Датчик фазы подключается к соединителю "Обороты" блока БЭ-40-2М.1 к одному из трех каналов, работающих от датчиков оборотов.

Рисунок А.2 – Схема электрических соединений ИВ-Д-СФ-2М при измерении фазы.

Продолжение приложения

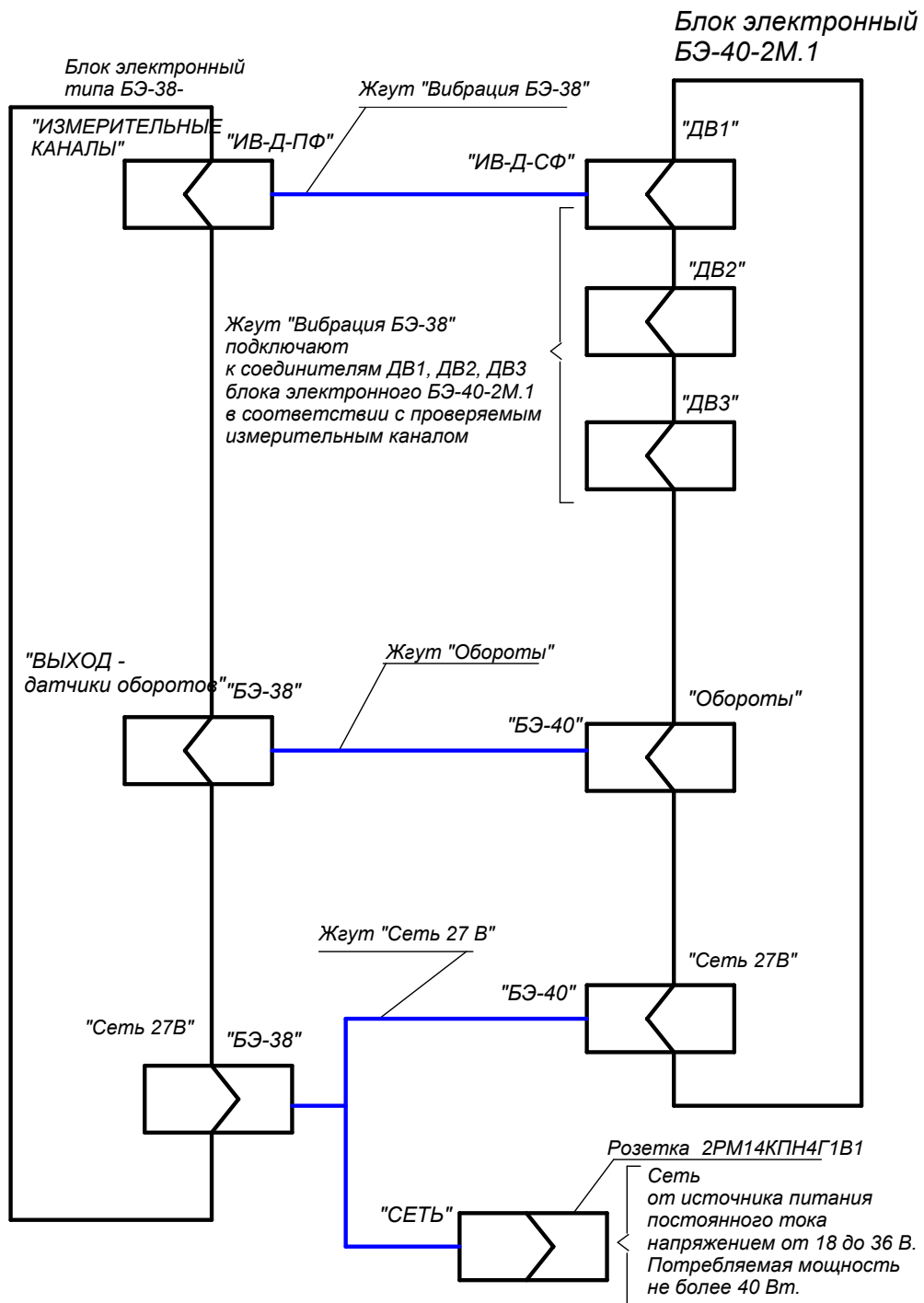


Рисунок А.3 – Схема электрических соединений ИВ-Д-СФ-2М при работе с аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ (блок типа БЭ-38) с помощью жгутов «Вибрация БЭ-38» и «Обороты».

Продолжение приложения

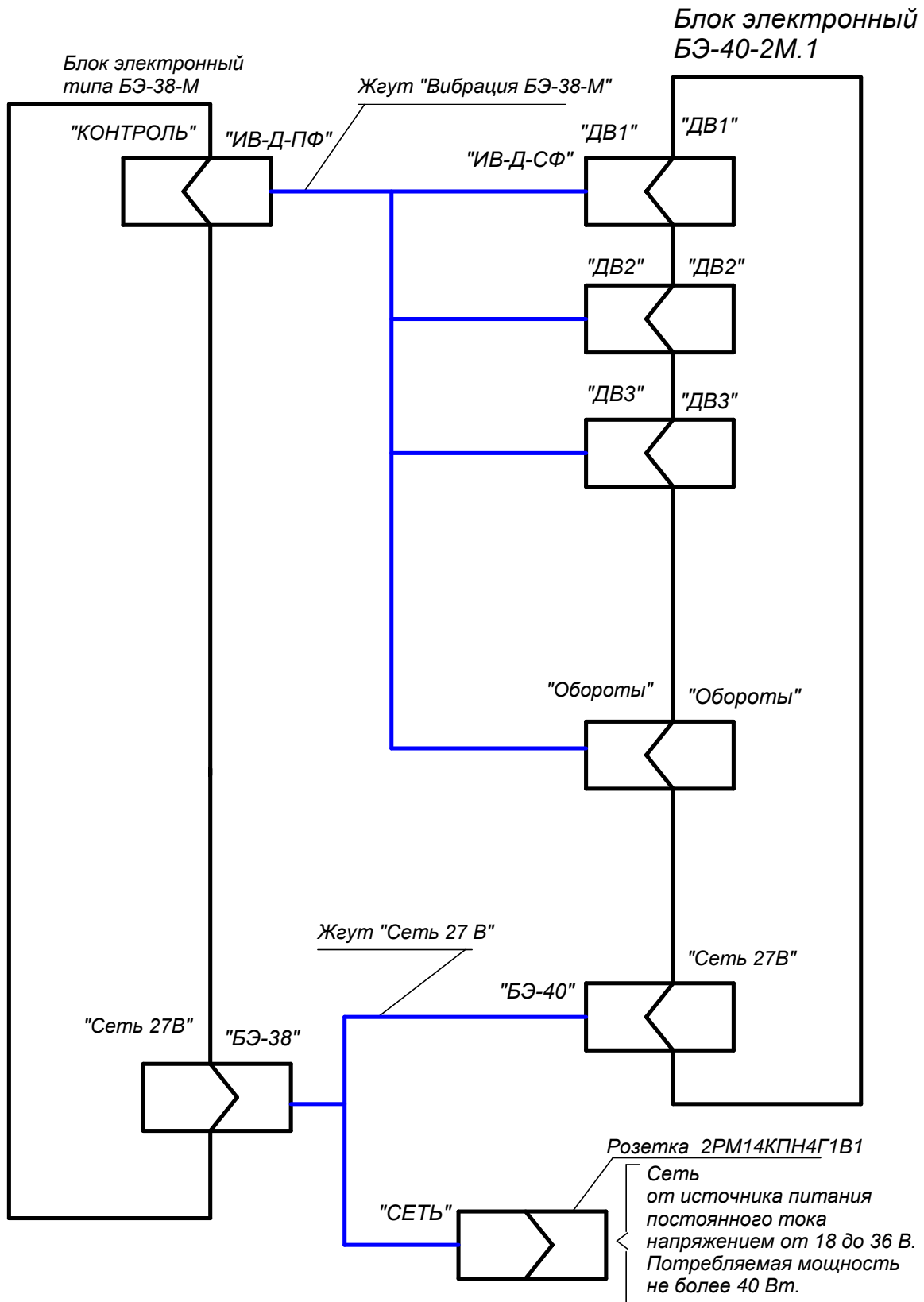


Рисунок А.4 – Схема электрических соединений ИВ-Д-СФ-2М при работе с аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ (блок типа БЭ-38-М) с помощью жгута «Вибрация БЭ-38-М»

Продолжение приложения

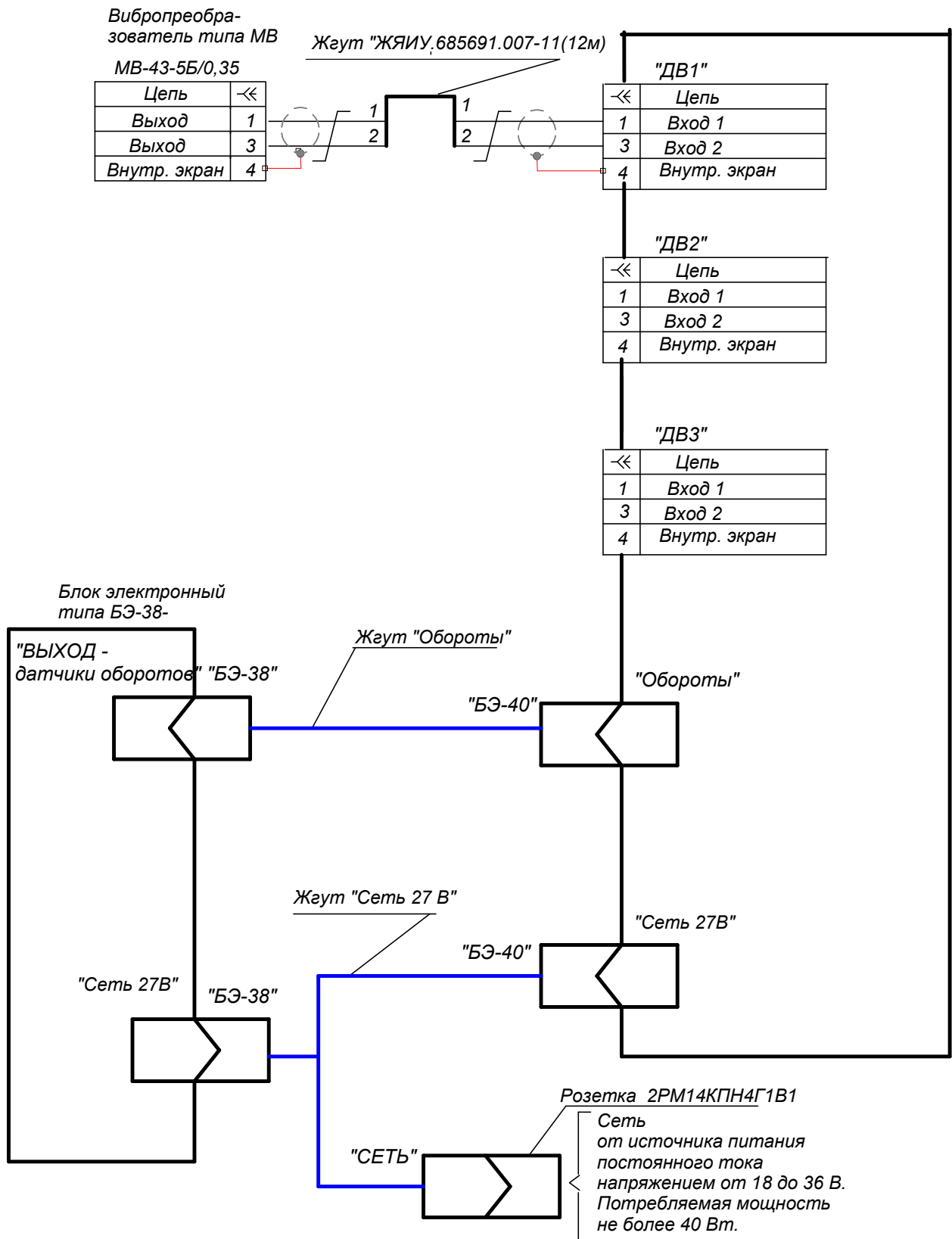


Рисунок А.5 – Схема электрических соединений ИВ-Д-СФ-2М при работе с вибропреобразователями типа МВ и аппаратурой типа ИВ-Д-ПФ

