

**ОАО "СКБ "Индикатор"**

**ПРИБОР  
ДЛЯ БАЛАНСИРОВКИ И ЦЕНТРОВКИ  
МЕХАНИЗМОВ ЦБ-3**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**РЦ 140.00.00.000 РЭ**

**г. Санкт-Петербург**

**2016 г.**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
1. Назначение	3
2. Технические характеристики	3
3. Состав изделия и комплект поставки	5
4. Устройство и принцип работы прибора	6
5. Указания мер безопасности	11
6. Подготовка прибора к работе	11
7. Работа с прибором	13
7.1. Измерение параметров вибрации и частоты вращения	13
7.2. Центрирование машин	16
7.3. Балансировка в одной плоскости (статическая)	21
7.4. Балансировка в двух плоскостях (динамическая)	33
8. Общие указания по эксплуатации и техническому обслуживанию прибора	48
9. Правила транспортирования и хранения	50
10. Эксплуатация и обслуживание блока автономного питания	51
11. Поверка прибора	51
12. Калибровка прибора	52
Приложение 1 Балансировка в эксплуатационных условиях (справочные рекомендации)	59
Приложение 2 Центровка в эксплуатационных условиях (справочные рекомендации)	63

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Прибор ЦБ-3 является портативным микропроцессорным прибором, предназначенным для балансировки в одной или двух плоскостях коррекции вращающихся в собственных подшипниках роторов.

Он может быть использован при проведении сборочных, монтажных и ремонтных работ с целью снижения динамических нагрузок, действующих на подшипниковые узлы машин вследствие неуравновешенности или расцентровки роторов. При этом существенно повышается ресурс работы машин и механизмов.

Использование прибора позволяет во многих случаях исключить потребность в специальных балансировочных станках, так как балансировка ротора выполняется в его собственных подшипниках без разборки механизма.

Весь процесс балансировки, включающий в себя измерение, обработку и вывод на индикацию информации о величине и месте установки корректирующего груза, выполняется в автоматизированном режиме и не требует от пользователя дополнительных навыков и знаний, выходящих за рамки настоящей инструкции.

Кроме того, с помощью прибора ЦБ-3 дополнительно могут выполняться следующие виды работ:

- центрирование валов присоединяемых машин по результатам измерения относительного смещения полумуфт при их совместном развороте;
- измерение и допусковый контроль вибрационных характеристик машин с учетом требований стандарта ИСО 2372;
- диагностирование технического состояния подшипников качения.
- измерение частоты вращения ротора;
- гармонический анализ вибрации.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Диапазон измерения среднего квадратического значения (СКЗ) виброскорости, мм/сек	от 0.2 до 50
2.2. Частотный диапазон измерения СКЗ виброскорости, Гц	от 5 до 200
2.3. Затухание фильтров:	
▪ нижних частот, дБ/октаву, не менее	10
▪ верхних частот, дБ/октаву, не менее	3
2.4. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения СКЗ виброскорости на базовой частоте (80 Гц) и в рабочем диапазоне частот, мм/сек	$\pm(0.1 + 0.1 \cdot V_{и})$ , где $V_{и}$ – измеренное значение СКЗ виброскорости
2.5. Число плоскостей коррекции при балансировке	1 или 2
2.6. Диапазон измерения частоты вращения, об/мин	100 - 30000

2.7. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты вращения в рабочем диапазоне частот, об/мин	$\pm(1 + 0.005 \cdot N_{и})$ , где $N_{и}$ – измеренное значение частоты вращения ротора
2.8. Диапазон измерения сдвига фазы вибрации, угловых градусов	от 0 до 360
2.9. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения сдвига фазы вибрации, угловых градусов	$\pm 5$
2.10. Габаритные размеры измерительно-вычислительного блока, мм, не более	265*120*50
2.11. Масса измерительно-вычислительного блока, кг, не более	0.5
2.12. Габаритные размеры блока питания, мм, не более	70*45*75
2.13. Масса блока питания, кг, не более	0.3
2.14. Габаритные размеры вибропреобразователя, мм, не более	19*23.5*23
2.15. Масса вибропреобразователя, кг, не более	0.04
2.16. Габаритные размеры датчика фазового угла, мм, не более	18*65
2.17. Масса датчика фазового с кабелем, кг, не более	0.12
2.18. Условия эксплуатации:	
▪ температура окружающего воздуха, °С	от 1 до 35
▪ относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	до 80
▪ атмосферное давление, кПа	от 84 до 106.7
2.19. Средняя наработка на отказ, час, не менее	1000
2.20. Средний срок службы, лет, не менее	6

### 3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Прибор балансировочный ЦБ-3 состоит из измерительно-вычислительного блока, двух датчиков вибрации, датчика фазового угла, блока сетевого питания, зарядного устройства и оснастки, необходимой пользователю для выполнения основных измерений.

#### 3.1. Комплект поставки

№ п/п	Наименование изделия	Обозначение Зав.№	Кол-во	Примечание
1	Блок измерительно-вычислительный	РЦ140.00.01.000 Зав.№ _____	1	
2	Вибропреобразователь пьезоэлектрический	ДН-3М1 В6* Зав.№№ _____	2	Длина кабеля 5 м
3	Датчик фазового угла оптический, лазерный		1	Длина кабеля 5 м
4	Лента катафотная клейкая		1м	
5	Блок питания	GS06E-1P1J	1	
6	Штатив магнитный для крепления датчика фазового угла		1	
7	Магниты для крепления виброизмерительных преобразователей		2	
8	Чемодан (сумка) для транспортировки		1	
9	Комплект документации: • Руководство по эксплуатации; • Методика поверки; • Формуляр • Вибропреобразователь пьезоэлектрический ДН-3М1 В6, Руководство по эксплуатации;	РЦ140.00.00.000 РЭ РЦ140.00.00.000МП РЦ140.00.00.000ФО ИМ2.781.006РЭ	1 1 1 2	Брошюры

\*)

**Примечание:** В комплект поставки прибора могут входить пьезоэлектрические вибропреобразователи других типов с выходом по электрическому заряду, имеющие сертификат об утверждении типа средств измерений и прошедшие первичную поверку в составе прибора ЦБ-3.

## 4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИБОРА

**4.1.** Общий вид прибора и его комплектующих принадлежностей представлен на рис. 4.1 и 4.2.

Прибор состоит из измерительно-вычислительного блока 1, двух датчиков вибрации 2 и 3, датчика фазового угла 4, блока сетевого питания 5, а также зарядного устройства (на рис. не показано) и оснастки для установки датчиков ( магнитов 6, 7 для крепления на объекте датчиков вибрации и штатива магнитного 8 для установки датчика фазового угла ).

Корпус измерительно-вычислительного блока прибора выполнен из ударопрочного пластика ABS черного цвета.

В нижней части корпуса расположен батарейный отсек, закрывающийся крышкой. Крышка крепится к корпусу с помощью двух винтов.

В батарейном отсеке могут размещаться 4 элемента питания типа АА с номинальным напряжением 1.5 В каждый. Все элементы соединены последовательно и обеспечивают номинальное напряжение питания прибора равное 6 В.

На лицевой панели корпуса установлены клавиатура 9 и символьный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) 10.

Клавиатура выполнена в виде матрицы 4\*4 и имеет 16 клавиш, в том числе 4-х функциональных ( [▶], [◀], [▲], [●] ), используемых для непосредственного управления процессом работы прибора. Кроме того, на клавиатуре имеется 12 вспомогательных клавиш, на которых нанесены цифры (от 0 до 9) , а также арифметические знаки точка (.) и минус (-), используемые при ручном вводе в прибор цифровых параметров.

ЖКИ обеспечивает возможность вывода 4-х строк символьной информации, содержащих по 20 символов в строке.

На передней торцевой панели измерительно-вычислительного блока установлены разъемы 11, 12, предназначенные для подключения датчиков вибрации, и разъем 13 - для подключения датчика фазового угла.

Кроме того, на боковой стенке корпуса слева расположен разъем, предназначенный для подключения блока сетевого питания (на рисунках не показан), а на боковой стенке справа – выключатель 14, выполненный в виде замка с ключом. (Возможно другое исполнение прибора с использованием другого типа выключателя).

Входящий в комплект прибора источник (блок) сетевого питания 5 обеспечивает возможность работы от сети 220 В, 50 Гц с номинальным выходным напряжением 6 В и током до 600 мА.

**4.2.** Функциональная схема прибора приведена на рис.4.3.

Прибор включает в себя следующие конструктивные единицы: измерительно-вычислительный блок 1, датчики вибрации 2 и 3, датчик фазового угла 4, внешний блок сетевого питания 5, внешнее зарядное устройство 6.

Как видно из схемы, в состав измерительно-вычислительного блока входят:

- усилители заряда сигналов датчиков вибрации по первому и второму измерительным входам 7 и 8;
- коммутатор 9;
- фильтры верхних и нижних частот 10 и 11;
- интегратор 12;

- пиковый детектор 13;
- микропроцессор 14 типа PIC18F4620;
- клавиатура 15;
- жидкокристаллический индикатор 16;
- встроенный источник автономного питания 17.

Принцип действия прибора основан на измерении механических колебаний, которые имеют место на корпусах машин при их работе.

Для преобразования механических колебаний в электрический сигнал используются датчики вибрации - пьезоакселерометры. Для определения фазовых характеристик сигнала используется фотоэлектрический датчик, выполненный по схеме светодиод - фотодиод и работающий на отражение.

Под воздействием механических колебаний на выходе датчика вибрации формируется электрический аналоговый сигнал пропорциональный виброускорению, который подается на соответствующий вход измерительно-вычислительного блока прибора. Далее после преобразования (усиления, интегрирования, полосовой фильтрации) видоизмененный сигнал пропорциональный виброскорости поступает на вход АЦП микропроцессора PIC 18F4620, где преобразуется в цифровую форму и запоминается в его оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ).

В случае необходимости измерения частоты вращения и/или фазовых характеристик вибрационного сигнала дополнительно используется импульсный сигнал, формируемый датчиком фазового угла, который подается на соответствующий цифровой вход микропроцессора.

После запоминания в ОЗУ всех необходимых характеристик вибрационного сигнала микропроцессор по заданной программе осуществляет его цифровую обработку ( фильтрацию, интерполяцию, Фурье - анализ и т.д.).

Полученные результаты ( численные значения амплитуды и фазы вибрации, частоты вращения и т.п. ) выводятся на индикацию и запоминаются в соответствующей области ОЗУ.

В зависимости от выбранного режима балансировки (одна или две плоскости коррекции) последовательно выполняется соответствующее количество измерений вибрации объекта в исходном состоянии и после установки пробного груза, используемого для тарировки прибора.

По результатам измерений в цифровом виде осуществляется решение задачи балансировки, после чего на индикацию (ЖКИ) выводятся данные о величине и угле установки корректирующей массы.

Роль пользователя сводится при этом к установке пробных и корректирующих грузов и нажатию по готовности соответствующих клавиш на клавиатуре.

Весь процесс балансировки, включающий в себя измерение, обработку сигнала и вычисление результата, выполняется в автоматизированном режиме по программам, находящимся в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) микропроцессора. При этом вся необходимая информация о последовательности работы по соответствующей программе, контролируемых параметрах, единицах их измерения и т.п., выдается пользователю с помощью текстового жидкокристаллического индикатора.

При диагностировании подшипников качения измерение вибрации осуществляется в полосе резонансных частот датчика вибрации. Для этого путем полосовой фильтрации из общего вибрационного сигнала выделяется его высокочастотная составляющая в полосе частот от 15 до 30 кГц, которая подается на вход пикового детектора. При этом на выходе пикового детектора формируется постоянное напряжение пропорциональное пиковому значению указанной составляющей, которое в свою очередь поступает на соответствующий вход АЦП микропроцессора, где оцифровывается и измеряется.

Оценка технического состояния подшипника в этом случае выполняется путем сопоставления текущих и исходных пиковых значений вибрации, измеренных на корпусе подшипникового узла в одной и той же точке.

Рекомендуется экранировать датчик фазового угла при наличии высокого уровня электромагнитных помех «Э»- места присоединения кабеля-экрана

