Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

ООО КИНЕМАТИКА

ПРИБОР
ДЛЯ БАЛАНСИРОВКИ
МЕХАНИЗМОВ «БАЛКОМ-3D»

ППАСПОРТ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

КИН xxx.00.00.000 ПиРЭ

г. Санкт-Петербург
2014 г.

СОДЕРЖАНИЕ

		Лист
1.	Назначение	3
2.	Технические характеристики	4
3.	Состав изделия и комплект поставки	5
4.	Устройство и принцип работы прибора	6
5.	Указания мер безопасности	10
6.	Подготовка прибора к работе	10
7.	Работа с прибором	11
7.1	Главное рабочее окно программы. Назначение основных управляющих кнопок	11
7.2	Ввод или коррекция коэффициентов преобразования датчиков вибрации	13
7.3	Работа в режиме «Виброметр»	14
7.4	Балансировка в одной плоскости (статическая)	16
7.5	Балансировка в двух плоскостях (динамическая)	27
7.6	Работа в режиме «Графики»	37
8.	Общие указания по эксплуатации и техническому обслуживанию прибора	43
9.	Правила транспортирования и хранения	44
10.	Поверка прибора	44
11.	Свидетельство о приёмке	45
12.	Свидетельство об упаковке	45
13.	Гарантии изготовителя	45
	Приложение 1 Балансировка в эксплуатационных условиях (справочные рекомендации)	46

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Прибор «БалКом-3D» (далее по тексту «Прибор») является портативным балансировочным комплектом нового поколения, предназначенным для измерения вибрации и балансировки роторных механизмов в одной или двух плоскостях коррекции.

Прибор включает в себя два трёхкоординатных датчика вибрации (вибропреобразователя), датчик фазового угла, измерительный блок, а так же переносной компьютер - нетбук или ноутбук.

Отличительной особенностью прибора является возможность одновременного измерения среднеквадратического значения (СКЗ) виброскорости по 6-ти измерительным каналам (по трем взаимно перпендикулярным координатам для каждого датчика вибрации).

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

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

При необходимости прибор «БалКом-3D» может быть также использован в качестве измерительной системы балансировочного станка.

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.

Результаты всех балансировок сохраняются в Архиве балансировки и при необходимости могут быть распечатаны в виде протоколов.

Помимо балансировки прибор «БалКом-3D» дополнительно может использоваться как шестиканальный вибротахометр, позволяющий осуществлять измерение среднего квадратического значения (СКЗ) суммарной вибрации, СКЗ и фазы оборотной составляющей вибрации, а также контролировать частоту вращения ротора.

Кроме того, данный прибор позволяет выводить дисплей графики временной функции и спектра вибрации по виброскорости, что может быть полезным при оценке технического состояния балансируемой машины.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Число плоскостей коррекции при балансировке	1, 2
2.2. Число каналов измерения вибрации	6
2.3. Число каналов измерения частоты вращения	1
2.4.Диапазон измерения среднего квадратического значения (СКЗ) виброскорости, мм/сек	от 0.2 до 50
2.5. Частотный диапазон измерения СКЗ виброскорости, Гц	от 5 до 200
2.6.Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения СКЗ виброскорости на базовой частоте (80 Гц) и в рабочем диапазоне частот, мм/сек	±(0.1 + 0.1*Vи), где Vи – измеренное значение СКЗ виброскорости
2.7. Диапазон измерения частоты вращения, об/мин	300 - 30000
2.8. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты враще-ния в рабочем диапазоне частот, об/мин	±(1 + 0.005*Nи), где Nи – измеренное значение частоты вращения ротора
2.9. Диапазон измерения сдвига фазы вибрации, угловых градусов	от 0 до 360
2.10. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения сдвига фазы вибрации, угловых градусов	± 2
2.11.Габаритные размеры измерительного блока, мм, не более	200*160*65
2.12.Масса измерительного блока, кг, не более	0.9
2.13. Габаритные размеры вибропреобразователя, мм, не более	25*25*20
2.14. Масса вибропреобразователя, кг, не более	0.04
2.15. Габаритные размеры датчика фазового угла, мм, не более	120*60*30
2.16. Масса датчика фазового с кабелем, кг, не более	0.2
2.17. 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
2.18. Средняя наработка на отказ, час, не менее	1000
2.19. Средний срок службы, лет, не менее	6

3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Базовый комплект поставки прибора «БалКом-3D» включает в себя измерительный блок, два трёхкоординатных датчика вибрации, датчик фазового угла, оснастку, необходимую пользователю для выполнения основных измерений, а также CD-диск с программным обеспечением.