## Приложение Б

### ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОВЕРКЕ АППАРАТУРЫ ИВ-Д-СФ-2М со стандартными измерительными приборами

#### 1 ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕРКЕ

- генератор сигналов специальной формы Г6-26 ЕХ2.211.019 ТУ.....1 шт.;
- вольтметр универсальный В7-65 УШЯИ.411182.020 ТУ.....1 шт.;
- частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1 ДЛИ2.721.007 ТУ... ..1 шт.;
- генератор сигналов специальной формы Г6-33 ЕХ2.211.033 ТУ.....1 шт.;

конденсатор К10-43а-МПО-2000 пФ  $\pm 1\%$ -В ОЖО.460.165 ТУ .....2 шт.;

резистор С2-29В-0,125-9,09 кОм  $\pm 0,05\%$ -1,0-А ОЖО.467.0.....2 шт.;

резистор С2-29В-0,125-100 кОм  $\pm 0,05\%$ -1,0-АОЖО.467.099 .....2 шт.;

резистор С2-29В-0,125-1,01 кОм  $\pm 0,05\%$ -1,0-АОЖО.467.099 ТУ ..... 2 шт.

Допускается применение приборов других типов, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

Все вышеуказанные средства измерения должны быть аттестованы органами государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке.

#### 2 УСЛОВИЯ ПРОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

2.1 При проведении проверки должны соблюдаться следующие условия:

температура воздуха, °С	15 - 25
относительная влажность, %	30 - 80
атмосферное давление, кПа (мм рт ст)	84 - 106 ( 630 – 795 )

1.2 Перед проведением проверки выполняются следующие подготовительные работы:

- ознакомление с техническим описанием ИВ-Д-СФ-2М в настоящем руководстве по эксплуатации;
- подключение измерительных приборов к блоку БЭ-40-2М.1 в соответствии со схемами, приведенными на рисунках Б.1, Б.2 или Б.3 настоящей инструкции, при включенном напряжении питания;
- заземление корпусов БЭ-40-2М.1 и измерительных приборов на рабочем месте;
- включение и прогрев приборов в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на них.

### 3 ПРОВЕДЕНИЕ ПРОВЕРКИ

#### Общие указания:

**УСТАНОВКУ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ИВ-Д-СФ-2М ПРОИЗВОДИТЕ С ПОМОЩЬЮ КЛАВИАТУРЫ БЛОКА БЭ-40-2М.1 В СООТВЕТСТВИИ С ИНСТРУКЦИЯМИ, ПРИВЕДЕННЫМИ В РУКОВОДСТВЕ ОПЕРАТОРА (ПРИЛОЖЕНИЕ В К НАСТОЯЩЕМУ РЭ)**

#### 3.1 Проверка измерения виброускорения

3.1.1 Подключите измерительные приборы к БЭ-40-2М.1 в соответствии со схемой, приведенной на рисунке Б.1 ( без делителя) или Б.2 (с использованием делителя) настоящей инструкции, при этом соедините корпусные зажимы измерительных приборов и БЭ-40-2М.1 с зажимом "L" у рабочего места.

Включите измерительные приборы ( время прогрева не менее 40 мин.).

Включите питание блока БЭ-40-2М.1 с помощью выключателя ВКЛ, расположенного на его лицевой панели, при этом должен включиться дисплей блока БЭ-40-2М.1.

3.1.2 Проверка проводится следующим образом:

Установите:

- тип и параметр измеряемой вибрации: виброускорение (амплитудное значение); диапазон частот от 10 до 5000 Гц;
- $K_{дв}=5$  пКл/м/с<sup>2</sup>,

а также:

при проверке каналов СФ:

- должны быть установлены значения коэффициентов  $K_{до} = 1$ ;
- время усреднения  $T_{дет} = 3$  с;

Проведите последовательно проверку каналов БЭ-40-2М.1, при этом подключите генератор G1 с конденсаторами С1 и С2 и резисторами R1 – R4 к контактам 1 и 3 соединителей ДВ1...ДВ3 проверяемого канала, расположенным на одной из боковых сторон корпуса блока БЭ-40-2М.1.

При проверке каналов СФ подключите генератор G2 к контактам соединителя ОБОРОТЫ, расположенного боковой стороне корпуса БЭ-40-2М.1, в соответствии с рисунком Б.1 или Б2 настоящей инструкции.

При проверке каналов СФ подайте от генератора G2 сигнал управления следующими фильтрами, для этого установите частоту выходного напряжения генератора G2 (Fупр) значением:

- 160 Гц при напряжении 1 В при проверке диапазона измерения виброускорения;
- 10; 31; 160; 315; 630; 2000 и 5000 Гц при напряжении 1 В при проверке диапазона частот виброускорения в соответствии с таблицей Б.2.

## 3.1.2.1 Проверьте диапазон измерения виброускорения

Подайте от генератора G1 на вход поверяемого канала последовательно напряжения, эквивалентные входным электрическим зарядам  $Q_{вх}$ , частотой входного сигнала  $F_c$ , равной  $(160 \pm 3)$  Гц, по частотомеру P2, и значениями  $U_{ген}$ , указанными в графе 3 таблицы Б1, по вольтметру P1.

Таблица Б.1

Эталонное значение амплитуды виброускорения, $A_{эт}$ , $м/с^2$	Значение входного заряда, $Q_{вх}$ , пКл,	Значение выходного напряжения генератора G1, $U_{ген}$ , мВ	Коэффициент делителя $m$	Допускаемые значения виброускорения при измерении, $м/с^2$
1	2	3	4	5
2,0	10,0	$353,6 \pm 1,0$	100	$2,0 \pm 0,08$
10	50	$176,8 \pm 0,5$	10	$10,0 \pm 0,4$
100	500	$176,8 \pm 0,5$	1	$100 \pm 4,0$
200	1000	$353,6 \pm 1,0$	1	$200 \pm 8,0$
500	2500	$884,0 \pm 2,7$	1	$500 \pm 20$

При этом для каждого из проверяемых каналов снимите по дисплею блока БЭ-40-2М.1(столбец Вибрация) показания измеряемого амплитудного значения виброускорения –  $A_{изм}$ ,  $м/с^2$ .

Измеренные значения виброускорения должны находиться в пределах, указанных в графе 5 таблицы Б.1 и рассчитанных в соответствии с формулой:

$$A_{изм} = A_{эт} \pm 0,04 A_{эт} \quad (1)$$

где  $A_{эт}$  – эталонное значение виброускорения, выбранное для проверки.

## 3.1.2.2 Проверьте диапазон частот измеряемого виброускорения

Подайте от генератора G1 на вход поверяемого канала напряжения, эквивалентные входным электрическим зарядам  $Q_{вх}$ , последовательно частотами входного сигнала  $F_{сi}$ , указанными в графе 2 таблицы Б2, по частотомеру P2, и значениями  $U_{ген}$ , указанными в графе 4 таблицы Б2, по вольтметру P1.



Таблица Б.2

Эталонное значение амплитуды виброускорения, Аэт, м/с <sup>2</sup>	Частота входного сигнала Fci, Гц (период, мс)	Значение входного заряда, Qвх, пКл,	Значение выходного напряжения генератора G1, Uген, мВ,	Коэффициент делителя m
1	2	3	4	5
10	10 (100 ± 0,3)	50	176,8 ± 0,5	10
	31 (32,25 ± 0,1)			
	160 ± 0,5			
	315 ± 0,9			
	630 ± 1,9			
	2000 ± 6,0			
	5000 ± 15			

При этом для каждого из проверяемых каналов снимите по дисплею блока БЭ-40-2М.1(столбец Вибрация) показания измеряемого амплитудного значения виброускорения – Аизм.и, м/с<sup>2</sup>.

Определите по результатам измерений неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот, γ, %, по формуле:

$$\gamma_A = \pm \frac{A_{\text{изм.и}} - A_{\text{баз}}}{A_{\text{баз}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где:

$A_{\text{баз}}$  - показания дисплея блока БЭ-40-2М.1(столбец Вибрация), м/с<sup>2</sup>, при измерении амплитудного значения виброускорения на базовой частоте (Fбаз.), равной 160,0 Гц;

$A_{\text{изм.и}}$  - показания дисплея блока БЭ-40-2М.1(столбец Вибрация), м/с<sup>2</sup>, при измерении амплитудного значения виброускорения на фиксированных частотах Fci.

Примечание – На частотах менее 20 Гц значения выходного напряжения генератора G1 устанавливаются по вольтметру В7-43.

Вычисленные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот не должны превышать ± 4 %.

Примечания. 1 Для коэффициентов делителя, равных 100 и 10 (таблицы Б.1 и Б.2) подключение генератора G1 к входам БЭ-40-2М.1 производится через делители R1/R2 и R3/R4 как показано на схеме рисунка Б.2 настоящей инструкции.

- 2 Значения  $U_{ген}$ , соответствующее входному электрическому заряду ( $Q_{вх.}$ ), приведенные в таблицах Б.1 и Б2, рассчитаны для значения эквивалентной емкости  $C_{эkv} = 1000$  пФ и значения коэффициента преобразования вибропреобразователя  $K_d = 5$  пКл  $\cdot$  с<sup>2</sup>/м по формуле:

при измерении амплитудного значения виброускорения:

$$U_{ген} = \frac{Q_{вх.} \cdot 10^3}{1,414 \cdot 2 \cdot C_{эkv}} \cdot m, \text{ мВ} \quad (3)$$

где:

$Q_{вх.}$  – значение входного электрического заряда, рассчитанное по формуле (4), пКл;

$C_{эkv} = 1000$  пФ – значение эквивалентной емкости на входе канала блока БЭ-40-2М.1;

$m$  – коэффициент деления делителя напряжения генератора в соответствии с таблицами Б.1 и Б2;

$$Q_{вх.} = A \cdot K_d, \text{ пКл} \quad (4)$$

где:

$A$  – измеряемое амплитудное значение виброускорения, м/с<sup>2</sup>;

$K_d$  – коэффициент преобразования вибропреобразователя, равный 5 пКл/м/с<sup>2</sup>.