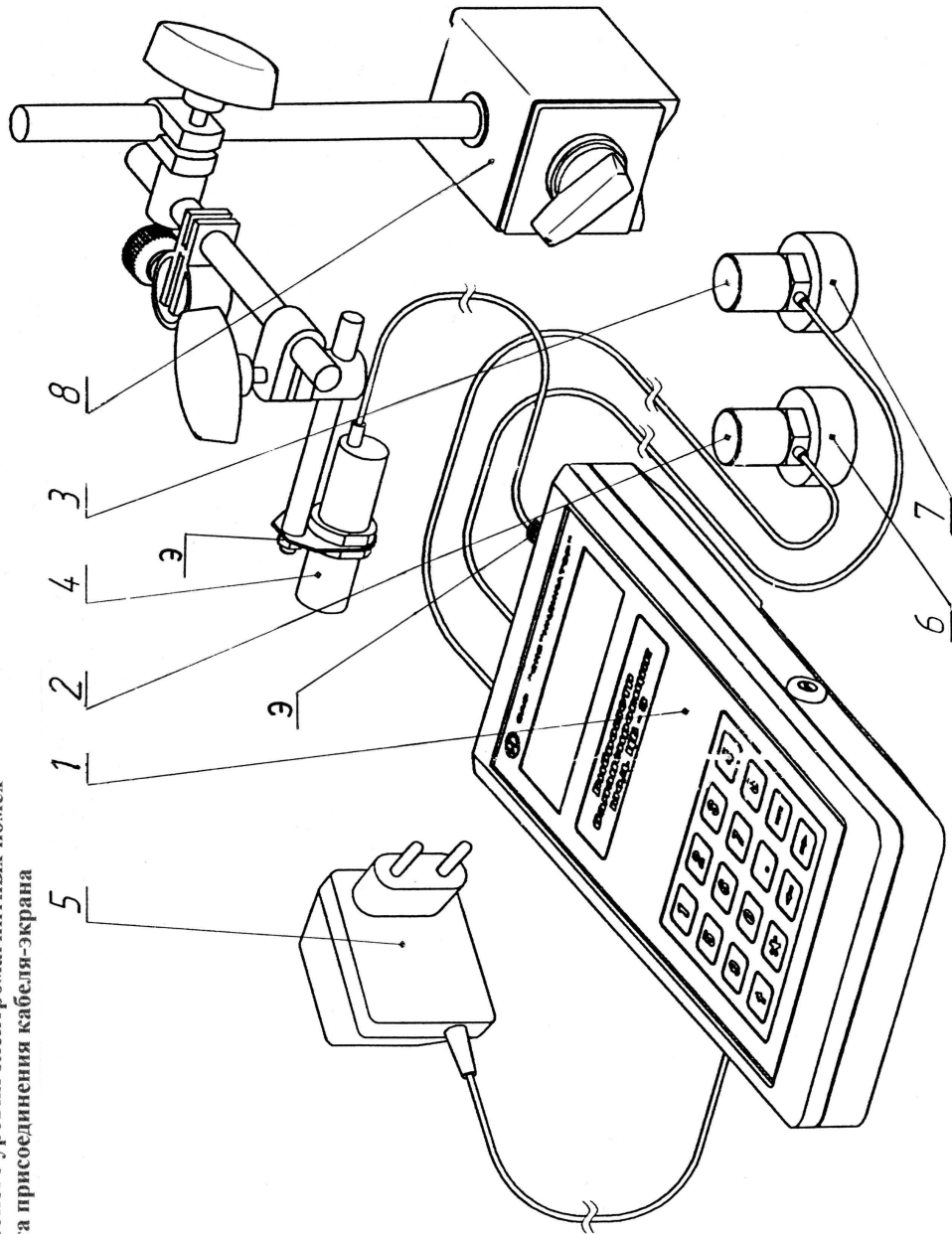


Рис. 4.1. Общий вид прибора мод. ЦБ-3 и его комплектующих принадлежностей

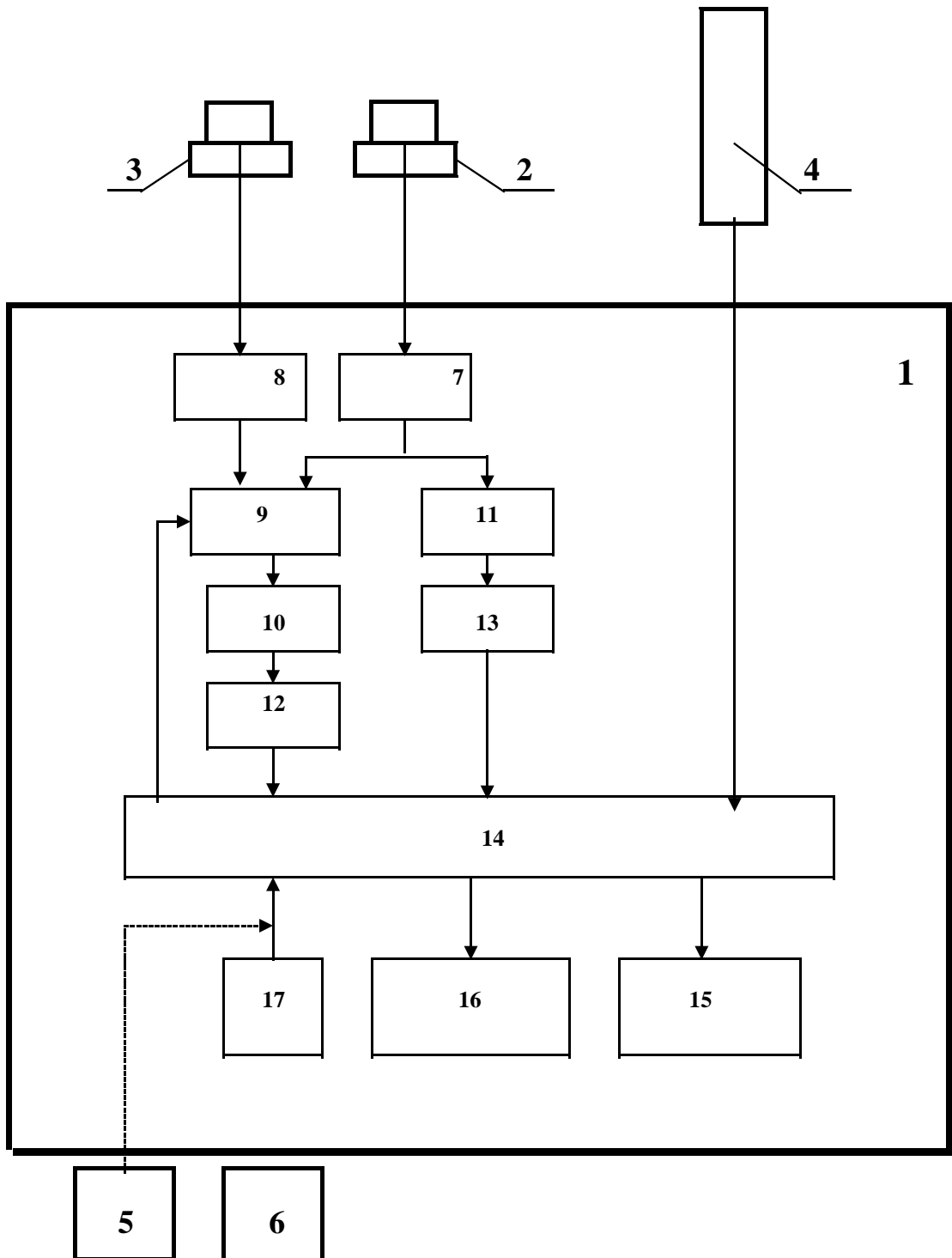


Рис. 4.3. Функциональная схема прибора ЦБ-3

## 5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Внимание! При работе прибора от сети 220В необходимо соблюдать правила электробезопасности. Не допускается проводить ремонт прибора при его подключении к сети 220 В.

## 6. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

6.1. Установить датчики на обследуемом или балансируемом механизме, (Подробная информация об установке датчиков дана в приложении 1).

6.2. Подключить датчики вибрации 2 и 3 к разъемам 11 и 12, а датчик фазового угла к разъему 13 (см. рисунки 4.1 и 4.2).

На корпусе измерительно-вычислительного блока указанные разъемы имеют свои собственные обозначения:

- разъем **1** (предназначен для подключения датчика вибрации к первому входу для измерения вибрации);
- разъем **2** (предназначен для подключения датчика вибрации ко второму входу для измерения вибрации);
- разъем **0** (предназначен для подключения к прибору датчика фазового угла, а также может использоваться как универсальный разъем для подключения других типов датчиков при модернизации прибора).

6.3. В случае, когда прибор эксплуатируется в зоне в действия мощных электромагнитных помех (например, при работе вблизи частотных преобразователей, управляющих работой электродвигателей), для улучшения помехозащищенности прибора корпус датчика фазового угла необходимо соединить с корпусом измерительно-вычислительного блока с помощью специального заземляющего кабеля.

6.4. При использовании сетевого питания подключить измерительно-вычислительный блок к блоку сетевого питания. Подключить блок питания к сети 220 В, 50 Гц.

6.5. При использовании автономного питания проверить наличие в батарейном отсеке прибора комплекта из 4 батарей типа АА.

6.6. Установить выключатель из положения «Выкл.» в положение «Вкл.» и включить прибор.

В момент включения прибора на ЖКИ высвечивается надпись, указывающая, что в приборе идет вычисление контрольной суммы.

**Ждите,  
идет вычисление  
контрольной суммы**

Вычисление контрольной суммы занимает около двух секунд, после чего на ЖКИ появляется приветственная надпись, а в нижней строке экрана информация о версии программного обеспечения и контрольной сумме.

**ОАО «СКБ «Индикатор»  
Прибор мод. ЦБ-3  
к работе готов  
v.2.1 К.С.=0x6A6A**

При этом:

- V.2.1** – это версия программного обеспечения прибора;  
**К.С.= 0x6A6A** – это контрольная сумма.

**ВНИМАНИЕ!** Несовпадение контрольной суммы и версии ПО на приборе с приведенным выше, говорит о внесении изменений в программное обеспечение, и следовательно о возможной недостоверности результатов измерений.

Информация с версией ПО и контрольной суммой сохраняется на ЖКИ в течении 5 секунд, и далее сменяется следующим,

**Питание= 7.39В  
Прибор мод. ЦБ-3  
к работе готов  
[▶]– вперед**

которое говорит, что прибор готов к работе, для начала которой необходимо нажать клавишу [▶] (вперед).

**ВНИМАНИЕ!** При работе прибора в режиме использования автономного питания осуществляется автоматический контроль напряжения питания.

В случае, когда напряжение питания становится менее 5.2 В, на ЖКИ выводится предупреждающая надпись «Разряд батарей».

Эксплуатировать прибор при разряженных элементах питания не рекомендуется, так как это может привести к большим погрешностям измерения или сбоям в в работе прибора.

В этом случае необходимо заменить разряженные элементы питания новыми или подключить сетевой источник питания.

## 7. РАБОТА С ПРИБОРОМ

При нажатии клавиши [▶] на ЖКИ высвечивается главное меню с перечнем основных функций, выполняемых прибором, и указанием клавиш, которые необходимо нажать для начала их реализации:

<p>[▲] - Измерения          [●] – Центровка          [◀] - Балансировка в 1 пл.          [▶] - Балансировка в 2 пл.</p>
---

### 7.1. Измерение параметров вибрации и частоты вращения.

Для перехода к работе в режиме измерения параметров вибрации и частоты вращения необходимо нажать клавишу [▲] (Измерения).

После этого на ЖКИ высвечивается перечень измеряемых параметров и обозначения клавиш, которые надо для проведения тех или иных замеров:

<p>[▲] - Выход          [●] – Гарм. анализ          [◀] – Vs, Vo, Nob          [▶] - Подшипники.</p>
--

**7.1.1.** В режиме "Подшипники" обеспечивается возможность диагностирования технического состояния подшипников качения.

Перед началом работы в этом режиме необходимо установить датчик вибрации на корпусе подшипникового узла машины как можно ближе к диагностируемому подшипнику. Направление оси измерения при этом должно совпадать с направлением рабочей нагрузки, действующей на подшипник. (Например, при диагностировании радиального подшипника датчик вибрации устанавливается в радиальном направлении по отношению к оси подшипника, а в случае диагностирования упорного подшипника – в осевом направлении).

При работе в данном режиме датчик вибрации подключается на вход 1 измерительно-вычислительного блока.

Установка и настройка датчика выполняется в соответствии с рекомендациями, приведенными в приложении 1.

Работа по программе диагностирования подшипника начинается из меню "Измерения" при нажатии клавиши [▶]. После чего на ЖКИ начинает выводиться следующая периодически обновляемая информация:

<p><math>A_p = 25</math> ед.</p>
----------------------------------

<p>[▶] – меню</p>
-------------------

При этом первой строке ЖКИ выводится уровень вибрации на резонансной частоте датчика в условных единицах.

В нижней строке ЖКИ выводится обозначение клавиши, которую необходимо нажать для завершения процесс измерения и возвращения в меню "Измерения".

По результатам измерения указанного параметра осуществляется диагностирование технического состояния подшипника.

Диагностирование в данном случае выполняется методом сравнения.

При этом для постановки диагноза необходимо сопоставить результаты текущего замера с допустимым значением вибрации, установленным для данного подшипника. За допуск может приниматься уровень вибрации заведомо исправного подшипника, измеренный ранее на данной машине или на другой машине аналогичной конструкции.

Критерием оценки недопустимого изменения технического состояния подшипника является увеличение вибрации по сравнению с принятым допуском в более чем в 10 раз.

Для завершения работы по диагностированию подшипника необходимо нажать клавишу [▶] после чего будет осуществлен возврат в меню режима "Измерения".

**7.1.2.** В режиме, обозначенном в меню "Vs, Vo, Nob", обеспечивается возможность одновременного измерения среднеквадратического значения (СКЗ) суммарной вибрации по виброскорости (Vs), СКЗ и фазы вибрации на частоте вращения ротора (Vo и fo), частоты вращения ротора (Nоб).

Кроме того, в этом режиме выполняется допусковый контроль суммарной вибрации с учетом требований стандарта ИСО 2372.

Указанные измерения вибрации могут выполняться последовательно по 1-му и 2-му входам измерительно-вычислительного блока.

Перед началом работы в этом режиме необходимо установить датчики вибрации на корпусе машины в выбранных точках измерения и подключить их соответственно к входам 1 и 2. Фотоэлектрический датчик фазового угла необходимо подключить к входу "O" измерительно-вычислительного блока. Кроме того, для использования этого датчика на доступную поверхность ротора машины необходимо нанести специальную метку, имеющую отражающую способность контрастную по отношению к отражающей способности поверхности ротора.

Рекомендации по установке и настройке датчиков приведены в приложении 1.

Работа по программе измерения параметров вибрации и частоты вращения (Vs, Vo и Nob) начинается из меню "Измерения" при нажатии клавиши [◀]. После чего на ЖКИ выводится информация, предлагающая ввести класс обследуемой машины в соответствии с требованиями стандарта ИСО 2372:

<p>. Кл = _  <b>Класс машины [ 1 - 4 ]</b>          [●] - сброс          [▶] - принять</p>
--

В первой строке ЖКИ осуществляется ввод класса машины, с учетом которого программно назначаются допуски по стандарту ИСО 2372.

Класс машины выбирается исходя из мощности приводного электродвигателя по таблице П.1.7, приведенной в приложении 1.

В стандарте установлено 4 класса машин, для которых нормируются вибрационные характеристики.

Для ввода класса машины используются необходимые цифровые клавиши клавиатуры прибора.

Во второй строке ЖКИ приведены справочные данные, указывающие, что пользователь может выбрать один из четырех классов машин – от 1-го до 4-го.

В третьей строке указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода класса машины.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), с помощью которой запоминается выбранный класс машины.

После выполнения операции по выбору класса машины и нажатия клавиши [▶] на ЖКИ начинают выводиться периодически обновляющиеся результаты измерений по 1-му входу, например:

<p>N = 2995 об/мин  Vs1 = 0.7 мм/с Хорошо  Vo1 = 0.5 мм/с fo1 = 123°  [●]-канал 2 [▶] – меню</p>
--

В первой строке ЖКИ выводятся результаты измерения частоты вращения ротора.

Во второй строке выводится результат измерения СКЗ суммарной вибрации Vs1, а также дается оценка ее технического состояния, полученная путем сравнения результата измерения с установленными в стандарте ИСО 2372 допусками.

В третьей строке выводятся СКЗ (Vo1) и фаза вибрации (fo1) на частоте вращения ротора.

**ВНИМАНИЕ!** В случае, когда датчик фазового угла не подключен к измерительно-вычислительному блоку или ротор машины не вращается, в первой строке ЖКИ выводится нулевое значение частоты вращения. Кроме того, не используется и остается пустой третья строка ЖКИ, так как в этом случае определение оборотной составляющей вибрации ротора не представляется возможным.

В четвертой строке указано обозначение двух управляющих клавиш. В том числе: клавиши [●], с помощью которой можно подключить второй измерительный канал прибора, и клавиши [▶], при нажатии которой процесс измерения вибрации завершается и осуществляется возврат в меню “Измерения”.

**7.1.3.** В режиме “Гарм. анализ” обеспечивается возможность выполнения гармонического анализа вибрационного сигнала с выделением СКЗ 1-й, 2-й и 3-й гармоник и 0.5-й, 1.5-й и 2.5-й субгармоник оборотной частоты вибрации ротора.

Перед началом работы необходимо установить на обследуемой машине датчики вибрации и фазового угла аналогично требованиям п.7.1.2.

Работа по программе, выполняющей гармонический анализ вибрационного сигнала начинается из меню "Измерения" при нажатии клавиши [●] После чего на ЖКИ выводится результаты гармонического анализа в следующем виде:

<p>V 1/2 = 0.23 мм/с f = 223°  V 1 = 5.60 мм/с f = 36°  V 1/2 = 0.35 мм/с f = 180°  [●] – га. 2-3 [▶] – меню</p>
--

При этом в первой строке ЖКИ выводятся СКЗ и фаза 0.5-й субгармоники оборотной составляющей вибросигнала. Во второй строке – СКЗ и фаза 1-й гармоники. В третьей строке – СКЗ и фаза 1.5-й субгармоники.

В четвертой строке указано обозначение двух управляющих клавиш. В том числе: клавиши [●], с помощью которой можно осуществить вывод на ЖКИ трех следующих гармоник оборотной частоты ротора ( 2-й, 2.5-й, 3-й), и клавиши [▶], при нажатии которой выполнение гармонического анализа завершается и осуществляется возврат в меню “Измерения”.

## 7.2. Центрирование валов машин

В данной модификации прибора возможность использования датчиков линейных перемещений с электрическим выходом, с помощью которых центровка могла бы выполняться в автоматизированном режиме, не предусмотрена.

Существующий прибор предназначен лишь для расчета величин смещения опор прицентровываемой машины. При этом используются результаты, полученные при измерениях относительных смещений полумуфт неподвижной и прицентровываемой машин при совместном развороте их валов.

Все измерения при этом выполняются с помощью стрелочных индикаторов. Результаты измерений вводятся в прибор вручную.

Перед проведением измерений относительного смещения полумуфт необходимо ввести в прибор информацию о размерах прицентровываемой машины. Кроме того, (если это необходимо) дополнительно могут быть введены поправки, учитывающие температурные деформации опорных узлов машин, возникающие при работе машинного агрегата.