Дополнительно (по желанию Заказчика) прибор может быть укомплектован переносным компьютером (нетбуком, ноутбуком)

Комплект поставки

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
КИН xxx.00.00.000	Блок измерительный	1	
DT 2234C+	Тахометр лазерный	1	
AD-3D	Вибропреобразователь трёхкоординатный емкостной (на базе акселерометра ADXL335)	2	
	Компьютер (нетбук или ноутбук)	1	Поставляется по желанию Заказчика
	Штатив магнитный	1	
	Весы электронные	1	
	Чемодан (сумка) для транспортировки прибора	1	
	Документация		
КИН xxx.00.00.000ПиРЭ	Прибор для балансировки механизмов «БалКом-3D». Паспорт и Руководство по эксплуатации.	1	
DT 2234C+	Тахометр лазерный. Этикетка	1	
	Программное обеспечение на флэшнакопителе	1	

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИБОРА

4.1. Фотографии прибора «БалКом-4» представлены на рис. 4.1 и 4.2.

Прибор (см. рис. 4.1) состоит из измерительного блока **4**, двух датчиков вибрации **1** и **2,** датчика фазового угла **3** и портативного компьютера (нетбука или ноутбука) **5**.

В комплект поставки прибора также включена оснастка, необходимая для проведения балансировки механизмов в полевых условиях. В частности магниты, используемые для установки на объекте датчиков вибрации, и магнитный штатив, используемый для установки датчика фазового угла.

Корпус измерительного блока прибора выполнен из пластика ABS серого цвета.

На лицевой стенке корпуса (см. рис. 4.2) расположены разъёмы X1, X2 предназначенные для подключения датчиков вибрации соответственно к 1, 2, 3 и 4, 5, 6 измерительным каналам измерительного блока, а также разъём X3, используемый для подключения датчика фазового угла.

Из задней стенки датчика выведен кабель с USB-разъёмом X4, предназначенный для подключения измерительного блока к компьютеру.

По этому кабелю осуществляется обмен информацией между измерительным блоком и компьютером. По нему также обеспечивается подача питания **+5 В** от компьютера к измерительному блоку.

Рис. 4.1. Прибор для балансировки «БалКом-3D» в комплекте

Рис. 4.2. Лицевая панель измерительного блока прибора «БалКом-3D».

4.2. Функциональная схема прибора приведена на рис. 4.3.

Прибор включает в себя следующие конструктивные единицы: измерительный блок **4**, трёхкоординатные датчики вибрации **1** и **2**, датчик фазового угла (лазерный тахометр) **3**, портативный компьютер **5.**

Как видно из схемы, в корпусе измерительного блока установлены модуль **6** АЦП/ЦАП E154 (или E14-140-M)**,** к которому подключена плата **7** нормирующих преобразователей сигналов датчиков**.**

На плате **7** собраны основные узлы, обеспечивающие нормирование сигналов с датчиков, в том числе:

- интеграторы **8, 9, 10** сигналов вибрации по осям X, У, Z от датчика **1**;
- интеграторы **11, 12, 13** сигналов вибрации по осям X, У, Z от датчика **2**;
- преобразователь **14** сигнала датчика фазового угла;
- преобразователь **15** питания DC-DC +5В/+3В;
- преобразователь **16** питания DC-DC +5В/+12В.

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 – емкостные интегральные акселерометры **2-5**. Для определения фазовых характеристик сигнала используется оптический лазерный тахометр **6**, работающий на отражение.