## 3.2 Проверка измерения виброскорости

3.2.1 Выполните операции п.3.1.1 настоящей инструкции.

3.2.2 Проверка проводится следующим образом:

Установите:

- тип и параметр измеряемой вибрации: виброскорость (амплитудное значение); диапазон частот от 30 до 400 Гц;
- $K_{дв} = 5$  пКл/м/с<sup>2</sup>;

а также:

при проверке каналов СФ:

- должны быть установлены значения коэффициентов  $K_{до} = 1$ ;
- время усреднения  $T_{дет} = 3$  с;

Проведите последовательно проверку каналов БЭ-40-2М.1, при этом подключите генератор G1 с конденсаторами С1 и С2 и резисторами R1 – R4 к контактам 1 и 3 соединителей ДВ1...ДВ3 проверяемого канала, расположенным на одной из боковых сторон корпуса блока БЭ-40-2М.1.

При проверке каналов СФ подключите генератор G2 к контактам соединителя ОБОРОТЫ, расположенного боковой стороне корпуса БЭ-40-2М.1, в соответствии с рисунком Б.1 или Б2 настоящей инструкции.

При проверке каналов СФ подайте от генератора G2 сигнал управления следящими фильтрами, для этого установите частоту выходного напряжения генератора G2 (Fупр) значением 80 Гц при напряжении 1 В.

При проверке каналов СФ подайте от генератора G2 сигнал управления следящими фильтрами, для этого установите частоту выходного напряжения генератора G2 (Fупр) значением:

- 80 Гц при напряжении 1 В при проверке диапазона измерения виброскорости;
- 30; 63; 80; 160; 200; 315 и 400 при напряжении 1 В при проверке диапазона частот виброскорости в соответствии с таблицей Б.4.

### 3.2.2.1 Проверьте диапазон измерения виброскорости

Подайте от генератора G1 на вход поверяемого канала последовательно напряжения, эквивалентные входным электрическим зарядам Qвх, частотой входного сигнала Fс, равной  $(80,0 \pm 0,3)$  Гц, по частотомеру P2, и значениями Uген, указанными в графе 3 таблицы Б.3, по вольтметру P1.

Таблица Б.3

Эталонное значение амплитуды виброскорости, Vэт., мм/с	Значение входного заряда, Qвх, пКл	Значение выходного напряжения генератора G1, Uген, мВ	Кэф-фициент делителя m	Допускаемые значения виброскорости, при измерении, мм/с
1	2	3	4	5
2	5,03	$177,7 \pm 0,5$	100	$2 \pm 0,08$
10	25,1	$888,6 \pm 2,7$	100	$10 \pm 0,4$
25	62,8	$222,2 \pm 0,7$	10	$25 \pm 1,0$
50	125,7	$444,3 \pm 1,3$	10	$50 \pm 2,0$
100	251,3	$888,6 \pm 2,7$	10	$100 \pm 4$

При этом для каждого из проверяемых каналов снимите показания по дисплею блока БЭ-40-2М.1(столбец Вибрация) измеряемого амплитудного значения виброскорости – Vизм.i, мм/с.

Измеренные значения виброскорости должны находиться в пределах, указанных в графе 5 таблицы Б.3 и рассчитанных в соответствии с формулой:

$$V_{\text{изм.}i} = V_{\text{эт}} \pm 0,04 V_{\text{эт}} \quad (5)$$

где Vэт – эталонное значение виброскорости, выбранное для проверки.

### 3.2.2.2 Проверьте диапазон частот измеряемой виброскорости

Подайте от генератора G1 на вход поверяемого канала напряжения, эквивалентные входным электрическим зарядам Qвх, последовательно частотами входного сигнала Fсi, указанными в графе 2 таблицы Б4, по частотомеру P2, и значениями Uген, указанными в графе 4 таблицы Б4, по вольтметру P1.

Таблица Б.4

Эталонное значение амплитуды виброскорости, $V_{эт}$ , мм/с	Частота входного сигнала $F_{сi}$ , Гц (период, мс)	Значение входного заряда, $Q_{вх}$ , пКл,	Значение выходного напряжения генератора G1, $U_{ген}$ , мВ,	Коэффициент делителя $m$
1	2	3	4	5
10	30 (33,33 ± 0,1)	9,42	333,3 ± 1,0	100
	63 (15,87 ± 0,05)	19,79	699,8 ± 2,1	100
	80 ± 0,2	25,13	888,7 ± 2,7	100
	160 ± 0,5	50,23	177,7 ± 0,5	10
	200 ± 0,6	62,83	222,2 ± 0,7	10
	315 ± 0,9	98,95	349,9 ± 1,0	10
	400 ± 1,2	125,7	444,3 ± 1,3	10

При этом для каждого из проверяемых каналов снимите по дисплею блока БЭ-40-2М.1(столбец Вибрация) показания измеряемого амплитудного значения виброскорости –  $V_{изм.i}$ , мм/с.

Определите по результатам измерений неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот,  $\gamma_v$ , %, по формуле:

$$\gamma_v = \pm \frac{V_{изм.i} - V_{баз}}{V_{баз}} \cdot 100, \quad (6)$$

где:

$V_{баз}$  - показания дисплея блока БЭ-40-2М.1(столбец Вибрация), мм/с, при измерении амплитудного значения виброскорости на базовой частоте ( $F_{баз}$ ), равной 80,0 Гц;

$V_{изм.i}$  - показания дисплея блока БЭ-40-2М.1(столбец Вибрация), мм/с, при измерении амплитудного значения виброскорости на фиксированных частотах  $F_{сi}$ .

Вычисленные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот не должны превышать  $\pm 4$  %.

Примечания. 1 Для коэффициентов делителя, равных 100 и 10, подключение генератора G1 к входам БЭ-40-2М.1 производится через делители R1/R2 и R3/R4 как показано на схеме рисунка Б.2 настоящей МП.

2 Значения  $U_{ген}$ , соответствующее входному электрическому заряду ( $Q_{вх}$ ), приведенные в таблицах Б.3 и Б.4, рассчитаны для значения эквивалентной емкости  $C_{экв} = 1000$  пФ и значения коэффициента преобразования вибропреобразователя  $K_d = 5$  пКл • с<sup>2</sup> /м по формуле:

при измерении амплитудного значения виброскорости:

$$U_{ген} = \frac{Q_{вх} \cdot 10^3}{1,414 \cdot 2 \cdot C_{экв}} \cdot m, \text{ мВ} \quad (7)$$

где:

$Q_{вх}$ . – значение входного электрического заряда, рассчитанное по формуле (5), пКл;

$C_{экв.}$  = 1000 пФ – значение эквивалентной емкости на входе канала блока БЭ-40-2М.1;

$m$  – коэффициент деления делителя напряжения генератора в соответствии с таблицами Б.3 и Б.4.

$$Q_{вх.} = 2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot V \cdot K_d \cdot 10^{-3}, \text{ пКл} \quad (8)$$

где:

$\pi = 3,1416$ ;

$F_c = 80$  Гц - частота входного сигнала ;

$V$  – измеряемое значение виброскорости, мм/с;

$K_d$  – коэффициент преобразования вибропреобразователя, равный 5 пКл/м/с<sup>2</sup>.

### 3.3 Проверка измерения частоты вращения роторов

3.3.1 Подключите измерительные приборы к БЭ-40-2М.1 в соответствии со схемой, приведенной на рисунке Б.3 ( без делителя), Б.4 (с использованием делителя) или Б5 (при проверке диапазона частот вращения роторов) настоящей инструкции, при этом соедините корпусные зажимы измерительных приборов и БЭ-40-2М.1 с зажимом "L" у рабочего места.

Включите измерительные приборы ( время прогрева не менее 40 мин.).

Включите питание БЭ-40-2М.1 с помощью выключателя ВКЛ, расположенного на его лицевой панели, при этом должен включиться дисплей блока БЭ-40-2М.1.

**ПРИМЕЧАНИЕ** - ВЫХОД III генератора G1 подключается на контакты соединителя ОБОРОТЫ блока БЭ-40-2М.1 в соответствии с проверяемым каналом измерения частоты вращения роторов:

- 1 и 2 для ДО1;
- 3 и 4 для ДО2;
- 5 и 6 для ДО3.

3.3.2 Проверка проводится следующим образом:

Установите:

- тип и параметр измеряемой вибрации: \*виброскорость (амплитудное значение); диапазон частот от 30 до 400 Гц;
- $K_{дв}=5$  пКл/м/с<sup>2</sup>;

---

\* Проверка может проводиться как в режиме измерения виброскорости так и в режиме измерения виброускорения с диапазоном частот от 10 до 5000 Гц.

а также:

- тип измерительного канала - канал СФ\*\*;
- должны быть установлены значения коэффициентов  $K_{ДО} = 1$ ;
- время усреднения  $T_{ДЕТ} = 3$  с;
- ДО - в соответствии с номером датчика оборотов: ДО1, ДО2 или ДО3.

\*\*Проверка проводится только для каналов со следящими фильтрами.

3.3.2.1 Проверьте измерение частоты вращения роторов при измерении виброскорости следующим образом:

Установите на генераторе G1 следующие параметры:  
 частота - 80 Гц (при измерении виброскорости);  
 ВЫХОД I (В I) – 20 дБ;  $K_f$  – синусоида ( $\sim$ );  
 ВЫХОД III (В III) –  $\tau/T - 0,5$ ;  
 $\varphi - 0^\circ$ .

Подайте с ВЫХОДА I генератора G1 на контакты 1,3,4 соединителя ДВ1 или ДВ2, ДВ3 в соответствии с проверяемым каналом блока БЭ-40-2М.1 напряжение, измеряемое вольтметром Р1, и частотой, устанавливаемой по табло генератора G1, значениями, указанными в таблице Б.5.

При проверке каналов СФ подайте с выхода ВЫХОД III генератора G1 сигнал управления следящими фильтрами, для этого установите частоту выходного напряжения генератора G2 (Fупр) значением 80 Гц при напряжении 1 В.

Таблица Б.5

Режим измерения	Номинальные значения измеряемых параметров	Частота Гц,	Значение входного заряда, Qвх, пКл	Напряжение генератора Uген (ВЫХОД I), мВ	Коэффициент делителя m	Допускаемые значения измеряемых параметров
1	2	3	4	5	6	7
Виброскорость, мм/с	50	$80,0 \pm 0,2$	125,7	$888,7 \pm 2,7$	10	(48 – 52) мм/с
	90		226,2	$160,0 \pm 0,5$	1	(86,4 – 93,6) мм/с

При этом для каждого из проверяемых каналов снимите показания по дисплею блока БЭ-40-2М.1:

- измеряемого амплитудного значения виброскорости (столбец Вибрация), мм/с,
- измеряемой частоты вращения роторов (столбец Обороты), Гц,

Измеренные значения виброскорости должны находиться в пределах, указанных в графе 7 таблицы Б.5 и рассчитанных в соответствии с формулой (5).