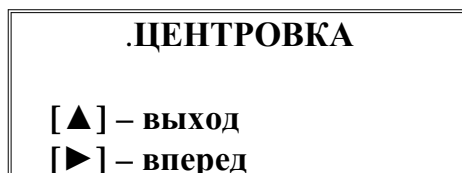
Весь процесс центровки условно разбит на 4 шага, определяющих основные операции, необходимые для проведения центровки.

Справочные рекомендации по центровке машин приведены в приложении 2.

Перед началом выполнения работы по программе на полумуфте неподвижно установленной машины необходимо установить с помощью специального приспособления в радиальном и осевом направлениях два стрелочных индикатора.

После этого можно начинать работу по центровке, следуя указаниям выводимым на ЖКИ прибора.

Начало работы по программе в режиме “Центровка” выполняется из главного меню при нажатии клавиши [●]. При этом на ЖКИ выводится информация с названием выполняемой операции и указанием функциональных клавиш, которые необходимо нажать для продолжения работы по программе:



При нажатии клавиши [▲] (выход) выполняется возврат в главное меню.

При нажатии клавиши [▶] (вперед) на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая ввести геометрические размеры прицентровываемой машины, необходимые для дальнейших расчетов:

<p><b>Ввести размеры</b></p> <p>[▶] – вперед</p>
--

При нажатии клавиши [▶] на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

<p><b>L1= _ мм</b></p> <p>[•] – сброс</p> <p>[▶] – принять</p>
--

В первой строке производится ввод расстояния от торца полумуфты до плоскости передних опор прицентровываемой машины – L1 в миллиметрах. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода размера используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [•], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода размера L1.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), с помощью которой запоминается введенное значение размера L1.

После нажатия этой клавиши введенное значение L1 запоминается в ОЗУ микропроцессора и на ЖКИ выводится следующая надпись:

<p><b>L2= _ мм</b></p> <p>[•] – сброс</p> <p>[▶] – принять</p>
--

При этом в первой строке ЖКИ производится ввод расстояния от торца полумуфты до плоскости задних опор прицентровываемой машины – L2 в миллиметрах. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода размера используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [•], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода размера L2.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), при нажатии которой производится запоминание введенного значения размера L2.

После нажатия этой клавиши значение L2 запоминается в ОЗУ микропроцессора, после чего осуществляется переход к вводу очередного геометрического размера машины и на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

<p><b>R = _ мм</b></p> <p>[•] – сброс</p> <p>[▶] – принять</p>
--

В этом случае в первой строке ЖКИ производится ввод радиуса полумуфты прицентрируемой машины  $R$  в миллиметрах. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода размера используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода размера

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), с помощью которой запоминается введенное значение размера  $R$ .

После нажатия этой клавиши завершается ввод и запоминание необходимых для расчетов геометрических размеров машины и осуществляется переход к следующему – 2-му шагу программы.

На этом шаге при необходимости может производиться ввод значений поправок на смещение опор прицентрируемой машины, которые должны учитывать температурные деформации опор, в том числе:

- $dZ1$  - величина температурной поправки для смещения передней опоры в вертикальном направлении;
- $dZ2$  - величина температурной поправки для смещения задней опоры в вертикальном направлении;
- $dY1$  - величина температурной поправки для смещения передней опоры в горизонтальном направлении;
- $dY2$  - величина температурной поправки для смещения задней опоры в горизонтальном направлении;

При начале выполнения 2-го шага программы на ЖКИ высвечивается надпись:

**Вводить поправки в мм ?**

[▲] – пропустить  
[▶] – ввести

В первой строке ЖКИ производится ввод поправки на вертикальное смещение передних опор прицентрируемой машины –  $dZ1$  в миллиметрах. Если необходимость ввода этих поправок отсутствует - следует нажать клавишу [▲] (пропустить) и перейти к выполнению шага 3.

При необходимости ввода этих поправок следует нажать клавишу [▶] (ввести). При этом на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

**$dZ1 = \_ \quad \text{мм}$**

[●] – сброс  
[▶] – принять

Поправка вводится с учетом знака. Подробная информация о выборе положительного и отрицательного направлений осей координат при центровке приведена в приложении 2.

Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода величины поправки используются цифровые клавиши клавиатуры. Кроме того, используется клавиша со знаком " • ", с помощью которой вводятся дробные значения поправки ( например,  $dZ1 = 0.35 \text{ мм}$  , а также клавиша со знаком " - ", которая

используется при вводе отрицательных значений поправок.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода поправки.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), которую необходимо нажать для запоминания указанной поправки и переходу к вводу следующей.

Ввод трех других поправок (dZ2, dY1, dY2) производится аналогичным образом.

После завершения ввода всех четырех значений поправок при последнем нажатии клавиши [▶] осуществляется переход к выполнению следующего - третьего шага программы. На этом шаге производится ручной ввод радиального и осевого относительных смещений полумуфт, измеренных при их совместном развороте в позициях 1 – 4 с помощью стрелочных индикаторов (см. приложение 2).

В начале выполнения этого шага на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

<p><b>Ввести результаты замеров в мм</b></p> <p><b>[▶] – вперед</b></p>
---

При нажатии клавиши [▶] (вперед) на ЖКИ высвечивается надпись, указывающая на необходимость ввода показаний индикатора в радиальном направлении в позиции 1:

<p><b>R1 = _ мм</b></p> <p><b>Позиция 1(0°)</b></p> <p><b>[●] – сброс</b></p> <p><b>[▶] – принять</b></p>
---

Величина R1 вводится в миллиметрах в первой строке указанной надписи. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода данных используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода величины R1.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), при нажатии которой запоминается введенное значение R1 и осуществляется переход к вводу следующего параметра.

После ввода величины R1 и нажатия клавиши [▶] на ЖКИ высвечивается надпись, указывающая на необходимость ввода результата измерений относительного смещения полумуфт в осевом направлении в позиции 1:

<p><b>A1 = _ мм</b></p> <p><b>Позиция 1(0°)</b></p> <p><b>[●] – сброс</b></p> <p><b>[▶] – принять</b></p>
---

При этом, все операции ввода, исправления и запоминания результата измерения относительного смещения полумуфт в осевом выполняются по правилам описанным выше при вводе R1.

После выполнения ввода данных, полученных при измерении относительного смещению полумуфт в позиции 1, аналогичные операции повторяются для данных, измеренных в позициях 2, 3, 4.

Соответственно в позиции 2 вводимые результаты измерений обозначаются на ЖКИ как R2 и A2, в позиции 3 – как R3 и A3, а в позиции 4 – как R4 и A4.

В случае затруднений при выполнении измерений в позиции 3 (разворот полумуфт на 180°) в программе предусмотрена возможность не проводить эти измерения.

Для этого перед началом ввода данных в позиции 3 на ЖКИ высвечивается надпись, в которой предлагается выбрать один из возможных вариантов работы:

**Позиция 3 (180°)**

[▲] – пропустить  
[▶] – ввести

При нажатии клавиши [▲] (пропустить) измерения в позиции 3 не производятся. Данные R3 и A3 соответственно не вводятся, а выполняется переход к вводу данных R4 и A4, полученных при измерениях в позиции 4.

При нажатии клавиши [▶] предполагается, что измерения в позиции 3 выполнены и ввод данных R3 и A3 может быть произведен также, как и в других позициях.

После завершения ввода всех данных и нажатия в очередной раз клавиши [▶] (принять) выполняется четвертый шаг программы “Центровка”, на котором производится расчет величин смещений опор прицентровываемой машины. После чего на ЖКИ выводятся результаты этого расчета, например:

**Результаты, мм**  
**Z1=0.34 Y1=0.67**  
**Z2=1.56 Y2=2.07**  
 [▶] – вперед

Где Z1 и Z2 – расчетные величины смещения передней и задней опор в вертикальном направлении;

Y1 и Y2 – расчетные величины смещения передней и задней опор в горизонтальном направлении;

Полученные результаты могут быть использованы при выполнении всех необходимых операций по смещению опор прицентровываемой машины для устранения выявленной расцентровки.

После выполнения этих операций при нажатии клавиши [▶] (вперед) на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая принять решение о том, как работать дальше:

**Как работать дальше**

[▲] – выход  
[◀] – назад  
[▶] – повтор

В этом случае при нажатии клавиши [▲] (выход) выполняется возврат в основное меню.

При нажатии клавиши [◀] (назад) выполняется повторный вывод расчетных величин смещения опор прицентровываемой машины.

При нажатии клавиши [▶] (повтор) операция по центровке может быть продолжена.

Это позволяет методом последовательных приближений скорректировать возможные погрешности центровки, которые могут иметь место при выставке опор прицентровываемой машины

При этом повторяется весь цикл измерений относительных смещений полумуфт агрегата при их совместном развороте и результаты новых измерений повторно заносятся в память прибора.

### 7.3. Балансировка в одной плоскости (статическая).

Переход к работе в режиме “Балансировка в 1-й плоскости” выполняется из главного меню при нажатии клавиши [◀]. После этого на ЖКИ высвечивается название режима и обозначения клавиш, которые можно использовать для продолжения работы:

#### Балансировка в 1 пл.

[▲] – выход

[●] – повторно

[▶] – вперед

В этом случае при нажатии клавиши [▲] (выход) выполняется возврат в главное меню.

При нажатии клавиши [●] (повторно) балансировка может выполняться для ранее отбалансированной машины, для которой определены и занесены в память прибора массы пробных грузов и коэффициенты балансировки. В этом случае для определения массы и места установки корректирующего груза, необходимого для компенсации дисбаланса, требуется всего один пуск ротора балансируемой машины.

**Внимание!** При необходимости использования в дальнейшей работе режима «Повторно» перед выполнением Пуска 1 при первоначальной балансировке масса пробного груза должна обязательно вводиться в граммах (см. раздел 7.3.1.).

Кроме того, при использовании режима «Повторно» место установки пробного груза должно обязательно совпадать с плоскостью установки метки, используемой для отсчета фазового угла.

При нажатии клавиши [▶] (вперед) выполняется первоначальная балансировка в 1-й плоскости, требующая проведения двух пусков машины, необходимых для тарировки измерительной системы прибора. При этом во время первого пуска определяется исходная вибрация машины. Второй пуск машины выполняется после установки на ротор пробного груза, с помощью которого производится тарировка прибора.

Перед началом выполнения работы по балансировке в 1-й плоскости необходимо провести следующие подготовительные операции.

Установить датчик вибрации на корпусе машины в выбранной точке измерения и подключить его соответственно к входу 1, а фотоэлектрический датчик фазового

угла - к входу "О" измерительно-вычислительного блока. Кроме того, для использования этого датчика на доступную поверхность ротора машины необходимо нанести специальную метку, имеющую отражающую способность контрастную по отношению к отражающей способности поверхности ротора.

Рекомендации по установке и настройка датчиков приведены в приложении 1.

### 7.3.1. Первоначальная балансировка.

Программа первоначальной балансировки в 1-й плоскости условно разбита на шесть основных шагов, которые будут рассмотрены ниже.

Первый шаг программы начинает выполняться из меню "Балансировка в 1-й плоскости" при нажатии клавиши [▶]. На этом шаге в память прибора вводится информация, которая необходима для выполнения расчетов по результатам измерений (в частности, выбираются единицы измерения массы и при необходимости вводится в память прибора масса пробного груза).

Для этого после нажатия клавиши [▶] на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая выбрать единицы измерения массы пробного и корректирующего грузов (граммы или проценты):

<p><b>Масса пробного груза</b></p> <p>[◀] – граммы [▶] – проценты</p>
---

При нажатии клавиши [▶] (проценты), осуществляется переход к выполнению второго шага программы балансировки в 1-й плоскости. При этом предполагается, что результаты всех дальнейших расчетов корректирующей массы будут выводиться в процентах по отношению к известной массе пробного груза.

Использование клавиши [◀] предполагает необходимость ввода в память прибора массы пробного груза в граммах, что позволяет в дальнейшем выводить результаты расчета массы корректирующего груза в граммах. Для этого после нажатия клавиши [◀] (граммы) на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая ввести массу пробного груза:

<p><b>Mп1 = _ г</b></p> <p>[•] – сброс [▶] – принять</p>
--

Масса пробного груза вводится в граммах в первой строке указанной надписи. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода данных используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [•], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода массы.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), при нажатии которой запоминается введенное значение Mп1 и осуществляется переход к выполнению второго шага программы балансировки в 1-й плоскости.

При этом, на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

**Пуск 1(без груза)**

[▲] - выход

[●] – из памяти

[▶] - вперед

В первой строке надписи указывается, что при выполнении первого пуска машины производится измерение ее вибрации в исходном состоянии, то есть без установки пробного груза.

Во второй строке указано обозначение клавиши [▲] ( выход ), при нажатии которой выполняется возврат в главное меню программы

В третьей строке указано обозначение клавиши [●] ( из памяти ), при нажатии которой могут быть использованы ранее полученные на первом пуске результаты измерений, хранящиеся в энергонезависимой памяти прибора.

Указанная функция полезна в тех случаях, когда пользователь вынужден прерывать процесс балансировки и отключать питание прибора после выполнения первого пуска.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] ( вперед ), которую необходимо нажать для начала измерения вибрации машины.

**ВНИМАНИЕ! Перед началом измерения необходимо включить вращение ротора балансируемой машины (первый пуск) и убедиться, что она вышла на рабочий режим.**

При нажатии клавиши [▶] начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора длятся от 2 до 10 секунд. При этом во время выполнения замера на ЖКИ высвечивается надпись «Ждите, идет замер».

**Внимание! В случае, когда при измерении отсутствует сигнал с датчика фазового угла (датчик не подключен к прибору или поврежден), или когда частота вращения ротора меньше 100 об/мин, на ЖКИ высвечивается предупреждающая надпись и обозначение клавиши, которую надо нажать после устранения причины ошибки для продолжения работы по программе:**

После завершения замера на ЖКИ выводятся результаты измерения (частота вращения ротора, СКЗ и фаза вибрации ), а также обозначение клавиш, которые можно использовать для продолжения работы по программе, например:

N = 2996 об/м

V1=13.56мм/с f= 173°

[◀] – назад [▶] – вперед

При нажатии клавиши [◀] (назад), можно вернуться к началу выполнения второго шага программы и повторить процесс измерения вибрации машины на первом пуске.

При нажатии клавиши [▶] (вперед), осуществляется переход к следующему - третьему шагу программы.

При этом на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

**Пуск 2 с грузом**  
 [▲]-выход  
 [●]-из памяти  
 [▶] - вперед

В этом случае в первой строке ЖКИ указывается, что измерение вибрации производится во время второго пуска машины, который должен выполняться после установки на ее роторе пробного груза.

Во второй строке указано обозначение клавиши [▲] ( выход ), при нажатии которой выполняется возврат в главное меню программы.

В третьей строке указано обозначение клавиши [●] ( из памяти ), при нажатии которой могут быть использованы ранее полученные на втором пуске результаты измерений, хранящиеся в энергонезависимой памяти прибора.

Указанная функция полезна в тех случаях, когда пользователь вынужден прерывать процесс балансировки и отключать питание прибора после выполнения второго пуска.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] ( вперед ), которую необходимо нажать для начала измерения вибрации машины.

**ВНИМАНИЕ!** После появления на ЖКИ надписи «Пуск 2 ...» следует остановить вращение ротора балансируемой машины и установить в плоскости коррекции пробный груз, масса которого, либо уже введена при подготовке к измерениям в память прибора, либо условно принимается в дальнейших расчетах за 100 %.

После этого необходимо вновь включить вращение ротора балансируемой машины (второй пуск) и убедиться, что она вышла на рабочий режим.

**Вопрос о выборе массы пробного груза и места его установки на роторе балансируемой подробно рассмотрен в приложении 1.**

При нажатии клавиши [▶] начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора делятся от 2 до 10 секунд. При этом, во время выполнения замера на ЖКИ высвечивается надпись «Ждите, идет замер».

После завершения замера на ЖКИ выводятся результаты измерения (частота вращения ротора, СКЗ и фаза вибрации), а также обозначение клавиш, которые можно использовать для продолжения работы по программе, например:

**N = 2996 об/м**  
**V1=7.37мм/с f= 332°**  
 [◀] – назад [▶] – вперед

При нажатии клавиши [◀] (назад) можно вернуться к началу выполнения третьего шага программы и повторить процесс измерения вибрации машины на втором пуске.

При нажатии клавиши [▶] (вперед) осуществляется переход к следующему – четвертому шагу программы, на котором выполняется расчет и вывод на ЖКИ массы и угла установки на роторе машины корректирующего груза.

При этом на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая принять решение о том, в каком виде выводить информацию о векторе корректирующего груза – в полярных координатах или при его разложении по лопастям:

**Выбор координат**

[ ● ] – по лопастям  
[ ► ] – полярная

При нажатии клавиши [ ● ] ( по лопастям ) на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая пользователю ввести количество лопастей рабочего колеса машины, для которого необходимо выполнить расчет:

**Z = \_**  
**Ввод лопастей**  
[ ● ] - сброс  
[ ► ] - принять

Количество лопастей Z вводится в первой строке ЖКИ. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода числа лопастей используются цифровые клавиши клавиатуры прибора.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода числа Z.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [►] (принять), при нажатии которой запоминается введенное число и осуществляется переход к выводу результата расчета характеристик вектора корректирующего груза, разложенных по лопастям..

При нажатия клавиши [►] на ЖКИ высвечиваются результаты расчета характеристик вектора корректирующего груза, разложенного по лопастям рабочего колеса в плоскости коррекции. Например, в случае выбора варианта вывода результатов расчета в граммах, может быть выведена следующая надпись:

**Пл.1 Z15 = 5 г**  
**Z16 = 2.5 г**

При этом в первых двух строках ЖКИ выводятся результаты разложения корректирующего груза по лопастям с указанием номеров лопастей и масс составляющих корректирующего груза в граммах.

**ВНИМАНИЕ! Лопать рабочего колеса, условно принимаемая за первую, совпадает с местом установки пробного груза. Отсчет, указанного в надписи номера лопасти, выполняется по направлению вращения ротора.**

После вывода на ЖКИ результатов расчета характеристик корректирующих грузов для продолжения работы по программе необходимо нажать клавишу [►].

**ВНИМАНИЕ! В данном случае на ЖКИ не выводится обозначение клавиши, используемой для продолжения работы по программе.**

В случае выбора варианта вывода результатов расчета в процентах, надпись, выводимая на ЖКИ, принимает следующий вид:

**Пл.1 Z15 = 40%**  
**Z16 = 20%**

Для выбора из меню “Выбор координат” режима вывода результатов расчета в полярной системе координат используется клавиша [▶]. При ее нажатии на ЖКИ высвечиваются результаты расчета массы и угла установки на роторе машины корректирующего груза.. Например, в случае выбора варианта вывода результатов расчета в граммах может быть выведена следующая надпись:

**Корректирующий груз**  
**M1 = 7.25 г f = 55°**  
**[▶] - вперед**

При этом результаты расчета (масса и угол установки корректирующего груза) выводятся во второй строке ЖКИ.

В четвертой строке ЖКИ выводится обозначение клавиши - [▶], которую надо нажать для продолжения работы по программе.

В случае выбора варианта выдачи результатов расчета в процентах, выводимая на ЖКИ надпись принимает следующий вид:

**Корректирующий груз**  
**M1 = 45% f = 55°**  
**[▶] - вперед**

В этом случае масса корректирующего груза на ЖКИ выводится в процентах по отношению к известной массе пробного груза.

**ВНИМАНИЕ! Перед установкой на ротор корректирующего груза необходимо снять с него, установленный ранее, пробный груз.**

**Только после этого можно приступить к установке на роторе корректирующего груза.**

**Отсчет угла установки на роторе корректирующего груза выполняется от места установки пробного груза. Направление отсчета угла совпадает с направлением вращения ротора.**

После завершения установки корректирующего груза при нажатии клавиши [▶] (вперед) осуществляется переход к следующему пятому шагу программы.

На этом шаге проверяется эффективность выполненной балансировки.

В начале выполнения этого шага в первой строке ЖКИ высвечивается надпись, указывающая, что на данном шаге выполняется проверка результатов балансировки, а в третьей и четвертой строках выводятся обозначения клавиш, используемых для продолжения работы по программе:

### ПРОВЕРКА

[▲] - выход  
[◀] - назад [▶] – вперед

В этом случае при нажатии клавиши [▲] (выход) принимается решение о завершении процесса балансировки без проверки и выполняется возврат в главное меню.

При нажатии клавиши [◀] (назад) выполняется возврат на один шаг назад для повторного вывода характеристик корректирующего груза.

Для выполнения проверки качества балансировки используется клавиша [▶], при нажатии которой выполняется замер вибрации машины после установки на ее роторе корректирующего груза.

**ВНИМАНИЕ! Перед началом измерения необходимо включить вращение ротора машины (проверочный пуск) и убедиться что она вышла на рабочий режим.**

В зависимости от частоты вращения ротора проверочный замер длится от 2 до 6 секунд. Во время выполнения замера на ЖКИ высвечивается надпись «Ждите, идет замер».

После завершения замера на ЖКИ выводятся результаты измерения (частота вращения ротора, СКЗ и фаза вибрации), а также обозначение клавиш, которые можно использовать для продолжения работы по программе, например:

N = 2996 об/м  
V1=0.32мм/с f= 13°  
[◀] – назад [▶] – вперед

При нажатии клавиши [◀] (назад) можно выполнить повторное измерение вибрации машины после балансировки и вывести результаты измерений на ЖКИ..

При нажатии клавиши [▶] (вперед) осуществляется переход к следующему – шестому шагу программы, на котором принимается решение о завершении или продолжении процесса балансировки.

При начале выполнения этого шага на ЖКИ высвечивается надпись предлагающая принять решение о том, как работать дальше:

**Как работать дальше**  
[▲] - выход  
[●] – вывод коэф -ов  
[▶] – повтор

В этом случае при нажатии клавиши [▲] (выход) процесс балансировки завершается и выполняется возврат в главное меню прибора.

При нажатии клавиши [▶] (повтор) операция по балансировке может быть продолжена. Это позволяет методом последовательных приближений

скорректировать возможные погрешности, которые могут иметь место при взвешивании груза и его установке на балансируемом роторе.

После нажатия клавиши [▶] (повтор) на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая пользователю принять решение о выборе одного из 2-х вариантов установки корректирующего груза на роторе, которые в меню условно названы «Текущий» и «Суммарн.»:

<p><b>Баланс. груз</b></p> <p>[◀] – суммарн. [▶] - текущий</p>
--

В первом варианте, который выполняется при нажатии клавиши [▶] (текущий), предусмотрено, что в режиме «Повтор» по результатам проверочных измерений и расчета на ротор устанавливается дополнительный корректирующий груз.

При этом все ранее установленные корректирующие грузы остаются на роторе.

Достоинством данного варианта является более высокая точность балансировки. Это объясняется тем, что погрешности балансировки, возникающие из-за погрешностей определения массы и выбора места установки корректирующего груза, а также погрешности, связанные с нелинейностью механической системы балансируемого ротора, компенсируются при повторных пусках ротора путем установки дополнительных корректирующих масс.

Недостатком данного варианта является то, что в результате требуется установка на роторе нескольких различных корректирующих грузов, что не всегда технологично.

Для реализации второго варианта установки корректирующего груза используется клавиша [◀] (Суммарн.). При нажатии этой клавиши после расчета характеристик дополнительного корректирующего груза автоматически осуществляется его суммирование со всеми ранее установленными корректирующими грузами. При этом с ротора снимается ранее установленный корректирующий груз и вместо него устанавливается суммарный груз, рассчитанный по результатам последнего пуска.

Этот вариант может обеспечить меньшую точность балансировки чем первый, однако при его использовании на балансируемом роторе все время остается только один суммарный корректирующий груз, что в ряде случаев удобно.

В меню шестого шага программы («Как работать дальше») имеется также клавиша [●] (вывод коэффициентов). При ее нажатии можно просмотреть на ЖКИ коэффициенты балансировки, полученные по результатам измерений для данной машины., а также при необходимости сохранить их в энергонезависимой памяти прибора.

При нажатии клавиши [●] на ЖКИ выводится надпись, содержащая в первой строке расчетные величины коэффициентов балансировки К1 и К2 в одной плоскости, определенные для данной машины, а также обозначение клавиш, которые можно использовать для продолжения работы по программе:

**K1 = 4.82 K2 = 1.54**

**[ ● ] – записать**

**[ ► ] – пропустить**

### **Внимание!**

**При выводе коэффициентов единица измерения массы пробного груза – грамм (см. стр. 24), а пробный груз устанавливается на линию метки**

При нажатии клавиши [ ► ] (пропустить) выполняется возврат в меню “Как работать дальше”.

При нажатии клавиши [ ● ] (записать) производится подготовка к записи коэффициентов балансировки в память прибора. Для этого на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая выбрать номер записи для хранения коэффициентов балансировки, определенных для данной машины:

надпись, предлагающая выбрать номер записи для хранения коэффициентов балансировки, определенных для данной машины:

### **Выбор № записи**

**[ ▲ ] - выход**

**[ ► ] – выбор номера**

При нажатии клавиши [ ▲ ] (выход) выполняется возврат в главное меню.

При нажатии клавиши [ ► ] (выбор номера) на ЖКИ высвечивается надпись, в которой пользователь информируется о номере свободной ячейки, где будут храниться коэффициенты балансировки для данной машины при балансировке в одной плоскости, например:

**N = 3**

**[ ► ] – принять**

Всего в память прибора в режиме балансировки в одной плоскости можно занести коэффициенты балансировки для 26 машин (с 1-й по 26-ю).

В рассматриваемом примере предлагается для запоминания коэффициентов использовать запись №3. Для этого следует нажать клавишу [ ► ] (принять), после чего на ЖКИ будет выведена надпись, подтверждающая выполнение данной операции и указывающая обозначение клавиши, которую необходимо нажать для продолжения работы:

**N = 3**

**Запись завершена**

**[ ► ] – дальше**

В этом случае после нажатия клавиши [ ► ] ( дальше) завершается операция занесения коэффициентов балансировки в энергонезависимую память прибора и выполняется возврат в меню «Как работать дальше».

**ВНИМАНИЕ!** Для того чтобы иметь возможность при повторной балансировке использовать данные, занесенные в энергонезависимую память прибора, пользователю необходимо сохранять в специальном журнале следующую информацию:

- номер записи;
- тип и модель машины, для которой сделана соответствующая запись;
- координаты мест установки датчиков;
- массу пробного груза (в случае если расчет массы корректирующего груза ведется в процентах).

Это позволит существенно снизить трудозатраты при проведении повторной балансировки этой или однотипной ей машины ( смотри раздел 7.3.2 ).

На практике возможен вариант, когда все ячейки энергонезависимой памяти заполнены. В этом случае после нажатия клавиши [ ► ] в меню «Выбор № ячейки» на ЖКИ высвечивается надпись:

**Все ячейки заняты**

[ ▲ ] – выход  
[ ► ] – ручной выбор

При этом у пользователя имеется две возможности: либо нажать клавишу [ ▲ ] ( выход) и вернуться в меню «Как работать дальше», либо выполнить замену существующего содержимого одной из ячеек новым. Для этого необходимо нажать клавишу [ ► ] ( ручной выбор ), после чего на ЖКИ появится следующая надпись, предлагающая пользователю ввести номер ячейки, в которую он хотел бы занести полученные данные:

N = \_

[ ● ] - сброс  
[ ► ] - принять

В первой строке указанной надписи вводится номер выбранной ячейки. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода номера используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [ ● ], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода номера.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [ ► ] (принять), при нажатии которой в выбранную ячейку заносятся новые значения коэффициентов балансировки, а старые - безвозвратно уничтожаются.

При этом, на ЖКИ в случае выбора пользователем, например ячейки №1, высвечивается следующая надпись подтверждающая запись данных в выбранную ячейку:

<p><b>N = 1</b>  <b>Запись завершена</b></p> <p><b>[▶] – дальше</b></p>
---

В этом случае при нажатии клавиши [▶] (дальше) выполняется возврат в меню «Как работать дальше».

### 7.3.2. Повторная балансировка.

Повторная балансировка может выполняться на машине, для которой ранее уже были определены и занесены в память прибора коэффициенты балансировки.

Условно процесс повторной балансировки разбивается на пять шагов, так как при его выполнении не требуется проведения замера вибрации машины с установленным на ее роторе пробным грузом. При этом для получения результата необходимо выполнить только один пуск машины.

Перед началом балансировки необходимо установить датчик вибрации и датчик фазового угла в тех же самых местах машины, которые использовались при выполнении первоначальной балансировки.

Повторная балансировка запускается из меню « Балансировка в 1-й пл. » при нажатии клавиши [●] ( повторно ), после чего начинает выполняться первый (подготовительный) шаг программы.

При этом, на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая выбрать номер записи, в которой хранятся коэффициенты, определенные для данной машины при проведении первоначальной балансировки:

<p><b>Выбор № записи</b></p> <p><b>[▲] - выход</b>  <b>[▶] – выбор</b></p>
--

При нажатии клавиши [▲] (выход) выполняется возврат в главное меню.

При нажатии клавиши [▶] (выбор номера) на ЖКИ высвечивается надпись, в которой выполняется процедура выбора номера ячейки, где хранятся коэффициенты балансировки, определенные ранее для балансируемой машины:

<p><b>N = _</b></p> <p><b>[●] - сброс</b>  <b>[▶] - принять</b></p>
---

В первой строке указанной надписи вводится интересующий пользователя номер ячейки. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода номера ячейки. Для ввода номера используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода номера.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), при нажатии которой осуществляется выбор нужной ячейки памяти, после чего на ЖКИ выводятся содержащиеся в ней коэффициенты балансировки, например

<p><b>K1 = 1.25 K2 = - 0.12</b></p> <p>[◀] – отменить</p> <p>[▶] – принять</p>
--

При нажатии клавиши [◀] (отменить) выполняется возврат в предыдущее меню, где можно повторно выбрать другой номер записи.

При нажатии клавиши [▶] (принять) выполняется переход ко второму шагу программы, при начале выполнения которого на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

<p><b>Пуск 1</b></p> <p><b>(без груза)</b></p> <p>[▲] - выход</p> <p>[▶] - вперед</p>
---

В первых двух строках надписи указывается, что при выполнении первого пуска машины производится измерение ее вибрации в исходном состоянии, то есть без установки пробного груза.

В третьей строке указано обозначение клавиши [▲] (выход), при нажатии которой выполняется возврат в главное меню программы.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (вперед), которую необходимо нажать для начала измерения вибрации машины.

**Внимание! Перед началом измерения необходимо включить вращение ротора балансируемой машины (первый пуск) и убедиться, что она вышла на рабочий режим.**

При нажатии клавиши [▶] начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора делятся от 2 до 6 секунд. При этом, во время выполнения замера на ЖКИ высвечивается надпись «Ждите, идет замер».

После завершения замера на ЖКИ выводятся результаты измерения (частота вращения ротора, СКЗ и фаза вибрации), а также обозначение клавиш, которые можно использовать для продолжения работы по программе, например:

**N = 1485 об/м**  
**V1=1.87мм/с f= 103°**

**[◀] – назад [▶] – вперед**

При нажатии клавиши [◀] (назад), можно вернуться к началу выполнения второго шага программы и повторить процесс измерения вибрации машины на первом пуске.

При нажатии клавиши [▶] (вперед), осуществляется переход к следующему - третьему шагу программы.