Измеренные значения частоты вращения роторов должны находиться в пределах: от 79,92 до 80,08 Гц.

Примечания. 1 Значения напряжения генератора G1 соответствующие входному электрическому заряду (Qвх.), приведенные в таблице Б.3, рассчитаны для значения эквивалентной емкости  $C_{экв} = 1000$  пФ и значения коэффициента преобразования вибропреобразователя  $K_d = 5$  пКл  $\cdot$  с<sup>2</sup>/м по формуле (7) и умножены на 2 (генератор Г6-33 с несимметричным выходом);

- 2 Значение входного электрического заряда, рассчитано по формуле (8).
- 3 Допускаемые значения измеряемых параметров в соответствии с формулой (5).

3.3.2.2 Проверьте диапазон измерения частот вращения роторов следующим образом:

В соответствии со схемой, приведенной на рисунке Б.5 подайте с ВЫХОДА III ( $-\tau/T - 0,5; \varphi - 0^\circ$ ) генератора G1 (в соответствии с проверяемым каналом измерения частоты оборотов роторов блока БЭ-40-2М.1) на контакты соединителя ОБОРОТЫ:

1 и 2 для канала 1 (ДО1);

3 и 4 для канала 2 (ДО2);

5 и 6 для канала 3 (ДО3),

напряжение значением 1 В измеряемое вольтметром P1 и частотами управления,  $F_{упr_i}$ , значениями 10, 31, 160, 315, 630, 1000, 2000 и 5000 Гц, устанавливаемыми по табло генератора G1.

Для каждого из проверяемых каналов измерения частоты вращения ротора снимите по дисплею блока БЭ-40-2М.1 (столбец Обороты) значения частоты вращения ротора  $F_{р\text{ изм } i}$ , Гц

По результатам измерений рассчитайте основную относительную погрешность измерения частоты вращения ротора  $\Delta F_{р}$  по формуле:

$$\Delta F_{р_i} = \frac{F_{р\text{ изм } i} - F_{упr_i}}{F_{упr_i}} \cdot 100, \% \quad (9)$$

где  $F_{р\text{ изм } i}$  - значения измеренной частоты, Гц;

$F_{упr_i}$  - задаваемые значения частоты сигнала управления, Гц.

Рассчитанные значения  $\Delta F_{р_i}$  не должны превышать пределов  $\pm 0,1 \%$ .

3.3.2.3 Проверьте измерение частот вращения роторов с примером установки коэффициента деления частоты вращения (Кдо) для двигателя НК16-СТ следующим образом:

В соответствии со схемой, приведенной на рисунке Б.5

подайте с ВЫХОДА III ( $-\tau/T - 0,5; \varphi - 0^\circ$ ) генератора G1 (в соответствии с проверяемым каналом измерения частоты оборотов роторов блока БЭ-40-2М.1) на контакты соединителя ОБОРОТЫ:

1 и 2 для канала 1 (ДО1);

3 и 4 для канала 2 (ДО2);

5 и 6 для канала 3 (ДО3),

напряжение значением 1 В измеряемое вольтметром P1 и частотами управления,  $F_{упr_i}$ , значениями в соответствии с графой 5 таблицы Б.6, устанавливаемыми по табло генератора G1.

Таблица Б.6

Двигатель	*Ротор	Количество импульсов на один оборот ротора	Канал измерения частоты вращения ротора блока БЭ-40-2М.1	Частота управления, Гц	Номинальное значение частоты входного сигнала $F_{сi}$ , Гц	Установленное на БЭ-40-2М.1 значение коэффициента деления частоты от датчиков оборотов, Кдо	Допускаемое значение частоты вращения ротора $F_{р\text{изм } i}$ , Гц
1	2	3	4	5	6	7	8
НК-16СТ	НД	23,27	1 (ДО1)	2327	100	23,27	$100,0 \pm 0,1$
	ВД	9,97	2 (ДО2)	997	100	9,97	$100,0 \pm 0,1$
	СТ	38,97	3 (ДО3)	3897	100	38,97	$100,0 \pm 0,1$
НД – ротор низкого давления; ВД – ротор высокого давления; СТ – ротор силовой турбины.							

Для каждого из поверяемых каналов измерения частоты вращения ротора снимите по дисплею блока БЭ-40-2М.1 (столбец Обороты) значения частоты вращения ротора  $F_{р\text{изм } i}$ , Гц.

Показания должны находиться в пределах указанных в графе 8 таблицы Б.6.

По результатам измерений рассчитайте основную относительную погрешность измерения частоты вращения ротора  $\Delta F_{рi}$  по формуле:

$$\Delta F_{рi} = \frac{F_{р\text{изм } i} - F_{упрi}/K_{до}}{F_{упрi}/K_{до}} \cdot 100, \% \quad (10)$$

где  $F_{р\text{изм } i}$  - значения измеренной частоты, Гц;

$F_{упрi}$  - задаваемые значения частоты сигнала управления, Гц.

Рассчитанные значения  $\Delta F_{рi}$  не должны превышать пределов ..... $\pm 0,1$  %.

### 3.4 Проверка измерения сдвига фазы роторной гармоника

3.4.1 Выполните операции п.3.3.1 настоящей инструкции.

**ПРИМЕЧАНИЕ** - ВЫХОД III генератора G1 подключается на контакты соединителя ОБОРОТЫ блока БЭ-40-2М.1 в соответствии с каналом измерения частоты вращения роторов:

- 1 и 2 для ДО1;
- 3 и 4 для ДО2;
- 5 и 6 для ДО3.

В эксплуатации на одни и те же контакты соединителя ОБОРОТЫ подаются сигналы или от датчиков оборотов или от датчика фазы в зависимости от проверяемого параметра.



## 3.4.2 Проверка проводится следующим образом:

Установите:

- тип и параметр измеряемой вибрации: \*виброскорость (амплитудное значение); диапазон частот от 40 до 300 Гц;

- $K_{дв}=5$  пКл/м/с<sup>2</sup>;

- ДВ - в соответствии с номером вибропреобразователя: ДВ1, ДВ2 или ДВ3,

\*настройка в режим измерения виброскорости осуществляется автоматически после выхода в режим измерения фазы.

а также:

- тип измерительного канала - канал СФ;
- должны быть установлены значения коэффициентов  $K_{до} = 1$ ;
- время усреднения  $T_{ДЕТ} = 3$  с;
- ДО - в соответствии с номером датчика оборотов: ДО1, ДО2 или ДО3, вместо которого подключается датчик фазы;
- функция инверсии включена.

## 3.4.2.1 Проверьте измерение фазы в рабочем диапазоне амплитуд виброскорости следующим образом:

Установите на генераторе G1 следующие параметры:

частота (ВЫХОД I (В I)) 80 Гц;

ВЫХОД I (В I) – 20 дБ;  $K_f$  – синусоида ( ~ );

ВЫХОД III (В III) –  $\tau/T = 0,5$ ;

$\varphi_{ген} = 60^\circ$ .

Подайте с ВЫХОДА I генератора G1 на контакты 1,3,4 соединителя ДВ1 или ДВ2, ДВ3 в соответствии с проверяемым каналом блока БЭ-40-2М.1 напряжение, измеряемое вольтметром Р1, и частотой, устанавливаемой по табло генератора G1, значениями, указанными в таблице Б.7.

Таблица Б.7

Номинальные значения виброскорости, мм/с	Частота Гц,	Напряжение генератора $U_{ген}$ (ВЫХОД I), мВ	Коэффициент делителя $m$	Допускаемые значения виброскорости, мм/с	Допускаемые фазы, град
1	2	3	4	5	6
10	80,0	$177,7 \pm 0,5$	10	9,6 – 10,4	53 - 67
20		$355,5 \pm 1,1$	10	19,2 – 20,8	
40		$711,0 \pm 2,1$	10	38,4 – 41,6	
60		$1066 \pm 3,0$	10	57,6 – 62,4	
80		$142,2 \pm 0,4$	1	76,8 – 83,2	

При этом для каждого из проверяемых каналов снимите показания по дисплею блока БЭ-40-2М.1:

- измеряемого амплитудного значения виброскорости (столбец Вибрация), мм/с;
- измеряемого значения фазы (столбец Фаза), град.

Измеренные значения виброскорости должны находиться в пределах, указанных в графе 5 таблицы Б.7 и рассчитанных в соответствии с формулой (5).

Измеренные значения фазы должны находиться в пределах, указанных в графе 6 таблицы Б.7.

3.4.2.2 Проверьте измерение фазы в рабочем диапазоне частот виброскорости следующим образом:

Установите на генераторе G1 следующие параметры:  
 частота (ВЫХОД I (B I)) – в соответствии с графой 2 таблицы Б.8, Гц;  
 ВЫХОД I (B I) – 20 дБ; Kf – синусоида ( ~ );  
 ВЫХОД III (B III) –  $\tau/T$  – 0,5;  
 $\varphi_{\text{ген}} - 60^\circ$ .

Подайте с ВЫХОДА I генератора G1 на контакты 1,3,4 соединителя ДВ1 или ДВ2, ДВ3 в соответствии с проверяемым каналом блока БЭ-40-2М.1 напряжение, измеряемое вольтметром P1, и частотой, устанавливаемой по табло генератора G1, значениями, указанными в таблице Б.8.

Таблица Б.8

Номинальные значения виброскорости, мм/с	Частота Гц,	Напряжение генератора Uген (ВЫХОД I), мВ	Коэффициент делителя m	Допускаемые значения виброскорости, мм/с	Допускаемые фазы, град
1	2	3	4	5	6
50	40,0	$444,3 \pm 1,3$	10	48 – 52	53 - 67
	63,0	$699,8 \pm 2,1$	10		
	80,0	$888,7 \pm 2,7$	10		
	125,0	$1389 \pm 4,2$	10		
	160,0	$1777 \pm 5,3$	10		
	200,0	$222,2 \pm 0,7$	1		
	300,0	$333,3 \pm 1,0$	1		

При этом для каждого из проверяемых каналов снимите показания по дисплею блока БЭ-40-2М.1:

- измеряемого амплитудного значения виброскорости (столбец Вибрация), мм/с;
- измеряемого значения фазы (столбец Фаза), град.

Измеренные значения виброскорости должны находиться в пределах, указанных в графе 5 таблицы Б.8 и рассчитанных в соответствии с формулой (5).

Измеренные значения фазы должны находиться в пределах, указанных в графе 6 таблицы Б.8.

## 3.4.2.3 Проверьте диапазон измерения фазы следующим образом:

Установите на генераторе G1 следующие параметры:

частота 80 Гц;

ВЫХОД I (В I) – 20 дБ; Kf – синусоида ( ~ );

ВЫХОД III (В III) –  $\tau/T$  – 0,5;

$\varphi_{ген}$  – в соответствии с графой 6 таблицы Б.9, град.

Подайте с ВЫХОДА I генератора G1 на контакты 1,3,4 соединителя ДВ1 или ДВ2, ДВ3 в соответствии с проверяемым каналом блока БЭ-40-2М.1 напряжение, измеряемое вольтметром Р1, и частотой, устанавливаемой по табло генератора G1, значениями, указанными в таблице Б.9.

Таблица Б.9

Номинальное значение виброскорости, мм/с	Частота Гц,	Напряжение генератора Uген (ВЫХОД I), мВ	Коэффициент делителя m	Допускаемые значения виброскорости, мм/с	Значение сдвига фазы от генератора ВЫХОД III, $\varphi_{ген}$ , град	Допускаемые фазы, град
1	2	3	4	5	6	7
50	80,0	888,7± 2,7	10	48 – 52	10	3 - 17
					60	53 - 67
					90	83 - 97
					180	173 - 187
					270	263 - 277
					350	343 - 357

При этом для каждого из проверяемых каналов снимите показания по дисплею блока БЭ-40-2М.1:

- измеряемого амплитудного значения виброскорости (столбец Вибрация), мм/с;
- измеряемого значения фазы (столбец Фаза), град.

Измеренные значения виброскорости должны находиться в пределах, указанных в графе 5 таблицы Б.9 и рассчитанных в соответствии с формулой (5).

Измеренные значения фазы должны находиться в пределах, указанных в графе 7 таблицы Б.9.

**ПРИМЕЧАНИЯ.** 1 В генераторе Г6-33 сигнал на ВЫХОДЕ I опережает по фазе сигнал с ВЫХОДА III.

Сигнал с ВЫХОДА III имитирует сигнал датчика фазы, по которому в аппаратуре ИВ-СФ-2М производится начало отсчета сдвига фазы.

Поэтому для прямого измерения сдвига фазы функция ИНВЕРСИИ ФАЗЫ должна быть включена в соответствии с Руководством оператора (приложение В к настоящему РЭ).

- 2 При использовании генератора с несимметричным выходом (при проверке каналов измерения фазы) напряжения генератора ( $U_{ген}$ ) рассчитанные по формуле (3) умножаются на 2.

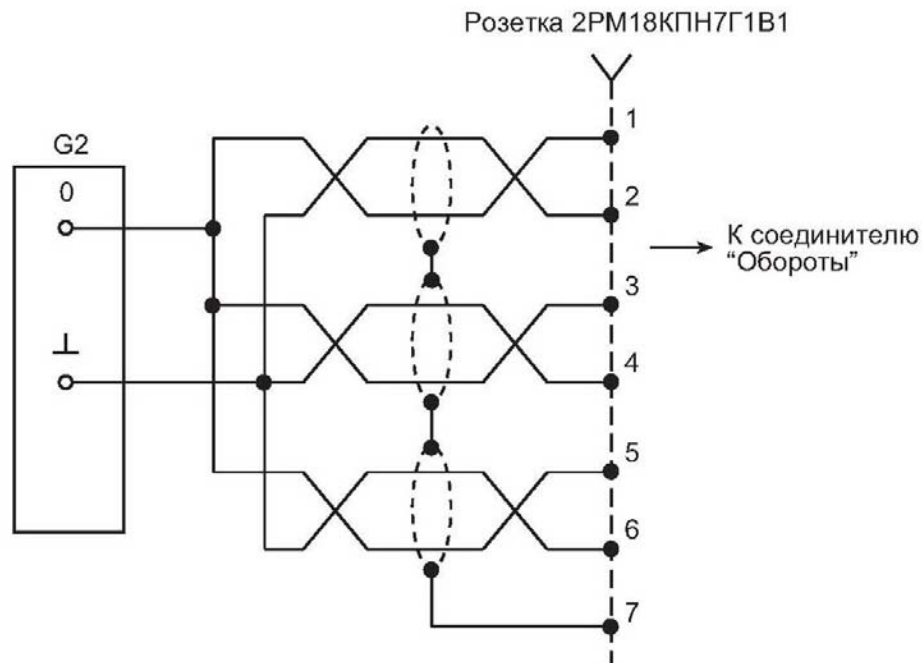
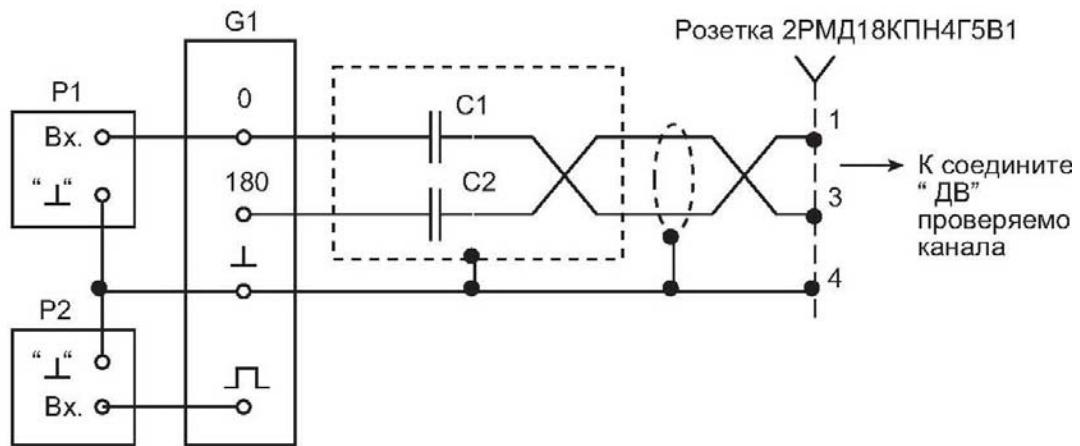
Выключите питание блока БЭ-40-2М.1 и измерительных приборов.

#### 3.4. Результаты проверки

Аппаратура, проверенная по методу настоящего приложения и соответствующая указанным требованиям, пригодна для дальнейшей эксплуатации.

При несоответствии проверенных параметров указанным – аппаратура подлежит отправке в текущий ремонт в соответствии с разделом 4 настоящего РЭ.

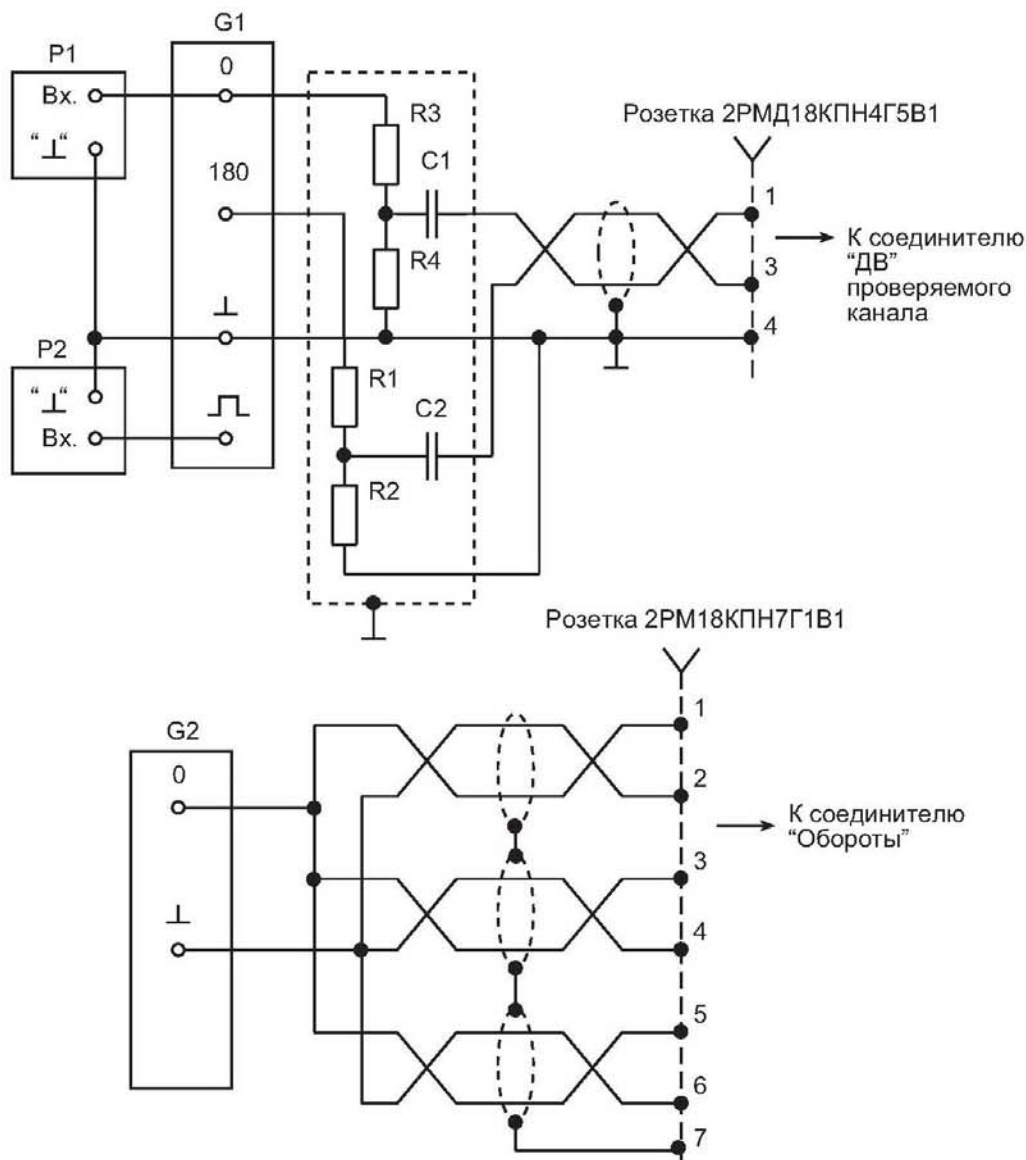
Сделайте отметку в паспорте на блок БЭ-40-2М.1 и сводном паспорте на аппаратуру ИВ-Д-СФ-2М в разделе движение изделия в эксплуатации.



Элементы С1, С2 должны находиться в заземленном металлическом экране

С1, С2 - конденсаторы К10-43а-МПО-2000 пФ+1%  
 G1- генератор сигналов специальной формы Г6-26;  
 G2- генератор сигналов специальной формы Г6-33;  
 P1- вольтметр универсальный В7-65;  
 P2- частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1.

Рисунок Б.1 – Схема подключения блока электронного БЭ-40-2М.1 к стандартным измерительным приборам (без делителя на выходе генератора) при проверке каналов измерения параметров вибрации



Элементы C1, C2, R1...R4 должны находиться в заземленном металлическом экране

C1, C2 - конденсаторы К10-43а-МПО-2000 пФ $\pm$ 1%

R2, R4 - резисторы С2-29-0,125-1,01 кОм $\pm$ 0,05%

R1, R3 - резисторы С2-29-0,125-9,09 кОм $\pm$ 0,05%  
для коэффициента деления 1:10

R1, R3 - резисторы С2-29-0,125-100 кОм $\pm$ 0,05%  
для коэффициента деления 1:100

G1- генератор сигналов специальной формы Г6-26;

G2- генератор сигналов специальной формы Г6-33;

P1- вольтметр универсальный В7-65;

P2- частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1.