При этом на ЖКИ высвечивается надпись, аналогичная той, которая выводится в начале выполнения четвертого шага программы первоначальной балансировки:

**Выбор координат**

**[●] – по лопастям**  
**[▶] - полярная**

Далее программа повторной балансировки выполняется так же, как и рассмотренная выше в разделе 7.3.1. программа первоначальной балансировки.

#### **7.4. Балансировка в двух плоскостях (динамическая).**

Переход к работе в режиме “Балансировка в 2-х плоскостях” выполняется из главного меню при нажатии клавиши [▶]. После этого на ЖКИ высвечивается название режима и обозначения клавиш, которые можно использовать для продолжения работы:

**Балансировка в 2 пл.**

**[▲] – выход**  
**[●] – повторно**  
**[▶] – вперед**

В этом случае при нажатии клавиши [▲] (выход) выполняется возврат в главное меню.

При нажатии клавиши [●] (повторно) балансировка может выполняться для ранее отбалансированной машины, для которой определены и занесены в память прибора коэффициенты балансировки. В этом случае для определения массы и места установки корректирующих грузов, необходимых для компенсации дисбаланса, требуется всего один пуск ротора балансируемой машины.

**Внимание!** При необходимости использования в дальнейшей работе режима «Повторно» перед выполнением Пуска 1 при первоначальной балансировке массы пробных грузов должны обязательно вводиться в граммах (см. раздел 7.4.1.).

Кроме того, при использовании режима «Повторно» места установки пробных грузов должны располагаться обязательно в плоскости установки метки, используемой для отчета фазового угла.

При нажатии клавиши [▶] (вперед) выполняется первоначальная балансировка в 2-х плоскостях, требующая проведения трех пусков машины, необходимых для тарировки измерительной системы прибора. При этом во время первого пуска определяется исходная вибрация машины. Второй пуск машины выполняется после установки на ротор пробного груза в плоскости 1. Третий пуск машины выполняется после установки на ротор пробного груза в плоскости 2. Установка пробных грузов в плоскостях коррекции 1 и 2 необходима для тарировки измерительной системы прибора.

Перед началом выполнения работы по балансировке в 2-х плоскостях необходимо выполнить следующие подготовительные операции.

Установить датчики вибрации на корпусе машины в выбранных точках измерения и подключить их соответственно к входам 1 и 2 измерительно-вычислительного блока.

Установить фотоэлектрический датчик фазового угла на корпусе машины и подключить его к входу "О" измерительно-вычислительного блока. Кроме того, для использования этого датчика на доступную поверхность ротора машины необходимо нанести специальную метку, имеющую отражающую способность контрастную по отношению к отражающей способности поверхности ротора.

Рекомендации по установке и настройка датчиков приведены в приложении 1.

#### **7.4.1. Первоначальная балансировка.**

Программа первоначальной балансировки в 2-х плоскостях условно разбита на семь основных шагов, которые будут рассмотрены ниже.

Первый шаг программы начинает выполняться из меню "Балансировка в 2-х плоскостях" при нажатии клавиши [▶]. На этом шаге в память прибора вводится информация, которая необходима для выполнения расчетов по результатам измерений (в частности, выбираются единицы измерения массы и при необходимости вводится в память прибора масса пробного груза).

Для этого после нажатия клавиши [▶] на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая выбрать единицы измерения масс пробных и корректирующих грузов (граммы или проценты):

<p><b>Масса пробного груза</b></p> <p>[◀] – граммы [▶] – проценты</p>
---

При нажатии клавиши [▶] (проценты), осуществляется переход к выполнению второго шага программы балансировки в 1-й плоскости. При этом предполагается, что результаты всех дальнейших расчетов корректирующей массы будут выводиться в процентах по отношению к известной массе пробного груза.

Использование клавиши [◀] предполагает необходимость ввода в память прибора массы пробного груза в граммах, что позволяет в дальнейшем выводить результаты расчета массы корректирующего груза в этих единицах. Для этого после нажатия клавиши [◀] (граммы) на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая ввести массу пробного груза, устанавливаемого в плоскости 1:

<p><b>Мп1 = _ г</b></p> <p><b>[ ● ] – сброс</b></p> <p><b>[ ► ] – принять</b></p>
---

Масса пробного груза, вводится в граммах в первой строке указанной надписи. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода данных используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода массы.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [►] (принять), при нажатии которой запоминается введенное значение Мп1 и осуществляется переход к вводу массы пробного груза в плоскости 2. При этом, на ЖКИ высвечивается следующая надпись, предлагающая ввести массу пробного груза, устанавливаемого в плоскости 2:

<p><b>Мп2 = _ г</b></p> <p><b>[ ● ] – сброс</b></p> <p><b>[ ► ] – принять</b></p>
---

Масса пробного груза, вводится в граммах в первой строке указанной надписи. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода данных используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода массы.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [►] (принять), при нажатии которой запоминается введенное значение Мп2 и осуществляется переход к выполнению второго шага программы балансировки в 2-й плоскостях.

При этом на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

<p><b>Пуск 1 (без груза)</b></p> <p><b>[ ▲ ] – выход</b></p> <p><b>[ ● ] – из памяти</b></p> <p><b>[ ► ] - вперед</b></p>
---

В первой строке надписи указывается, что при выполнении первого пуска машины производится измерение ее вибрации в исходном состоянии, то есть без установки пробного груза.

Во второй строке указано обозначение клавиши [▲] (выход), при нажатии которой выполняется возврат в главное меню программы.

В третьей строке указано обозначение клавиши [●] (из памяти), при нажатии которой могут быть использованы ранее полученные на первом пуске результаты измерений, хранящиеся в энергонезависимой памяти прибора.

Указанная функция полезна в тех случаях, когда пользователь вынужден прерывать процесс балансировки и отключать питание прибора после выполнения первого пуска.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] ( вперед ), которую необходимо нажать для начала измерения вибрации машины.

**ВНИМАНИЕ! Перед началом измерения необходимо включить вращение ротора балансируемой машины (первый пуск) и убедиться, что она вышла на рабочий режим.**

При нажатии клавиши [▶] начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора делятся от 4 до 20 секунд. При этом во время выполнения замера на ЖКИ высвечивается надпись «Ждите, идет замер».

После завершения замера на ЖКИ выводятся результаты измерения (частота вращения ротора, СКЗ и фазы вибрации, измеренной в первой и второй плоскостях), а также обозначение клавиш, которые можно использовать для продолжения работы по программе, например:

<p style="text-align: center;"><b>N = 749 об/м</b>  <b>V1=3.65мм/с f= 10°</b>  <b>V2=5.26мм/с f= 123°</b>  <b>[◀] – назад [▶] – вперед</b></p>
--

При нажатии клавиши [◀] (назад), можно вернуться к началу выполнения второго шага программы и повторить процесс измерения вибрации машины на первом пуске.

При нажатии клавиши [▶] (вперед), осуществляется переход к следующему - третьему шагу программы.

При этом на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

<p style="text-align: center;"><b>Пуск 2 Груз в пл. 1</b>  <b>[▲] - выход</b>  <b>[●] – из памяти</b>  <b>[▶] - вперед</b></p>
--

В этом случае в первой строке надписи указывается, что при выполнении второго пуска машины производится измерение ее вибрации, которая имеет место после установки пробного груза в плоскости 1.

Во второй строке указано обозначение клавиши [▲] ( выход ), при нажатии которой выполняется возврат в главное меню программы.

В третьей строке указано обозначение клавиши [●] ( из памяти ), при нажатии которой могут быть использованы ранее полученные на втором пуске результаты измерений, хранящиеся в энергонезависимой памяти прибора.

Указанная функция полезна в тех случаях, когда пользователь вынужден прерывать процесс балансировки и отключать питание прибора после выполнения второго пуска.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] ( вперед ), которую необходимо нажать для начала измерения вибрации машины.

**ВНИМАНИЕ!** После появления на ЖКИ указанной надписи следует остановить вращение ротора балансируемой машины и установить в плоскости коррекции 1 пробный груз, масса которого, либо уже введена при подготовке к измерениям в память прибора перед началом балансировки, либо условно принимается в дальнейших расчетах за 100 %.

После этого необходимо вновь включить вращение ротора балансируемой машины (второй пуск) и убедиться, что она вышла на рабочий режим.

**Вопрос о выборе массы пробного груза и места его установки на роторе балансируемой подробно рассмотрен в приложении 1.**

При нажатии клавиши [▶] начинают выполняться замеры вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора длятся от 4 до 20 секунд. При этом во время выполнения замера на ЖКИ высвечивается надпись «Ждите, идет замер».

После завершения замера на ЖКИ выводятся результаты измерения (частота вращения ротора, СКЗ и фазы вибрации, измеренной в первой и второй плоскостях), а также обозначение клавиш, которые можно использовать для продолжения работы по программе, например:

<p style="text-align: center;"> <b>N = 748 об/м</b>  <b>V1=7.32мм/с f= 332°</b>  <b>V2=4.71мм/с f= 255°</b>  <b>[◀] – назад [▶] – вперед</b> </p>
---

При нажатии клавиши [◀] (назад), можно вернуться к началу выполнения третьего шага программы и повторить процесс измерения вибрации машины на втором пуске.

При нажатии клавиши [▶] (вперед), осуществляется переход к следующему – четвертому шагу программы.

При этом на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

<p style="text-align: center;"> <b>Пуск 3 Груз в пл. 2</b>  <b>[▲] - выход</b>  <b>[●] – из памяти</b>  <b>[▶] - вперед</b> </p>
--

В этом случае в первой строке надписи указывается, что при выполнении второго пуска машины производится измерение ее вибрации, которая имеет место после установки пробного груза в плоскости 2.

Во второй строке указано обозначение клавиши [▲] ( выход ), при нажатии которой выполняется возврат в главное меню программы.

В третьей строке указано обозначение клавиши [●] ( из памяти ), при нажатии которой могут быть использованы ранее полученные на третьем пуске результаты измерений, хранящиеся в энергонезависимой памяти прибора.

Указанная функция полезна в тех случаях, когда пользователь вынужден прерывать процесс балансировки и отключать питание прибора после выполнения третьего пуска.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] ( вперед ), которую необходимо нажать для начала измерения вибрации машины.

**ВНИМАНИЕ!** После появления на ЖКИ указанной надписи следует остановить вращение ротора балансируемой машины и перенести пробный груз из плоскости коррекции 1 в плоскость 2.

После этого необходимо вновь включить вращение ротора балансируемой машины (третий пуск) и убедиться, что она вышла на рабочий режим.

**Вопрос о выборе массы пробного груза и места его установки на роторе подробно рассмотрен в приложении 1.**

При нажатии клавиши [▶] начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора длятся от 4 до 20 секунд. При этом, во время выполнения замера на ЖКИ высвечивается надпись «**Ждите, идет замер**».

После завершения замера на ЖКИ выводятся результаты измерения (частота вращения ротора, СКЗ и фаза вибрации, измеренной в первой и второй плоскостях), а также обозначение клавиш, которые можно использовать для продолжения работы по программе, например:

<p><b>N = 749 об/м</b>  <b>V1=9.25мм/с f= 82°</b>  <b>V2=6.67мм/с f= 26°</b>  <b>[◀] – назад [▶] – вперед</b></p>
---

При нажатии клавиши [◀] (назад), можно вернуться к началу выполнения четвертого шага программы и повторить процесс измерения вибрации машины на третьем пуске.

При нажатии клавиши [▶] (вперед), осуществляется переход к следующему – пятому шагу программы, на котором выполняется расчет и вывод на ЖКИ массы и угла установки на роторе машины корректирующего груза.

При этом, на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая принять решение о том, в каком виде выводить информацию о векторах корректирующих грузов – в полярных координатах или при разложении грузов по лопастям:

<p><b>Выбор координат</b></p> <p><b>[●] – по лопастям</b>  <b>[▶] - полярная</b></p>
--

При нажатии клавиши [●] ( по лопастям ) на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая пользователю ввести количество лопастей рабочего колеса машины, для которого необходимо выполнить расчет:

<p><b>Z = _</b>  <b>Ввод лопастей</b></p> <p><b>[●] - сброс</b>  <b>[▶] - принять</b></p>
---

Количество лопастей  $Z$  вводится в первой строке ЖКИ. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода числа лопастей используются цифровые клавиши клавиатуры прибора.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода числа лопастей.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), при нажатии которой запоминается введенное число и осуществляется переход к выводу результата расчета характеристик вектора корректирующего груза, разложенных по лопастям.

После ввода числа лопастей и нажатия клавиши [▶] на ЖКИ высвечиваются результаты расчета характеристик векторов корректирующих грузов для 1-й и 2-й плоскостей коррекции, разложенных по лопастям рабочего колеса. Например, в случае выбора варианта вывода результатов расчета в граммах может быть выведена следующая надпись:

<p><b>Пл.1 <math>Z_6 = 5</math> г</b>  <b><math>Z_7 = 2.5</math> г</b>  <b>Пл.2 <math>Z_9 = 7</math> г</b>  <b><math>Z_{10} = 4</math> г</b></p>
--

При этом, в первых двух строках ЖКИ выводятся результаты разложения корректирующего груза по лопастям в первой плоскости, а в третьей и четвертой строках – результаты разложения груза по лопастям во второй плоскости.

**ВНИМАНИЕ!** Лопасть рабочего колеса, условно принимаемая за первую, совпадает с местом установки пробного груза. Отсчет, указанного в надписи номера лопасти, выполняется по направлению вращения ротора.

После вывода на ЖКИ результатов расчета характеристик корректирующих грузов для продолжения работы по программе необходимо нажать клавишу - [▶].

**ВНИМАНИЕ!** В данном случае на ЖКИ не выводится обозначение клавиши, используемой для продолжения работы по программе.

В случае выбора варианта вывода результатов расчета в процентах, надпись, выводимая на ЖКИ, принимает следующий вид:

<p><b>Пл.1 <math>Z_6 = 40\%</math></b>  <b><math>Z_7 = 20\%</math></b>  <b>Пл.2 <math>Z_9 = 25\%</math></b>  <b><math>Z_{10} = 14\%</math></b></p>
--

Для выбора из меню “Выбор координат” режима вывода результатов расчета в полярной системе координат используется клавиша [▶]. При ее нажатии на ЖКИ высвечиваются результаты расчета массы и угла установки на роторе машины корректирующего груза.. Например, в случае выбора варианта вывода результатов расчета в граммах может быть выведена следующая надпись:

<p><b>Плоскость 1</b>  <b>M1 = 7.25 г f = 55°</b>  <b>Плоскость 2</b>  <b>M2 = 2.80 г f = 237°</b></p>
--

При этом, результаты расчета массы и угла установки корректирующего груза, устанавливаемого для первой плоскости, выводятся соответственно во второй строке ЖКИ, а для второй плоскости - в четвертой строке.

После вывода на ЖКИ результатов расчета для продолжения работы по программе необходимо нажать клавишу [▶].

**ВНИМАНИЕ! В данном случае на ЖКИ не выводится обозначение клавиши, используемой для продолжения работы по программе.**

В случае выбора варианта вывода результатов расчета в процентах, выводимая на ЖКИ надпись принимает следующий вид:

<p><b>Плоскость 1</b>  <b>M1 = 45% f = 55°</b>  <b>Плоскость 2</b>  <b>M2 = 17% f = 235°</b></p>
--

В этом случае масса корректирующего груза, на ЖКИ выводится в процентах по отношению к известной массе пробного груза.

**ВНИМАНИЕ! Перед установкой на ротор корректирующих грузов необходимо снять с него, установленный ранее в плоскости 2, пробный груз.**

**Только после этого можно приступить к установке на роторе корректирующих грузов.**

**Отсчет угла установки на роторе корректирующего груза выполняется от места установки пробного груза. Направление отсчета угла совпадает с направлением вращения ротора.**

После завершения установки корректирующих грузов при нажатии клавиши [▶] (вперед) осуществляется переход к следующему шестому шагу программы.

На этом шаге проверяется эффективность выполненной балансировки.