Рисунок Б.2 – Схема подключения блока электронного БЭ-40-2М.1 к стандартным измерительным приборам (с делителем на выходе генератора) при проверке каналов измерения параметров вибрации

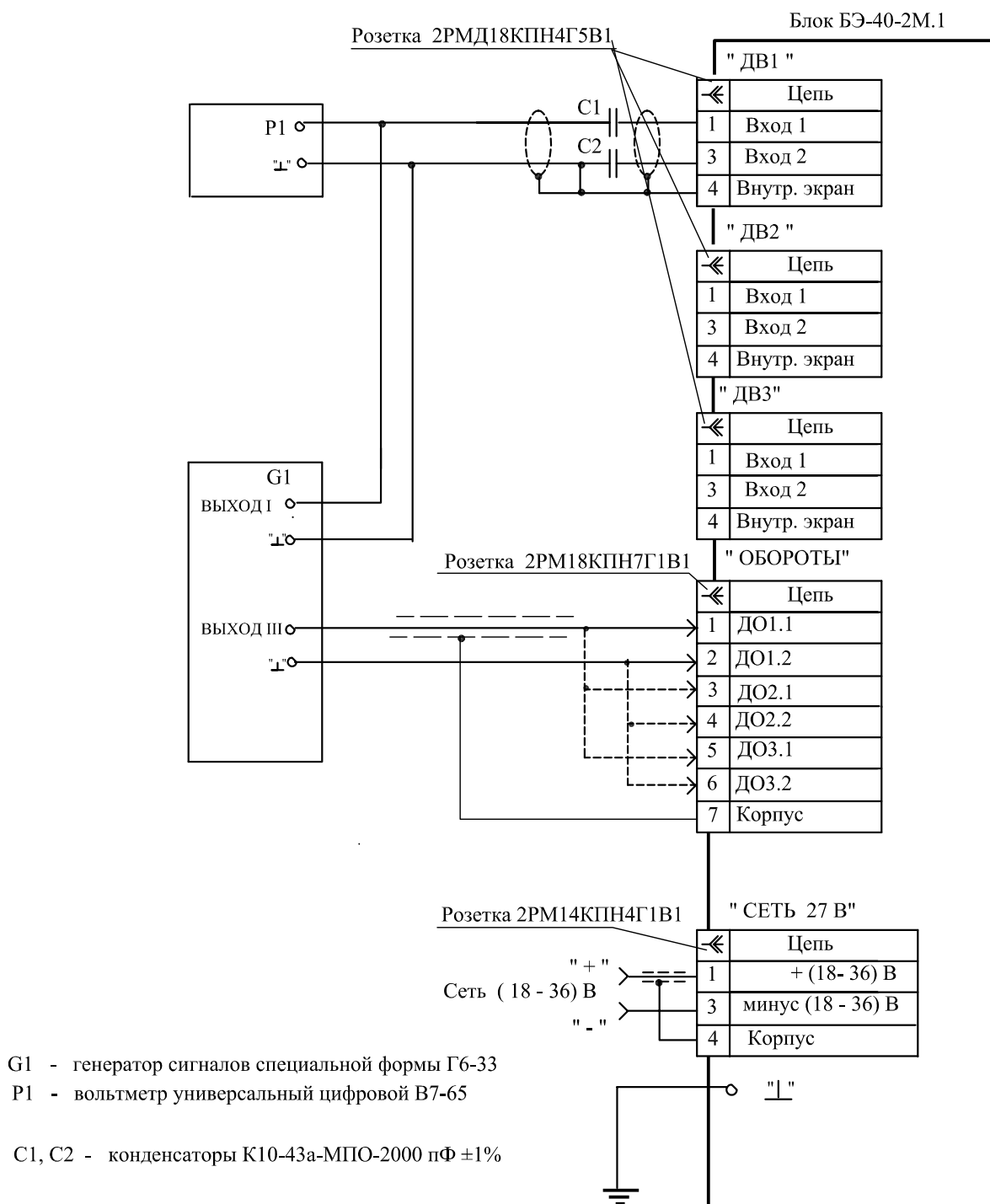


Рисунок Б.3 – Схема подключения блока электронного БЭ-40-2М.1 к стандартным измерительным приборам (без делителя на выходе генератора) при проверке каналов измерения сдвига фазы роторной гармоники

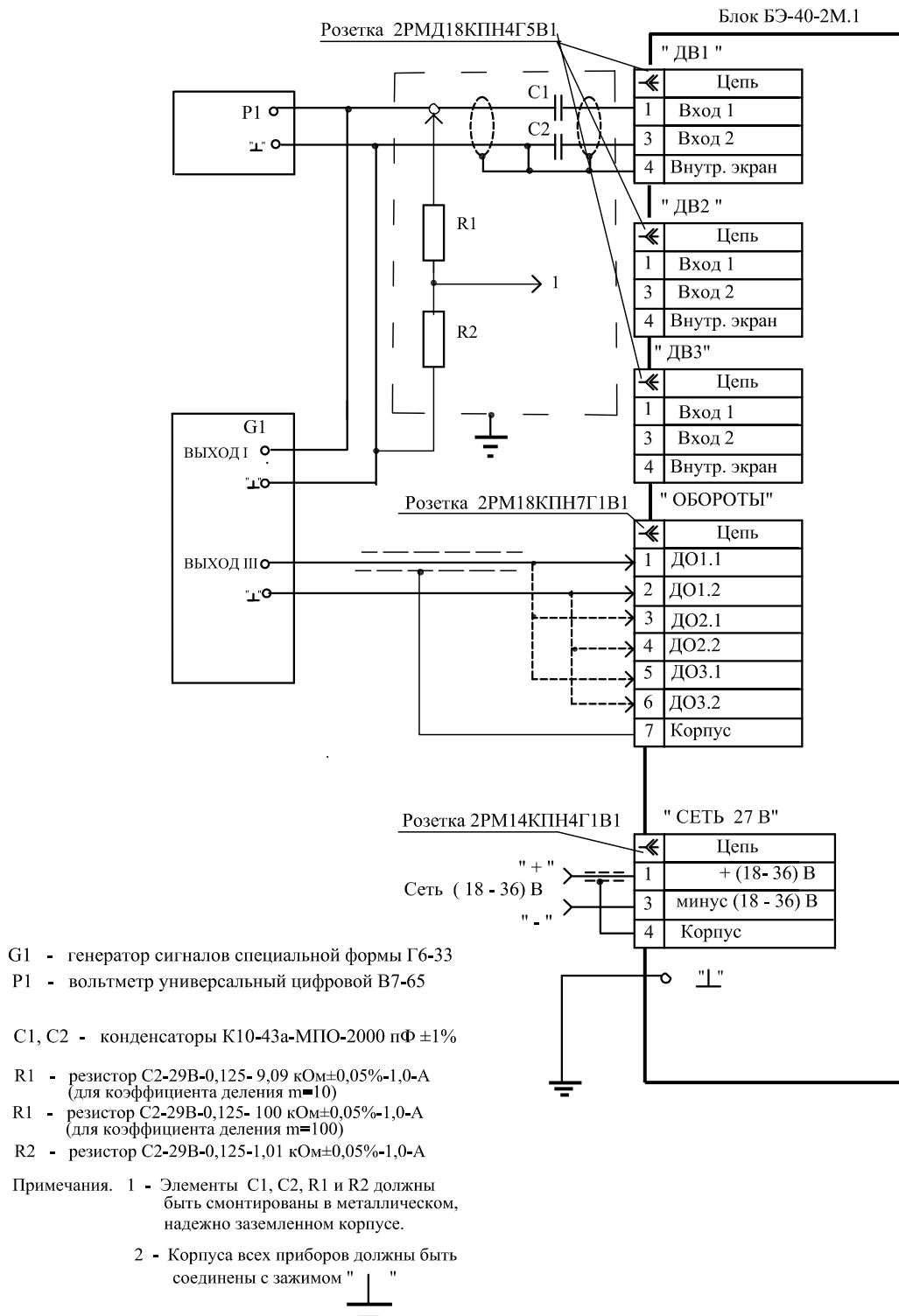
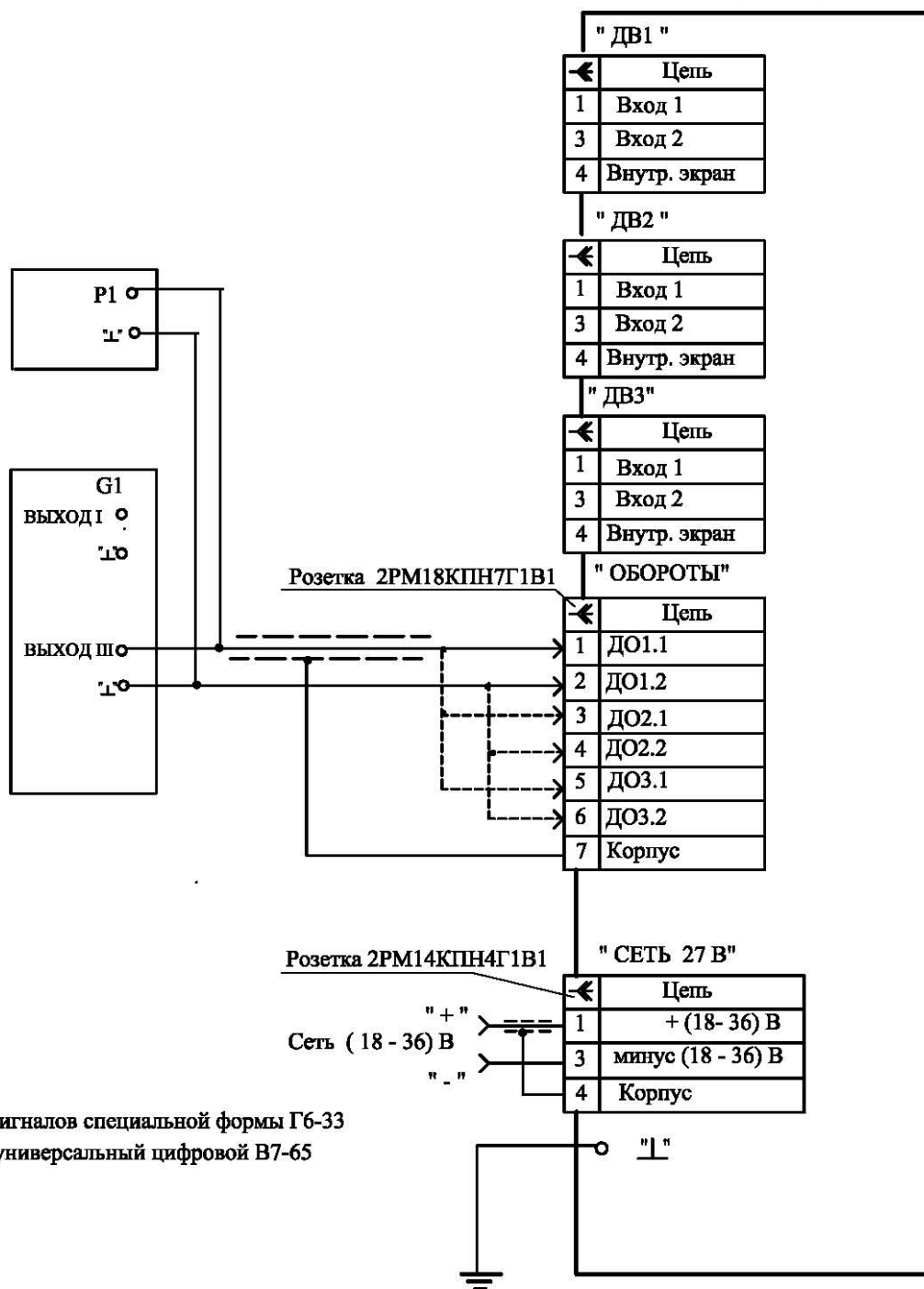