В начале выполнения этого шага в первой строке ЖКИ высвечивается надпись, указывающая, что на данном шаге выполняется проверка результатов балансировки, а в третьей и четвертой строках выводятся обозначения клавиш, используемых для продолжения работы по программе:

<p><b>ПРОВЕРКА</b></p> <p>[▲] - выход  [◀] - назад [▶] – вперед</p>
---

В этом случае при нажатии клавиши [▲] (выход) принимается решение о завершении процесса балансировки без проверки и выполняется возврат в главное меню.

При нажатии клавиши [◀] (назад) выполняется возврат на один шаг назад для повторного вывода характеристик корректирующего груза.

Для выполнения проверки качества балансировки используется клавиша [▶], при нажатии которой выполняется замер вибрации машины после установки на ее роторе корректирующих грузов.

**ВНИМАНИЕ! Перед началом измерения необходимо включить вращение ротора машины (проверочный пуск) и убедиться, что она вышла на рабочий режим.**

В зависимости от частоты вращения ротора проверочный замер длится от 4 до 10 секунд. Во время выполнения замера на ЖКИ высвечивается надпись «Ждите, идет замер».

После завершения замера на ЖКИ выводятся результаты измерения (частота вращения ротора, СКЗ и фазы вибрации в обеих плоскостях), а также обозначение клавиш, которые можно использовать для продолжения работы по программе, например:

**N = 748 об/м**  
**V1=0.24мм/с f = 133°**  
**V2=0.45мм/с f = 248°**  
**[◀] – назад [▶] – вперед**

При нажатии клавиши [◀] (назад) можно выполнить повторное измерение вибрации машины после балансировки и вывести результаты измерений на ЖКИ.

При нажатии клавиши [▶] (вперед), осуществляется переход к следующему – седьмому шагу программы, на котором принимается решение о завершении или продолжении процесса балансировки.

При начале выполнения этого шага на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая пользователю принять решение о том, как работать дальше:

**Как работать дальше**  
**[▲] - выход**  
**[●] – вывод коэф-ов**  
**[▶] – повтор**

В этом случае при нажатии клавиши [▲] (выход) процесс балансировки завершается и выполняется возврат в главное меню прибора.

При нажатии клавиши [▶] (повтор) операция по балансировке может быть продолжена. Это позволяет методом последовательных приближений скорректировать возможные погрешности, которые могут иметь место при взвешивании груза и его установке на балансируемом роторе.

После нажатия клавиши [▶] (повтор) на ЖКИ высвечивается надпись предлагающая пользователю принять решение о выборе одного из 2-х вариантов установки корректирующего груза на роторе, которые в меню условно названы «текущий» и «суммарн.»:

### Баланс. груз

[◀] – суммарн.

[▶] - текущий

а также погрешности, связанные с нелинейностью механической системы балансируемого ротора, компенсируются при повторных пусках ротора путем установки дополнительных корректирующих масс.

Недостатком данного варианта является то, что в результате требуется установка на роторе нескольких различных корректирующих грузов, что не всегда технологично.

Для реализации второго варианта установки корректирующего груза используется клавиша [◀] (Суммарн.). При нажатии этой клавиши после расчета характеристик дополнительных корректирующих грузов для каждой плоскости коррекции автоматически осуществляется их суммирование со всеми ранее установленными корректирующими грузами. При этом с ротора в каждой плоскости снимается ранее установленный корректирующий груз и вместо него устанавливается суммарный груз, рассчитанный по результатам последнего пуска.

Этот вариант может обеспечить меньшую точность балансировки чем первый, однако при его использовании на балансируемом роторе в каждой плоскости коррекции все время остается только один суммарный корректирующий груз, что в ряде случаев удобно.

В меню шестого шага программы («Как работать дальше») имеется также клавиша [●] (вывод коэффициентов). При ее нажатии можно просмотреть на ЖКИ коэффициенты балансировки, полученные по результатам измерений для данной машины., а также при необходимости сохранить их в энергонезависимой памяти прибора.

В режиме использования клавиши [●] (вывод коэффициентов) можно просмотреть на ЖКИ коэффициенты балансировки, полученные по результатам измерений для данной машины, а также при необходимости сохранить их в энергонезависимой памяти прибора.

При нажатии клавиши [●] на ЖКИ выводится надпись, содержащая расчетные величины 8-ми коэффициентов балансировки в двух плоскостях (от K1 до K8), определенные для данной машины:

<b>K1 = 4.82</b>	<b>K2 = 1.54</b>
<b>K3 = 0.32</b>	<b>K4 = 0.45</b>
<b>K5 = 1.23</b>	<b>K6 = 0.51</b>
<b>K7 = 2.10</b>	<b>K8 = 0.15</b>

#### Внимание!

При выводе коэффициентов единица измерения массы пробного груза – грамм (см. стр. 37), а пробный груз устанавливается на линию метки

**ВНИМАНИЕ!** В данном случае на ЖКИ не выводится обозначение клавиш, используемых для продолжения работы по программе. Поэтому пользователю необходимо помнить, что он может использовать клавишу [▶].

При нажатии клавиши [▶] выполняется подготовка к записи коэффициентов балансировки в память прибора. Для этого на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая выбрать номер записи для хранения коэффициентов балансировки, определенных для данной машины:

**ВНИМАНИЕ!** В данном случае на ЖКИ не выводится обозначение клавиш, используемых для продолжения работы по программе. Поэтому пользователю необходимо помнить, что он может использовать клавишу [▶].

При нажатии клавиши [▶] выполняется подготовка к записи коэффициентов балансировки в память прибора. Для этого на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая выбрать номер записи для хранения коэффициентов балансировки, определенных для данной машины:

<p><b>Выбор № записи</b></p> <p>[▲] - выход [▶] – выбор</p>
---

При этом при нажатии клавиши [▲] (выход) выполняется возврат в главное меню.

При нажатии клавиши [▶] (выбор) на ЖКИ высвечивается надпись, в которой пользователю предлагается номер свободной ячейки, где будут храниться коэффициенты балансировки для балансируемой машины, например:

<p><b>N = 3</b></p> <p>[▶] – принять</p>
--

При этом в первой строке ЖКИ выводится номер свободной ячейки, в которой будут храниться определенные выше коэффициенты балансировки. Всего при балансировке в двух плоскостях в память прибора можно занести записи для 26 машин (с 1-й по 26-ю).

В рассматриваемом примере предлагается для запоминания коэффициентов использовать запись №3. Для этого следует нажать клавишу [▶] (принять), после чего на ЖКИ будет выведена надпись, подтверждающая выполнение данной операции и указывающая обозначение клавиши, которую необходимо нажать для продолжения работы:

<p><b>N = 3</b></p> <p><b>Запись завершена</b></p> <p>[▶] – дальше</p>
--

В этом случае после нажатия клавиши [▶] (дальше) завершается операция занесения коэффициентов балансировки в энергонезависимую память прибора и выполняется возврат в меню «Как работать дальше».

**Внимание!** Для того чтобы иметь возможность при повторной балансировке использовать данные, занесенные в энергонезависимую память прибора, пользователю необходимо сохранять в специальном журнале следующую информацию:

- номер записи;

- тип и модель машины, для которой сделана соответствующая запись;
- координаты мест установки датчиков;
- массы пробных грузов ( в случае если расчеты масс корректирующих грузов велись в процентах).

Это позволит существенно снизить трудозатраты при проведении повторной балансировки этой или однотипной ей машины ( смотри раздел 7.4.2 ).

На практике возможен вариант, когда все ячейки энергонезависимой памяти заполнены. В этом случае после нажатия клавиши [▶] в меню «Выбор № ячейки» на ЖКИ высвечивается надпись:

<p><b>Все ячейки заняты</b></p> <p>[▲] – выход</p> <p>[▶] – ручной выбор</p>
--

В данном случае у пользователя имеется две возможности: либо нажать клавишу [▲] ( выход ) и вернуться в меню «Как работать дальше», либо выполнить замену существующего содержимого одной из ячеек новым. Для этого необходимо нажать клавишу [▶] ( ручной выбор ), после чего на ЖКИ появится следующая надпись, предлагающая пользователю ввести номер ячейки, в которую он хотел бы занести полученные данные:

<p>N = _</p> <p>[●] - сброс</p> <p>[▶] - принять</p>
--

В первой строке указанной надписи вводится номер выбранной ячейки. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода номера используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода номера.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), при нажатии которой в выбранную ячейку заносятся новые значения коэффициентов балансировки, а старые - безвозвратно уничтожаются.

При этом на ЖКИ в случае выбора пользователем, например ячейки №1 высвечивается следующая надпись подтверждающая запись данных в выбранную ячейку:

<p>N = 1</p> <p><b>Запись завершена</b></p> <p>[▶] – дальше</p>
---

В этом случае при нажатии клавиши [▶] (дальше) выполняется возврат в меню «Как работать дальше».

### 7.4.2. Повторная балансировка.

Повторная балансировка может выполняться на машине, для которой ранее уже были определены и занесены в память прибора коэффициенты балансировки.

Условно процесс повторной балансировки разбивается на пять шагов, так как при его выполнении число пусков машины, необходимых для решения задачи балансировки в двух плоскостях, сокращается с трех до одного.

Перед началом балансировки необходимо установить датчики вибрации и датчик фазового угла в тех же самых местах машины, которые использовались при выполнении первоначальной балансировки.

Повторная балансировка производится из меню « Балансировка в 2-х пл. » при нажатии клавиши [ ● ] ( повторно ), после чего начинает выполняться первый (подготовительный) шаг программы.

При этом, на ЖКИ высвечивается надпись, предлагающая выбрать номер ячейки, в которой хранятся коэффициенты, определенные для данной машины при проведении первоначальной балансировки:

<p><b>Выбор № ячейки</b></p> <p>[▲] - выход</p> <p>[▶] – выбор номера</p>
---

При нажатии клавиши [▲] (выход) выполняется возврат в главное меню.

При нажатии клавиши [▶] (выбор номера) на ЖКИ высвечивается надпись, в которой выполняется процедура выбора номера ячейки, в которой хранятся коэффициенты балансировки для данной машины:

<p>N = _</p> <p>[●] – сброс</p> <p>[▶] - принять</p>
--

В первой строке указанной надписи вводится известный номер ячейки, в которой хранятся определенные ранее для данной машины коэффициенты балансировки.

Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода номера ячейки. Для ввода номера используются цифровые клавиши клавиатуры.

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода номера.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), при нажатии которой подтверждается выбор нужной ячейки памяти, после чего на ЖКИ выводятся содержащиеся в ней коэффициенты балансировки, например:

<b>K1 = 4.82</b>	<b>K2 = 1.54</b>
<b>K3 = 0.32</b>	<b>K4 = 0.45</b>
<b>K5 = 1.23</b>	<b>K6 = 0.51</b>
<b>K7 = 2.10</b>	<b>K8 = 0.15</b>

**ВНИМАНИЕ!** В данном случае на ЖКИ не выводится обозначение клавиш, используемых для продолжения работы по программе. Поэтому пользователю желательно запомнить, что он может использовать клавиши [◀] и [▶].

При нажатии клавиши [◀] выполняется возврат в предыдущее меню, где можно повторно выбрать другой номер записи.

При нажатии клавиши [▶] выполняется переход ко второму шагу программы, при начале выполнения которого на ЖКИ высвечивается следующая надпись:

<p><b>Пуск 1</b> (без груза)</p> <p>[▲] - выход</p> <p>[▶] - вперед</p>
---

В первых двух строках надписи указывается, что при выполнении первого пуска машины производится измерение ее вибрации в исходном состоянии, то есть без установки пробного груза.

В третьей строке указано обозначение клавиши [▲] (выход), при нажатии которой выполняется возврат в главное меню программы.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (вперед), которую необходимо нажать для начала измерения вибрации машины.

**ВНИМАНИЕ!** Перед началом измерения необходимо включить вращение ротора балансируемой машины (первый пуск) и убедиться, что она вышла на рабочий режим.

При нажатии клавиши [▶] начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора делятся от 4 до 10 секунд. При этом во время выполнения замера на ЖКИ высвечивается надпись «Ждите, идет замер».

После завершения замера на ЖКИ выводятся результаты измерения (частота вращения ротора, СКЗ и фаза вибрации), а также обозначение клавиш, которые можно использовать для продолжения работы по программе, например:

<p><b>N = 748 об/м</b></p> <p><b>V1=1.87мм/с f = 103°</b></p> <p><b>V2=0.45мм/с f = 248°</b></p> <p><b>[◀] – назад [▶] – вперед</b></p>
---

При нажатии клавиши [◀] (назад), можно вернуться к началу выполнения второго шага программы и повторить процесс измерения вибрации машины на первом пуске.

При нажатии клавиши [▶] (вперед), осуществляется переход к следующему - третьему шагу программы.

При этом на ЖКИ высвечивается надпись, аналогичная той, которая выводится в начале выполнения пятого шага программы первоначальной балансировки в двух плоскостях:

<p style="text-align: center;"><b>Выбор координат</b></p> <p>[ ● ] – по лопастям [ ▶ ] - полярная</p>
---

Далее программа повторной балансировки выполняется так же, как рассмотренная выше в разделе 7.4.1. программа первоначальной балансировки.

## 8. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ

**8.1.** Перед началом работы необходимо провести внешний осмотр прибора, при выполнении которого необходимо проверить:

- комплектность прибора согласно разделу 3 "Состав изделия и комплект поставки";
- отсутствие механических повреждений корпуса, кабелей, датчиков и других комплектующих изделий;
- отсутствие загрязнения и окисления контактов разъемов на приборе и кабелях и легкость их соединения.

**8.2.** При эксплуатации прибора не рекомендуется включать его в производственную электросеть, в которой могут возникать резкие скачки тока и напряжения, которые могут привести к сбоям в работе прибора.

**8.3.** Климатические условия эксплуатации и хранения прибора должны соответствовать требованиям п.п. 2.13 и 9.4 настоящей инструкции.

**8.4.** В процессе эксплуатации с целью обеспечения нормальной работы прибора и поддержания его в исправном состоянии необходимо проводить регламентные работы по техническому обслуживанию прибора.

Виды и периодичность технического обслуживания приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Виды технического обслуживания	Периодичность проведения	Кто выполняет
1. Плановое техническое обслуживание (ТО 1)	Ежемесячно	Оператор, работающий с прибором
2. Внеплановое техническое обслуживание	По возникновению неисправности	Оператор, работающий с прибором; представитель ОАО "СКБ"Индикатор".

**8.4.1.** Плановое техническое обслуживание включает в себя следующие виды работ:

- внешний осмотр всех устройств прибора;
- удаление пыли и грязи с датчиков, соединительных кабелей, разъемов и лицевой панели прибора;
- промывку разъемов и оптических частей (светодиод-фотодиод) датчика фазового угла (очистку и промывку проводить марлей, смоченной в этиловом спирте);
- протирку кабелей (протирку выполнять марлей, смоченной в бензине);
- осмотр контактов элементов питания на предмет их окисления и промывку при необходимости этих контактов
- промывку контактов или замену элементов питания (зарядку аккумуляторов).

**8.4.2.** Внеплановое обслуживание производится при возникновении неисправности. Оно включает в себя работы, связанные с устранением неисправностей, заменой вышедших из строя комплектующих деталей, а также, при необходимости, все работы, по п. 8.4.1.

**8.4.3.** Перечень расходных материалов, необходимых для технического обслуживания, приведен в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№№ пп	Наименование и обозначение материалов	ГОСТ, ТУ Материала	Нормы расхода материалов		
			ТО1	ТО2	Итого в год
1	Спирт этиловый ректифицированный технический	ГОСТ 18300-72	0,05 л	-	0,6 л
2	Бензин Б-70	ГОСТ 1012-77	0,10 л	-	1,20 л
3	Марля медицинская	ГОСТ 9412-77	5 дм	-	60 дм

## **9. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ**

**9.1.** Для удобства транспортировки прибора, комплектующие изделия и документация укладываются в специальную сумку или чемодан.

**9.2.** При транспортировке по почте сумка (чемодан) с прибором, комплектующими и документацией должна быть упакована в жесткий ящик. На ящике сверху должен быть помещен упаковочный лист. На двух боковых стенках ящика должны быть нанесены предупредительные знаки:

**9.3.** Хранить прибор необходимо на стеллаже в специально отведенном для него месте, защищенном от попадания влаги и пыли. Не допускается устанавливать на прибор другие изделия или воздействие на него механических нагрузок.

**9.4.** Температура воздуха в помещении для хранения прибора допускается в пределах от +4 до +45°C, относительная влажность не более 90 % при температуре 30°C.

**9.5.** Прибор, находящийся на длительном хранении, рекомендуется включать не реже одного раза в три месяца для тренировки элементов и подзарядки аккумуляторов.

## 10. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЕ БЛОКА АВТОНОМНОГО ПИТАНИЯ

10.1. Для обеспечения автономного питания в приборе используется комплект пальчиковых батарей типа АА в количестве 4шт. Номинальное напряжения одной батареи составляет 1.5 В. .

10.2. При работе прибора предусмотрен контроль напряжения питания батарей, который производится перед началом выполнения основных видов измерений. .

При снижении напряжения питания до уровня ниже 5.2 В на ЖКИ прибора выводится сообщение «**Разряд батарей**». В этом случае пользователю необходимо либо переключиться на питание от внешнего источника, либо произвести замену комплекта батарей.

В случае своевременного включения внешнего источника питания прибор может продолжать работу в выбранном режиме без потери информации.

При невозможности выхода из режима автономного питания для продолжения работы необходимо нажать клавишу [▶] (вперед).

В этом случае Изготовитель не гарантирует сохранение паспортной точности измерений и возможность доведения выбранной проверки до конца.

10.3. В случае выхода из строя (разряда) элементов автономного питания производится их замена.

Для этого необходимо вывернуть два винта, с помощью которых крышка батарейного отсека крепится к корпусу измерительно-вычислительного блока, снять крышку и вынуть все четыре батареи, находящиеся в отсеке.

Далее необходимо установить в батарейном отсеке измерительно-вычислительного блока новые батареи, соблюдая установленную полярность. После чего можно закрыть крышку отсека, закрепив ее с помощью двух винтов.

## 11. ПОВЕРКА ПРИБОРА

Поверка прибора производится в соответствии с требованиями Методики поверки РЦ 140.00.00.000 МП, которая включена в комплект документов поставляемых совместно с прибором ЦБ-3.

Периодическая поверка прибора должна проводиться не реже одного раза в год организациями уполномоченными Ростехрегулированием.

## 12. КАЛИБРОВКА ПРИБОРА

В приборе предусмотрена возможность программной калибровки каналов измерения вибрации и частоты вращения.

12.1. Используемая аппаратура и основные требования к проведению калибровки.

При проведении калибровки вибоизмерительных каналов прибора должна использоваться эталонная вибрационная установка, удовлетворяющая требованиям МИ2070-90 ( Государственная поверочная схема для средств измерений виброперемещения, виброскорости и виброускорения в диапазоне частот 0.3 - 20000 Гц).

При проведении калибровки виброизмерительный преобразователь первого (второго) измерительного канала калибруемого прибора устанавливаются на вибровозбудитель эталонной виброустановки так, чтобы ось чувствительности ВИП совпадала с направлением колебаний и подсоединяют его к соответствующему входу измерительно-вычислительного блока.

Кабель преобразователя закрепляется к неподвижной части вибровозбудителя в соответствии с требованиями его паспорта (шифр 5Ф2.781.102ПС).

Калибровка выполняется на базовой частоте 80 Гц при заданном значении виброскорости  $V_z$  равном 10 мм/с.

Номинальные значения коэффициентов преобразования, установленные в приборе перед проведением калибровки для первого и второго измерительных каналов равны 25 мВ/ (мм/сек).

Калибровка канала измерения частоты вращения выполняется электрическими методами, предусматривающими использование генератора и частотомера.

С выхода генератора синусоидальный сигнал напряжением  $5 \pm 0.5$  В подается на вход прибора, предназначенный для измерения частоты вращения.

Точная настройка частоты сигнала производится с помощью частотомера, подключенного параллельно к выходу генератора.

Базовая частота для которой определяется уточненный коэффициент преобразования по частоте равна 9000 об/мин ( 150 Гц).

Номинальное значение коэффициента преобразования по частоте установленное в приборе при его изготовлении равно 1.0000.

12.2. Проведение калибровки.

Операция калибровки начинается из заставки, которая высвечивается на ЖКИ в момент включения прибора:

<p><b>Питание U = 5.96 В</b>  <b>Прибор мод. ЦБ-3</b>  <b>к работе готов</b>  <b>[▶] – вперед</b></p>
---

При этом для выхода в режим калибровки необходимо одновременно нажать клавиши [▲] и [◀].

**Внимание! Во избежание несанкционированного вмешательства в настройку прибора эти клавиши в данной заставке не указаны.**

После нажатия этих клавиш на ЖКИ высвечивается новое меню, с помощью которого можно просмотреть существующие коэффициенты и при необходимости ввести их уточненные значения:

[▲] – Выход
[●] – Kad
[◀] - Rxx в 1 пл.
[▶] - Rxx в 2 пл.

Для выбора режима просмотра или ввода уточненных коэффициентов преобразования измерительных каналов необходимо нажать клавишу [●]. При этом на ЖКИ высвечивается надпись, указывающая на то, что для проведения корректировки коэффициентов преобразования необходимо ввести пароль (цифровой код), который обеспечивает дополнительную защиту от несанкционированного вмешательства в настройку прибора:

Пар=_
Введите пароль
[●]-Сброс
[▶]-Вперед

Для данного прибора паролем является число **123**, которое вводится с помощью цифровых клавиш клавиатуры с последующим нажатием клавиши [▶] (вперед).

Для исправления ошибочно введенного цифрового кода используется клавиша [●] (сброс), после нажатия которой можно повторить попытку ввода пароля.

После ввода правильного цифрового кода и нажатия клавиши [▶] (вперед) на ЖКИ высвечивается надпись, подтверждающая возможность просмотра и корректировки коэффициентов преобразования:

<b>Кэф-ты датчиков</b>
[▲] – Выход
[▶] – Вперед

В этом случае при нажатии клавиши [▲] (выход) выполняется возврат в предыдущее меню.

При нажатии клавиши [▶] (вперед) на ЖКИ высвечивается надпись, позволяющая просмотреть существующий коэффициент преобразования датчика первого канала и при необходимости начать его корректировку:

<p><b>K1 = 25.00 мВ/(мм/с)</b>  <b>[ ● ] – вручную</b>  <b>[ ◀ ] – автоматически</b>  <b>[ ▶ ] – пропустить</b></p>
---

При этом в первой строке приводится значение существующего коэффициента преобразования датчика, а во второй, третьей и четвертой строках указаны обозначения клавиш, которые необходимо нажать для продолжения работы по программе.

При нажатии клавиши [▶] (пропустить) сохраняется введенный ранее коэффициент преобразования.

При нажатии клавиши [●] (вручную) на ЖКИ выводится меню, с помощью которого можно установить новое значение коэффициента преобразования путем его ввода с клавиатуры:

<p><b>K1 = _</b>  <b>мВ/мм/с</b>  <b>[ ● ] – сброс</b>  <b>[ ▶ ] – принять</b></p>
--

В первой строке указанной надписи вводится новое значение коэффициента преобразования. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода коэффициента используются цифровые клавиши клавиатуры.

**Внимание! Методика определения уточненного коэффициента преобразования приведена в п.12.3.1.**

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода коэффициента.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), при нажатии которой в энергонезависимую память прибора заносится измененное значение коэффициента преобразования.

При нажатии клавиши [▶] (принять) на ЖКИ высвечивается надпись предлагающая повторить проделанную выше операцию для второго датчика:

Помимо ручного режима калибровки виброизмерительных каналов в программе предусмотрена возможность их автоматизированной калибровки.

Автоматическая калибровка начинает выполняться из рассмотренной выше заставки:

<p><b>K1 = 25.00 мВ/(мм/с)</b>  <b>[ ● ] – вручную</b>  <b>[ ◀ ] – автоматически</b>  <b>[ ▶ ] – пропустить</b></p>
---

При нажатии клавиши [◀] (автоматически) прибор переходит в режим автоматического расчета коэффициента преобразования датчика.

Для работы в этом режиме требуется задать на эталонной вибрационной установке уровень СКЗ виброскорости  $V_3 = 10.00$  мм/сек, о чем напоминает надпись на ЖКИ:

**Канал вибрации 1**  
**Установите эталонное**  
 **$V_3 = 10.00$  мм/сек**  
**[▶]-вперед**

Для проведения замера вибрации с помощью прибора мод.ЦБ-3 необходимо нажать клавишу [▶] (вперед), после чего на ЖКИ появятся надпись с результатом замера и обозначением клавиш, которые можно нажать для продолжения работы:

**$V_1 = 10.98$  мм/сек**  
**[▲]-выход**  
**[◀]-повторить**  
**[▶]-принять**

В этом случае, при нажатии клавиши [▲] (выход) происходит выход из режима калибровки. При нажатии клавиши [◀] (повторить) может быть проведен повторный замер. При нажатии клавиши [▶] (принять) выполняется расчет уточненного коэффициент преобразования, который заносится в энергонезависимую память прибора, после чего программа возвращается в начало калибровки первого датчика с выводом на ЖКИ уточненного значения коэффициента преобразования.

**$K_1 = 26.19$  мВ/мм/с**  
**[●]-вручную**  
**[◀]-автоматически**  
**[▶]-пропустить**

В этом случае для завершения операции калибровки первого измерительного канала, как уже отмечалось выше, необходимо нажать клавишу [▶] (пропустить), после чего происходит переход к калибровке второго датчика. При этом на ЖКИ появится следующая надпись:

**$K_2 = 25.00$  мВ/(мм/с)**  
**[●] – вручную**  
**[◀] – автоматически**  
**[▶] – пропустить**

При этом, в первой строке указывается, что калибровка проводится второго виброизмерительного канала, для которого при изготовлении прибора установлен коэффициент преобразования  $K_2 = 25.00$  мВ/(мм/с).

Во второй, третьей и четвертой строках указаны обозначения клавиш, которые необходимо нажать для продолжения работы по программе.

Калибровка второго виброизмерительного канала выполняется по тем же правилам, что и рассмотренная выше калибровка первого канала.

После ее завершения на ЖКИ выводится надпись позволяющая просмотреть существующий коэффициент преобразования канала измерения частоты вращения и при необходимости начать его корректировку:

<p><b>Kob=1.0000</b>  <b>[●]-вручную</b>  <b>[◀]-автоматически</b>  <b>[▶]-пропустить</b></p>
---

При этом в первой строке выводится значение коэффициента преобразования канала измерения частоты вращения.

Во второй, третьей и четвертой строках указаны обозначения клавиш, которые необходимо нажать для продолжения работы по программе.

При нажатии клавиши [▶] (пропустить) сохраняется введенный ранее коэффициент и происходит переход к калибровке первого датчика вибрации.

При нажатии клавиши [●] (вручную) на ЖКИ выводится меню, с помощью которого можно установить новое уточненное значение коэффициента преобразования по частоте:

<p><b>Kob= _</b>  <b>[●]-сброс</b>  <b>[▶]-принять</b></p>
--

В первой строке указанной надписи вводится новое значение коэффициента преобразования. Курсор " \_ " обозначает начальную позицию ввода. Для ввода коэффициента используются цифровые клавиши клавиатуры.

**Внимание! Величина уточненного значения коэффициента преобразования, используемого при измерении частоты вращения, определяется в соответствии с рекомендациями, приведенными в п.12.3.2.**

В третьей строке ЖКИ указано обозначение клавиши сброса [●], которую необходимо нажать, чтобы произвести исправления в случае ошибочного ввода коэффициента.

В четвертой строке указано обозначение клавиши [▶] (принять), при нажатии которой в энергонезависимую память прибора заносится уточненное значение коэффициента преобразования.

Помимо возможности ручного ввода коэффициента преобразования по частоте в приборе предусмотрена возможность автоматического ввода этого коэффициента.

Эта операция выполняется из рассмотренного выше меню:

<p><b>Kob=1.0000</b>  <b>[●]-вручную</b>  <b>[◀]-автоматически</b>  <b>[▶]-пропустить</b></p>
---

Для этого необходимо нажать клавишу [◀] (автоматически), после чего прибор переходит в режим автоматического расчета коэффициента преобразования канала и на ЖКИ выводится следующая надпись, указывающая на необходимость задания с помощью калибровочного генератора частоты равной 9000 об/мин (150 Гц):

**Канал частоты  
Установите  
N= 12000 об/мин  
[▶]-вперед**

С помощью частотомера убедитесь, что заданная частота соответствует указанной в меню, и нажмите кнопку [▶](вперед) для пначала измерения.

После проведения замера на ЖКИ появится надпись:

**N=12003 об/мин  
[▲]-выход  
[◀]-повторить  
[▶]-принять**

При нажатии клавиши [▲] (выход) происходит выход из режима калибровки.

При нажатии клавиши [◀] (повторить) выполняется повторный замер.

При нажатии клавиши [▶] (принять), рассчитанный по результатам калибровочного измерения, уточненный коэффициент преобразования по частоте заносится в энергонезависимую память прибора и на ЖКИ выводится уточненное значение коэффициента:

**Kob=1.0001  
[●]-вручную  
[◀]-автоматически  
[▶]-пропустить**

12.3.Методика расчета уточненных коэффициентов преобразования.

12.3.1. Уточненное значение коэффициента преобразования в канале измерения вибрации определяется по формуле:

$$K_{пу} = K_{п} * \frac{V_{и}}{V_{з}} \quad (12.1)$$

Где  $K_{п}$  – исходное значение коэффициента преобразования, хранящееся в энергонезависимой памяти прибора;  
 $K_{пу}$  - уточненное значение коэффициента преобразования;

$V_{з}$  – значение вибрации, заданное с помощью эталонной вибрационной установки;

$V_{и}$  - результат измерения вибрации, считываемый с ЖКИ измерительно-вычислительного блока прибора мод.ЦБ-3;

Определенные при калибровке уточненные коэффициенты преобразования вводятся в энергонезависимую память прибора последовательно для первого и второго каналов вручную.

12.3.1. Уточненное значение коэффициента преобразования канала измерения частоты вращения определяется по формуле:

$$K_{пу} = K_{п} * \frac{N_{и}}{N_{з}} \quad (12.2)$$

где  $K_{п}$  – исходное значение коэффициента преобразования, хранящееся в энергонезависимой памяти прибора;  
 $K_{пу}$  - уточненное значение коэффициента преобразования;  
 $N_{з}$  – значение частоты вращения, заданное с помощью генератора;  
 $N_{и}$  - результат измерения частоты вращения, считываемый с ЖКИ измерительно-вычислительного блока прибора мод.ЦБ-3;

Определенный при калибровке уточненный коэффициент преобразования вводится в энергонезависимую память прибора вручную .

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### БАЛАНСИРОВКА В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ (справочные рекомендации)

#### П.1.1. Балансировка роторов в одной и двух плоскостях коррекции.

Количество плоскостей балансировки определяется с учетом конструктивных особенностей ротора балансируемой машины.

Балансировка в одной плоскости ("статическая") обычно выполняется для узких дискообразных роторов, не имеющих существенных осевых биений.

Типичными примерами роторов этого класса являются:

- узкие шлифовальные круги;
- шкивы ременных передач;
- дисковые маховики;
- зубчатые колеса;
- муфты;
- зажимные патроны токарных станков;
- узкие вентиляторы и т.п.

Балансировка в двух плоскостях ("динамическая") выполняется для длинных (валообразных) двухопорных роторов.