Рисунок Б.4 – Схема подключения блока электронного БЭ-40-2М.1 к стандартным измерительным приборам (с делителем на выходе генератора) при проверке каналов измерения частоты вращения роторов и канала измерения сдвига фазы роторной гармоники



Блок БЭ-40-2М.1



G1 - генератор сигналов специальной формы Г6-33  
 P1 - вольтметр универсальный цифровой В7-65

Рисунок Б.5 – Схема подключения блока электронного БЭ-40-2М.1 к стандартным измерительным приборам при проверке каналов измерения частоты вращения роторов (диапазон частот)

**АППАРАТУРА ИЗМЕРЕНИЯ РОТОРНЫХ ВИБРАЦИЙ  
ИВ-Д-СФ-2М**

**РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"ВИБРО-ПРИБОР"

*Аппаратура измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-2М*

Руководство оператора

2011 г.

Содержание

1 ВВЕДЕНИЕ.....	53
2 УСТРОЙСТВО ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ.....	53
3 ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ БЛОКОМ.....	54
4 ВКЛЮЧЕНИЕ БЛОКА.....	54
5 СТРУКТУРА ГЛАВНОГО МЕНЮ БЛОКА.....	54
5.1 Измерение вибрации.....	55
5.2 Измерение сдвига фазы.....	57
5.3 Контроль.....	59
5.4 Восстановление настроек.....	60

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство предназначено оператору блока БЭ-40-2М.1 (далее - блока) для получения необходимой информации о порядке настройки параметров измерения аппаратуры и наблюдения результатов измерения на экране дисплея. Руководство содержит все необходимые сведения для правильного управления аппаратурой при помощи клавиатуры, расположенной на лицевой панели блока, и интерпретации данных, выводимых на экран дисплея.

## 2 УСТРОЙСТВО ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ

На лицевой панели блока располагается панель управления, состоящая из 4-х строчного жидкокристаллического дисплея (далее - дисплей) и клавиатуры.

Экран дисплея обеспечивает отображение 4-х строк по 20 буквенно-цифровых символов в каждой. Таблица символов, установленная в контроллере дисплея, позволяет отображать на экране как символы латиницы или кириллицы, так и 8 спецсимволов.

Клавиатура имеет 17 клавиш, из которых 11 служат для ввода цифровых параметров, а 6 клавиш предназначены для управления вводом/выводом и редактирования данных.

Панель управления позволяет устанавливать параметры настройки аппаратуры в процессе поверки (калибровки), наблюдать на экране дисплея в реальном времени результат измерения параметров вибрации, частоты вращения роторов и фазы первой роторной гармоники, запускать систему встроенного контроля (ВСК) для получения информации о работоспособности каналов измерения аппаратуры.



Рисунок 1

### 3 ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ БЛОКОМ

Управление блоком осуществляется с помощью многоуровневого меню, перемещение по меню производится при помощи клавиш, расположенных на клавиатуре:

"↑", "↓" – перемещение по меню вверх/вниз,

"←", "→" – влево/вправо.

При этом на дисплее блока отображаются стрелки полосы прокрутки.

"↵" – Выбор пункта меню (вход в подменю)

"С" – Возврат в предыдущее меню или переход из режима измерения в главное меню блока.

Все редактируемые параметры делятся на два типа:

1 Параметр типа "список". Редактирование данного параметра осуществляется установкой указателя пункта меню и нажатием клавиши "↵". При этом параметр будет изменен на следующий из допустимого для данного режима работы списка параметров.

2 Параметр типа "числовой". Редактирование данного параметра осуществляется установкой на этот параметр указателя пункта меню и нажатием клавиши "↵". При этом позиция на месте ввода очистится и появится мигающий курсор. С помощью клавиш для ввода цифровых параметров клавиатуры необходимо ввести нужное значение и по окончании нажать клавишу "↵". Для изменения введенного значения необходимо нажать клавишу "←" для стирания требуемого количества символов, после чего ввести новое значение и нажать клавишу "↵".

Для выхода из режима редактирования без сохранения введенных значений нажмите "С". В случае если вводимое значение параметра превышает допустимые границы, то после нажатия "↵" будет выведено предельно допустимое значение (верхняя или нижняя граница диапазона).

### 4 ВКЛЮЧЕНИЕ БЛОКА

После включения питания блок электронный в течение нескольких секунд проводит тест встроенной памяти. После этого блок переходит в главное меню (рисунок 2).

### 5 СТРУКТУРА ГЛАВНОГО МЕНЮ БЛОКА

Главное меню блока предназначено для изменения настроек блока и проверки аппаратуры встроенным контролем (ВСК).

Главное меню блока состоит из следующих пунктов (см. рисунок 2а и 2б):

- **Изм. вибрации**
- **Изм. фазы**
- **Контроль...**
- **Восст. настр...**

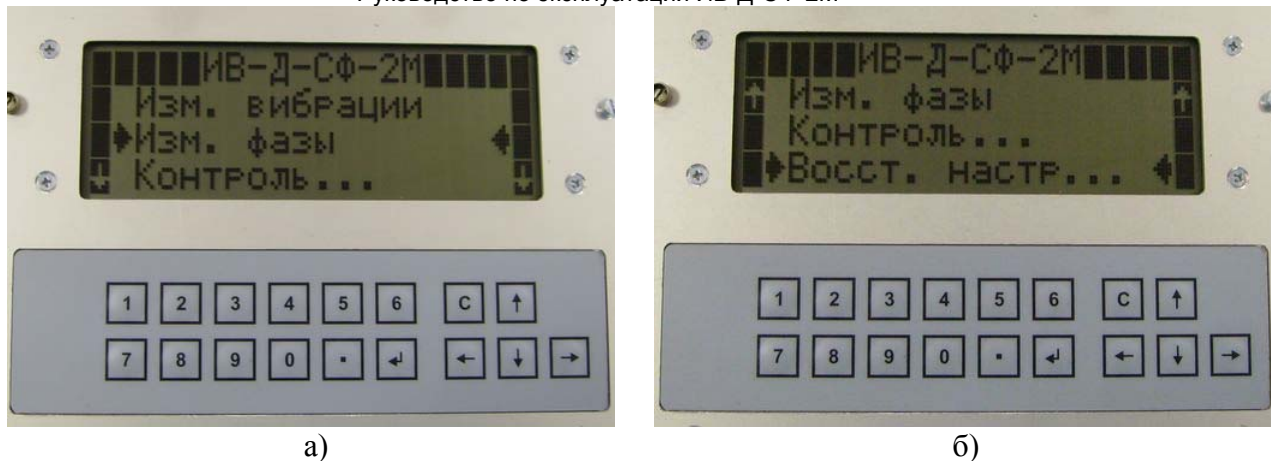


Рисунок 2

Переход по пунктам меню осуществляется с помощью клавиш "↑", "↓" вертикальной полосы прокрутки. Выбор пункта меню осуществляется при помощи клавиши "↵".

### 5.1 Измерение вибрации

Пункт меню "Изм. вибрации" предназначен для задания настроек измерения параметров вибрации блока и отображения текущих измерений.

Изменения текущих настроек производятся в пункте меню "Настройка".

Запуск измерения параметров вибрации производится при выборе пункта меню "Пуск". При этом все изменения текущих настроек будут записаны в энергонезависимой памяти блока.

Вид меню "Изм. вибрации" представлен на рисунке 3.



Рисунок 3

Для изменения настроек каналов измерения параметров вибрации блока выберите пункт меню "Настройка", а затем выберите канал измерения [**Канал 1**, **Канал 2**, **Канал 3**] (см. рисунок 4).

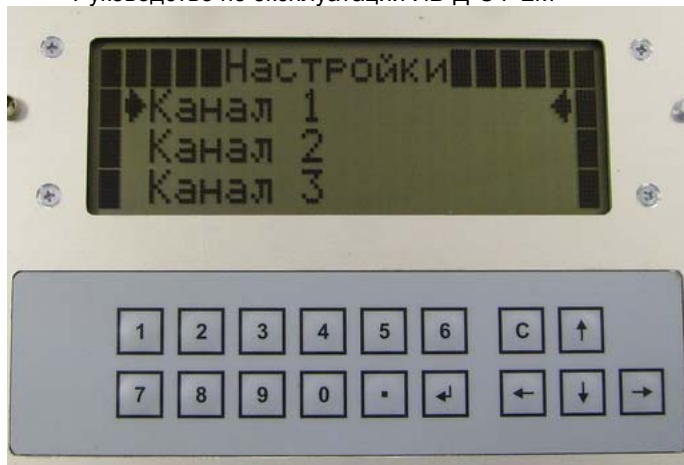


Рисунок 4

Полный перечень параметров представлен на рисунке 5 (а и б)

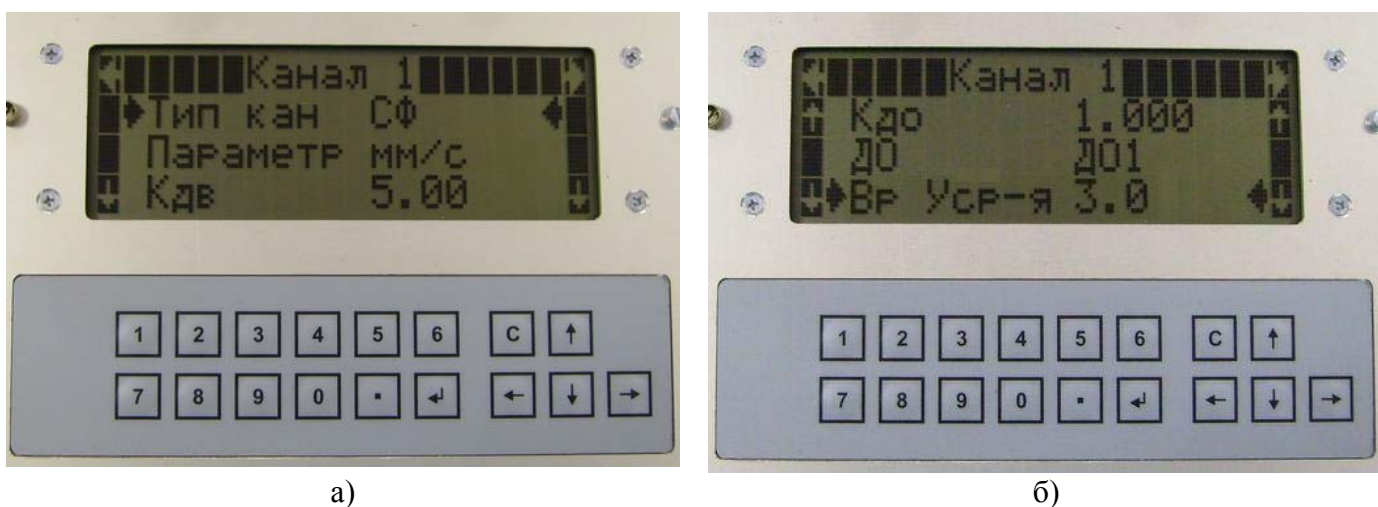


Рисунок 5

Описание параметров настройки приведено ниже:

- **"Тип кан"** (параметр "список") – выбор типа канала измерения: канал со следящим фильтром или канал с полосовым фильтром. Отображение на дисплее [СФ, ПФ], соответственно;
- **"Параметр"** (параметр "список") – выбор измеряемого параметра вибрации: виброускорение или виброскорость. Отображение на дисплее [ $\text{м/с}^2$ ,  $\text{мм/с}$ ], соответственно;
- **«F<sub>н</sub>»** (параметр "числовой") - выбор нижней границы частоты измеряемого параметра. Вводится вручную в диапазоне от **10 до (F<sub>в</sub> -10)** Гц с шагом 1 Гц. Данный пункт меню отображается только после выбора типа канала с полосовым фильтром [**Тип кан→ПФ**];
- **«F<sub>в</sub>»** (параметр "числовой") - выбор верхней границы частоты измеряемого параметра. Вводится вручную с шагом 1 Гц в диапазоне от **20 до [400, 5000]** Гц при измерении виброскорости и виброускорения, соответственно. Данный пункт меню отображается только после выбора типа канала с полосовым фильтром [**Тип кан→ПФ**];
- **"Кдв"** (параметр "числовой") – установка коэффициента преобразования вибропреобразователя. Вводится вручную в диапазоне **[0,95 – 5,30]** пКл/м/с<sup>2</sup>. Если введенное значение Кдв выходит за границы требуемого диапазона, автоматически устанавливается предельно допустимое значение (верхняя или нижняя граница диапазона).



- **"Кдо"** (параметр "числовой") – установка коэффициента деления частоты от датчиков оборотов. Вводится вручную в диапазоне **[0,100 – 100,00]**. Если введенное значение  $K_{до}$  выходит за границы требуемого диапазона, автоматически устанавливается предельно допустимое значение (верхняя или нижняя граница диапазона). Данный пункт меню отображается только после выбора типа канала со следящим фильтром **[Тип кан→СФ]**;
- **"ДО"** (параметр "список") – выбор номера датчика оборотов **[ДО1, ДО2, ДО3]**, по сигналу с которого будет настроен СФ. Данный пункт меню отображается только после выбора типа канала со следящим фильтром **[Тип кан→СФ]**;
- **"Вр Уср-я"** (параметр "числовой") - выбор постоянной времени измерения параметров вибрации (время усреднения) в диапазоне **[1,0 - 10]** с. Если введенное значение выходит за границы требуемого диапазона, автоматически устанавливается предельно допустимое значение (верхняя или нижняя граница диапазона).

Для перехода к настройке следующего канала используйте клавиши:

"←" – уменьшение номера канала;

"⇒" – увеличение номера канала.

После установки необходимых параметров, выберите пункт меню "Пуск...", после чего блок переходит в режим измерения. Вид дисплея в режиме измерения параметров вибрации представлен на рисунке 6.

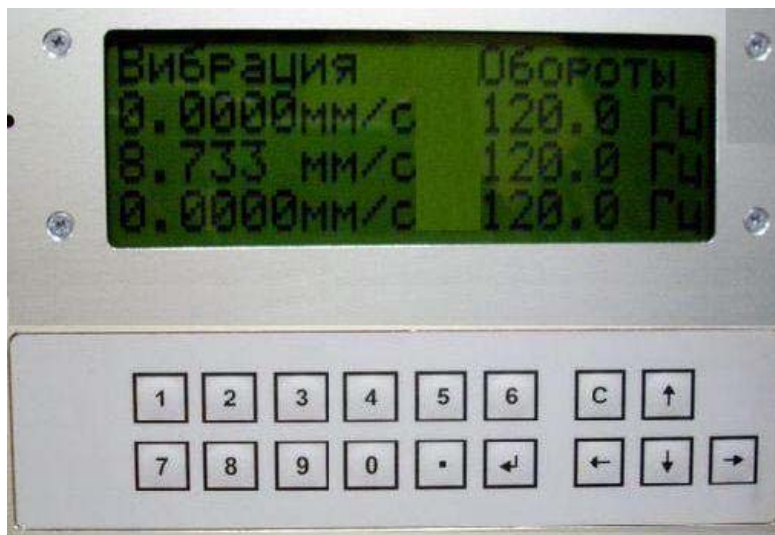


Рисунок 6

## 5.2 Измерение сдвига фазы

Пункт меню "Изм. фазы" предназначен для задания настроек параметров блока при измерении сдвига фазы первой роторной гармоники и отображения текущих измерений.

Настройка осуществляется в соответствии со следующими пунктами меню "Изм. фазы":

- **"ДВ"** (параметр "список") – выбор номера вибропреобразователя **[ДВ1, ДВ2, ДВ3]** соответствующего канала измерения, выходные сигналы которого будут участвовать в измерении сдвига фазы первой роторной гармоники относительно метки на роторе. Автоматически выбранный канал переходит в режим измерения виброскорости;
- **"ДО"** (параметр "список") – выбор номера канала измерения частоты вращения роторов **[ДО1, ДО2, ДО3]**, к которому подключается датчик фазы;

- **"Ф. Инв."** (параметр "список") – включение/выключение функции инверсии: изменение фронта импульсов, полученных с выхода датчика фазы, на противоположный.

Вид меню "Изм. фазы" представлен на рисунке 7 (а и б).

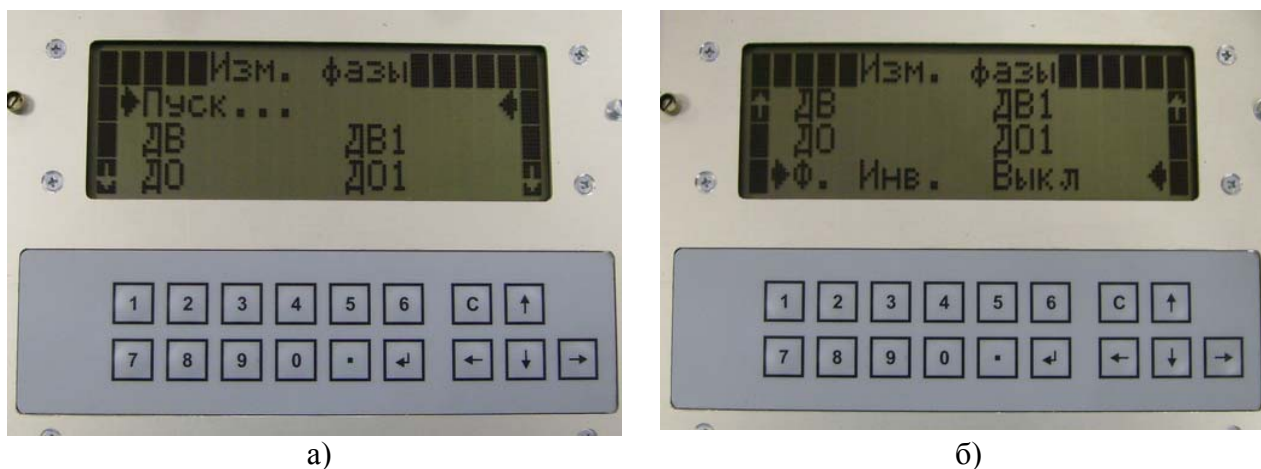


Рисунок 7

После установки необходимых параметров, выберите пункт меню "Пуск...", после чего блок переходит в режим измерения сдвига фазы. При этом все изменения текущих настроек будут записаны в энергонезависимой памяти блока.

Вид дисплея в режиме измерения сдвига фазы представлен на рисунке 8.



Рисунок 8

Выбор пункта меню **"К Компенсации"** при помощи кнопки " $\leftarrow$ " переводит блок в режим **компенсации**. Данный режим предназначен для изменения значения начального угла сдвига фазы в диапазоне от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

После включения питания блока при отсутствии входных сигналов показания дисплея в режиме компенсации имеют случайный характер. При наличии входных сигналов виброскорости и частоты вращения ротора по выбранным каналам, значение угла сдвига фазы может находиться в пределах от  $355^\circ$  до  $12^\circ$  в диапазоне частот измеряемой виброскорости от 40 до 300 Гц.

Первоначальный шаг изменения угла равен  $1^\circ$ .

Изменение начального угла производится при помощи клавиш:

" $\uparrow$ " – увеличение начального угла на заданный шаг;

" $\downarrow$ " – уменьшение начального угла на заданный шаг.

Задаваемый шаг изменения начального угла выбирается при помощи клавиш: "1" - 1°; "2" - 2°; "3" - 5°; "4" - 10°; "5" - 45°; "6" - 90°.

При выборе соответствующей клавиши выдается сообщение о величине выбранного шага, после чего блок автоматически возвращается в режим компенсации

После выключения блока, измененные данные в режиме компенсации не сохраняются и восстанавливаются исходные значения.

Вид дисплея в режиме компенсации представлен на рисунке 9.



Рисунок 9

Для перехода из режима компенсации в режим измерения сдвига фазы необходимо нажать кнопку "⇒", причем показания угла сдвига фазы изменятся на величину, которая была отнята или прибавлена в режиме компенсации.

### 5.3 Контроль...

При выборе пункта меню "Контроль" аппаратура переходит в режим встроенного контроля (ВСК). В течение 7-8 секунд проходит тестирование аппаратуры, после чего на экране дисплея устанавливаются контрольные значения воспроизводимых параметров и выводится сообщение об исправности аппаратуры. Пределы контрольных значений указаны в п. 3.3.5 Руководства по эксплуатации на аппаратуру измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-2М.

Вид дисплея в режиме работы ВСК представлен на рисунке 10.



Рисунок 10

Для выхода в главное меню необходимо нажать кнопку "С".

#### 5.4 Восстановление настроек

Подпункт меню «Восст. настр...» предназначен для восстановления измененных в процессе работы настроек блока в первоначальном виде (заводские настройки) (рисунок 11). Значения параметров заводских настроек указаны в п. 2.2.2.1 настоящего Руководства по эксплуатации.



Рисунок 11

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительского документа и дата	Подпись	Дата
	Измененных	Замененных	Новых	Изъятых					