Типичными примерами роторов этого класса являются:

- роторы электродвигателей и генераторов;
- роторы компрессоров и насосов;
- рабочие колеса турбин и вентиляторов;
- широкие шлифовальные круги;
- шпиндели;
- валы мукомольных машин с бичами и т.п.

#### П.1.2. Особенности установки балансируемой машины.

Как правило, балансировка машины выполняется непосредственно на месте ее установки.

Исключением являются случаи, когда скорость ротора попадает в один из диапазонов резонанса машины. Признаком этого является отличие (более чем на 10-20%) результатов измерений по амплитуде и/или фазе от пуска к пуску. В случае выявления резонанса необходимо изменить скорость вращения ротора, а если такая возможность отсутствует - изменить условия установки машины на фундаменте (например, временно установив ее на упругие опоры).

#### П.1.3. Выбор скорости вращения ротора.

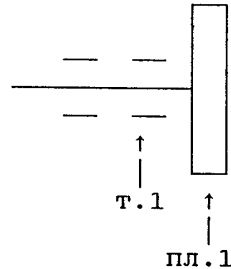
Балансировку обычно проводят на рабочей скорости вращения ротора. При этом, в случае, когда применяется привод с возможностью изменения скорости, целесообразно выбирать наивысшую рабочую скорость вращения.

**ВНИМАНИЕ!** При выборе скорости вращения ротора при балансировке необходимо избегать попадания в диапазоны резонансов машины (см.п.П.1.2.).

#### П.1.4. Выбор точек измерения и плоскостей коррекции.

В качестве точек измерения вибрации выбирают преимущественно подшипниковые опоры или плоскости опор.

При балансировке в одной плоскости достаточна одна точка измерения (см.рис.П1.1.).



**Рис.П1.1.** Выбор точки измерения и плоскости коррекции при балансировке в одной плоскости.

При балансировке в двух плоскостях необходимо иметь две точки измерения (см. рис. П1.2).



**Рис. П.1.2.** Выбор точек измерения и плоскостей коррекции при балансировке в двух плоскостях в случае: а) симметричного ротора; в) консольного ротора.

Плоскости коррекции, в которых осуществляется съем (установка) корректирующих масс, должны выбираться как можно ближе к точкам измерения. В случае балансировки в двух плоскостях расстояние между плоскостями должно выбираться как можно большим.

#### П.1.5. Выбор массы пробного груза.

Масса пробного груза может быть ориентировочно определена по эмпирической формуле:

$$M_{п} = \frac{M_{р}}{R_{п} \cdot (N/100)^2} \quad (П.1.1)$$

где:  $M_{п}$  - масса пробного груза, г  
 $M_{р}$  - масса балансируемого ротора, г  
 $R_{п}$  - радиус установки пробного груза, с  
 $N$  - скорость ротора, об/мин

При правильном подборе массы пробного груза его установка на роторе должна привести к заметным изменениям уровня вибрации. В противном случае масса пробного груза должна быть увеличена.

#### **П.1.6. Особенности установки датчиков.**

а) Датчик вибрации может устанавливаться в точке измерения при помощи:

- резьбовой шпильки (жесткое крепление);
- магнитной присоски;
- переходного штыря (прижим рукой);
- непосредственного контакта датчика с опорой (прижим рукой);

б) Датчик фазового угла может устанавливаться на корпусе машины при помощи специального приспособления (например, магнитной стойки или струбцины) и должен быть ориентирован по нормали к цилиндрической или торцевой поверхности ротора. На поверхности ротора при помощи мела, клейкой ленты и т.п., наносится метка для отсчета фазового угла. В качестве метки могут также использоваться имеющиеся на отдельных роторах шпоночные пазы, отверстия, выступающие головки болтов и т.п.

Для изготовления отражающей метки в комплект поставки прибора включены клейкая зеркальная отражающая лента и клейкая катафотная отражающая лента. Катафотную ленту рекомендуется использовать для более жестких условий работы датчика (повышенный зазор, засветка внешними источниками светового излучения).

Зазор между чувствительным элементом датчика и вращающейся поверхностью ротора для датчика фазового угла типа ВИКО-05Р-М18-Н-DC10-30В-1м-ик должен устанавливаться в пределах 40 - 100 мм. Для датчиков фазового угла других моделей, которыми при необходимости может комплектоваться прибор, допустимый диапазон изменения рабочего зазора устанавливается в технической документации на датчик.

Правильность выбора зазора проверяется с помощью светодиодного индикатора датчика, который горит зеленым светом в случае прохождения отражающей метки и соответственно - красным цветом при прохождении поверхности ротора с более низкой отражающей способностью. В случае "черной" (поглощающей) метки и высокой отражающей способности поверхности ротора в момент прохождения метки светодиод должен гореть красным цветом, а все остальное время – зеленым.

Следует иметь ввиду, что выбор ширины метки "L" зависит от частоты вращения ротора и радиуса установки метки. Ориентировочно она может быть рассчитана по формуле:

$$L > \frac{N * R}{2000} \geq 1.5 \text{ см} \quad (\text{П.1.2})$$

где: L - ширина метки (не менее), см  
 N - скорость ротора, об/мин  
 R - радиус установки метки, см

С учетом опыта практического применения рекомендуемая ширина метки не должна быть не меньше 1 - 1.5 см.

Для миниатюрных роторов с радиусом установки метки менее 10 мм допускается использование более узкой метки. При этом желательно проведение экспериментальной проверки правильности выбора ширины метки.

**ВНИМАНИЕ!** При использовании датчика фазового угла во избежание помех желательно избегать попадания прямых солнечных лучей или яркого искусственного освещения на отражающую метку и/или чувствительный элемент (фотодиод) датчика.

#### П.1.7. Критерии сбалансированности по стандарту ИСО 2372.

Предельные значения уровней вибрации, установленные для четырех классов машин, приведены в таблице П.1.

Таблица П.1

Класс машины *)	Допустимые уровни вибрации, мм/сек СКЗ			
	Хорошо	Приемлемо	Еще допустимо	Недопустимо
1	< 0.7	0.7-1.8	1.8-4.5	> 4.5
2	<1.1	1.1-2.8	2.8-7.1	>7.1
3	<1.8	1.8-4.5	4.5-11	>11
4	<2.8	2.8-7.1	7.1-18	>18

- \*)Примечание:**
- классу 1 соответствуют небольшие машины, установленные на жестких фундаментах (аналог - электродвигатели мощностью до 15квт);
  - классу 2 соответствуют средние машины, установленные без отдельных фундаментов (аналог-электродвигатели мощностью 15-75 квт ), а также приводные механизмы на отдельных фундаментах мощностью до 300квт;
  - классу 3 соответствуют крупные машины, установленные на жестких фундаментах (аналог -электрооборудование мощностью свыше 300квт);
  - классу 4 соответствуют крупные машины, установленные на фундаментах облегченного типа (аналог-электрооборудование мощностью свыше 300квт);

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ЦЕНТРОВКА В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

(справочные рекомендации)

Проверка центровки роторов выполняется с использованием двух стрелочных индикаторов, устанавливаемых на ободу полумуфты окончательно установленной машины в радиальном и осевом направлении с помощью специального приспособления.

Пример исполнения приспособления рассмотрен в работе Р.Г.Гемке "Неисправности электрических машин". Там же подробно описана методика проведения измерений при центровке.

Перед проведением замеров необходимо ввести в память прибора данные о геометрических размерах прицентровываемой машины, используемые при расчетах, в том числе:

- расстояние от торца полумуфты до плоскости передних опор- L1;
- расстояние от торца полумуфты до плоскости задних опор - L2;
- радиус полумуфты (или в случае его значительного отличия от радиуса измерения осевого зазора - радиус измерения ) - R.

В случае, когда в технической документации на машину указаны поправки, учитывающие температурные деформации ее опорных узлов при работе, они также могут быть введены в память прибора и учтены в последующих расчетах.

Измерения относительного смещения полумуфт в радиальном и осевом направлениях производятся последовательно в четырех позициях при совместном развороте полумуфт. Схема измерения приведена на рис. П.2.1.

Первая (исходная) позиция -  $0^\circ$ , когда индикаторы располагаются в верхнем положении. При этом величина радиального смещения обозначена R1, а осевого - A1.

Вторая позиция -  $90^\circ$ , когда индикаторы располагаются справа, если смотреть на прицентровываемую машину со стороны окончательно установленной машины. При этом величина радиального смещения обозначена R2, а осевого - A2.

Третья позиция -  $180^\circ$ , когда индикаторы располагаются снизу. При этом величина радиального смещения обозначена R3, а осевого - A3.

В случае, когда измерение зазоров в этой позиции в связи с конструктивными особенностями машины невозможно, величины R3 и A3 могут не измеряться. При этом указанные данные вычисляются по результатам остальных замеров.

Четвертая позиция -  $270^\circ$ , когда индикаторы располагаются слева, если смотреть на прицентровываемую машину со стороны окончательно установленной машины. При этом величина радиального зазора обозначена R4, а осевого A4.

Результаты измерений во всех четырех позициях вводятся в прибор вручную.

По результатам указанных замеров выполняется расчет величин смещения опорных узлов прицентровываемой машины в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Причем, в горизонтальной плоскости положительному направлению соответствует перемещение вправо (если смотреть со стороны окончательно установленной машины), а отрицательному - влево. В вертикальной плоскости положительным является направление вверх. (См. рис. П.2.1).

После смещения опорных поверхностей прицентровываемой машины, выполненного на основании результатов расчета, производится повторная проверка относительного смещения полумуфт, по результатам которой делается вывод о качестве центровки.

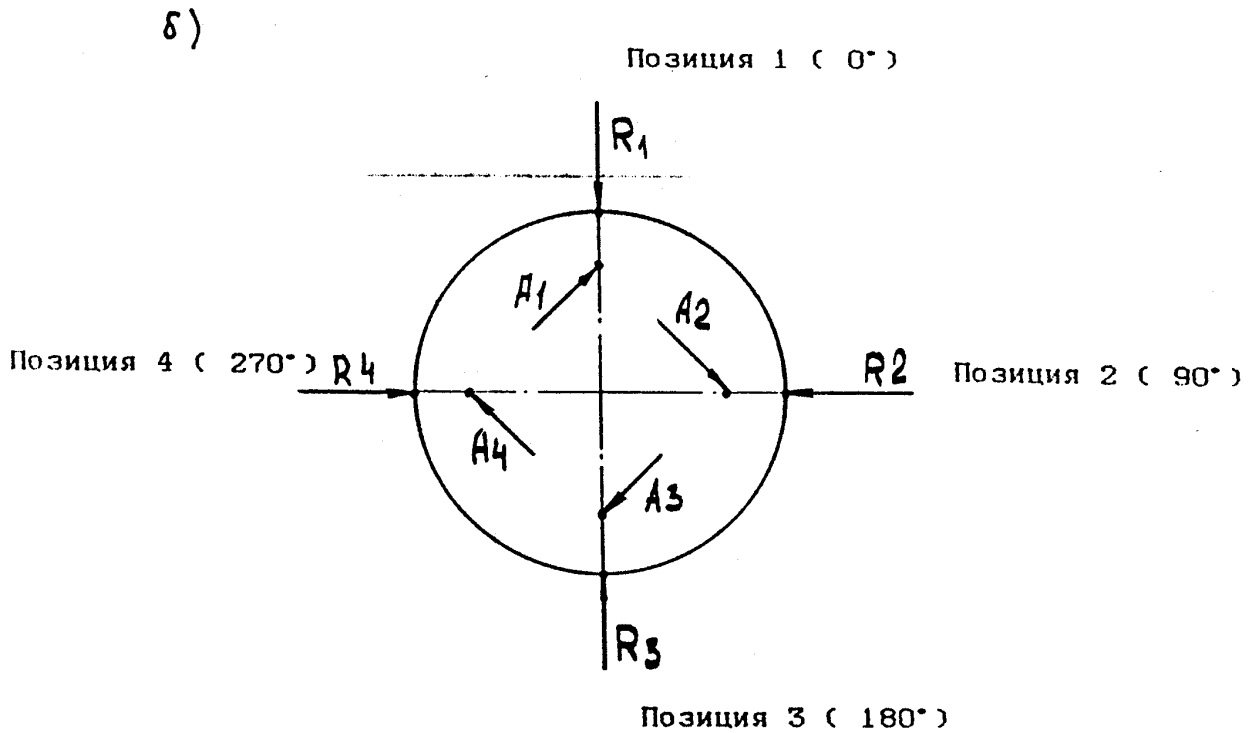
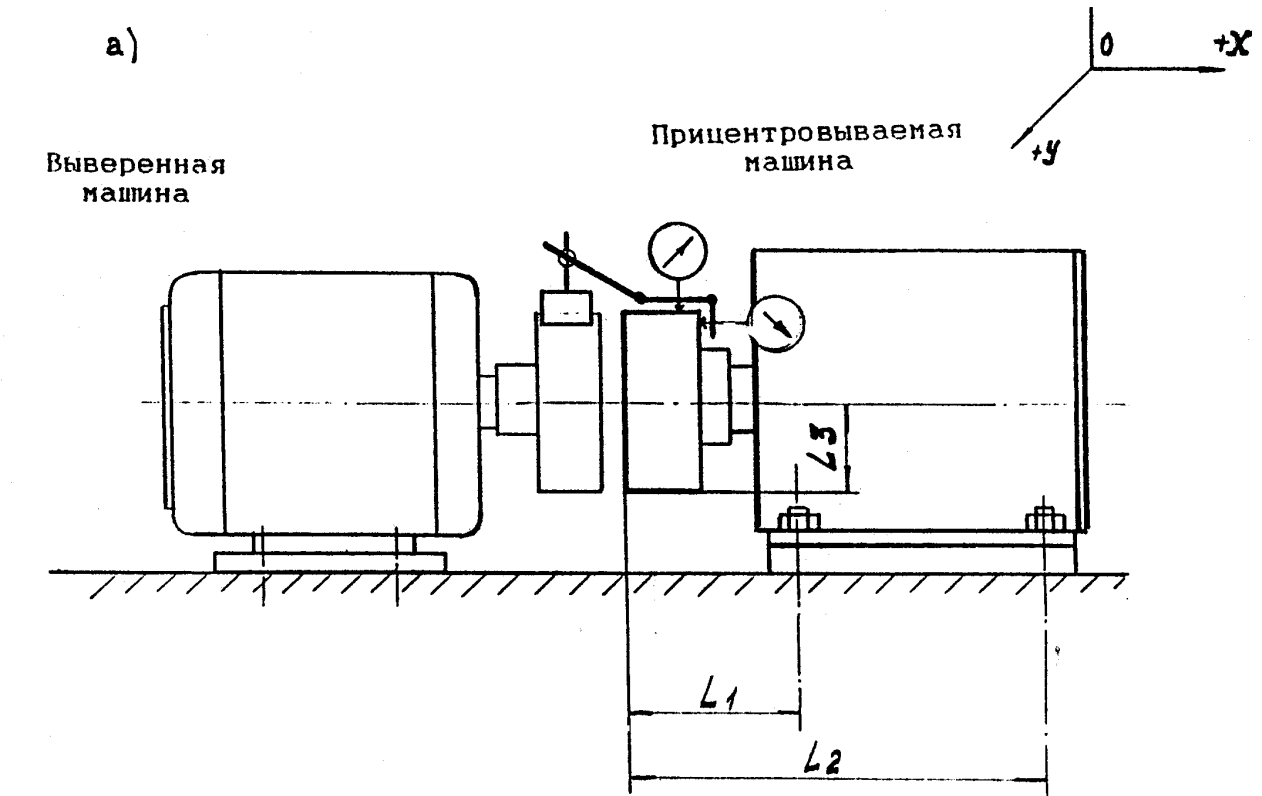


Рис.П.2.1. Схема измерения при центровке  
 а) расположение машин при центровке  
 б) обозначения позиций измерения и измеряемых зазоров