Рис. 4.3. Функциональная схема прибора «БалКом-3D».

Под воздействием механических колебаний на выходе датчика вибрации формируется электрический аналоговый сигнал пропорциональный виброускорению, который подается на соответствующий вход измерительного блока **6** прибора.

Далее после преобразования (интегрирования, полосовой фильтрации) видоизмененный сигнал пропорциональный виброскорости поступает на соответствующий аналоговый вход модуля **6** АЦП/ЦАП E154 (E14-140-M), в котором 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 **3**, который после нормирования также подается на соответствующий аналоговый вход модуля**6**.

В модуле **6** АЦП/ЦАП производится предварительная цифровая обработка и запоминание аналоговых сигналов, поступающих с датчиков. После чего оцифрованные сигналы по шине USB передаются в портативный компьютер **5**, в котором по заданной программе осуществляется дальнейшая обработка цифрового сигнала (фильтрация, интерполяция, Фурье – анализ, вычисление параметров балансировки и т.д.).

Полученные результаты (численные значения амплитуды и фазы вибрации, частоты вращения и т.п.) выводятся на дисплей компьютера и запоминаются в соответствующих отделах его памяти.

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 дисплей компьютера выводятся данные о величине и угле установки корректирующей массы.

Роль пользователя сводится при этом к установке пробных и корректирующих грузов на балансируемом роторе и нажатию по готовности соответствующих клавиш на клавиатуре компьютера (или виртуальных клавиш на дисплее).

Весь процесс балансировки, включающий в себя измерение, обработку сигнала и вычисление результата, выполняется в автоматизированном режиме по программам, находящимся в памяти компьютера.

5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

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

2. В случае эксплуатации прибора в условиях низкого качества сетевого питания и заметных сетевых помех рекомендуется использовать режим автономного питания от аккумуляторов компьютера.

При этом с целью увеличения времени эксплуатации прибора на автономном питании рекомендуется в случае длительных перерывов в его работе переводить компьютер в режим **гибернации (спящий режим)**.

В этом случае вся имеющаяся на момент выключении компьютера информация автоматически сохраняется в его энергонезависимой памяти, что позволяет при повторном запуске продолжить работу прибора с начала прерванного шага программы.

6. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

6.1. Установить датчики вибрации **1, 2** на обследуемом или балансируемом механизме, (Подробная информация об установке датчиков дана в приложении 1).

Внимание! На корпусе датчика вибрации нанесены стрелки, соответствующие направлению измерения вибрации по осям координат X, У, Z.

6.2. Подключить датчики вибрации к разъемам X1, X2.

6.3. Установить датчик фазового угла (лазерный тахометр) **3** таким образом, чтобы номинальный зазор между радиальной (или торцовой) поверхностью балансируемого ротора и корпусом датчика находился в диапазоне от 10 до 1000 мм.

Наклеить на поверхность ротора метку из катафотной ленты шириной не менее 10 -15 мм.

Подключить датчик фазового угла к разъёму X3.

6.4. Подключить измерительный блок к USB-входу компьютера.

6.5. При использовании сетевого питания подключить компьютер к блоку сетевого питания. Подключить блок питания к сети 220 В, 50 Гц.

6.6. Включить компьютер и выбрать программу «БалКом-3D».

7. РАБОТА С ПРИБОРОМ

7.1. Главное рабочее окно программы. Назначение основных управляющих кнопок.

При запуске программы «БалКом-3D» на дисплее компьютера появляется главное рабочее окно программы, представленное на рис. 7.1.

Рис. 7.1. Главное рабочее окно программы "БалКом-3D"

Для управления работой программы в указанном окне имеется 9 виртуальных кнопок, на которых нанесены названия реализуемых при их нажатии функций.

Для нажатия выбранной кнопки необходимо навести на неё стрелку «мышки» и «щёлкнуть» по ней, нажав левую клавишу «мышки».

Управление работой в Главном окне программы также может осуществляться с помощью функциональных клавиш клавиатуры компьютера, обозначение которых также нанесено на соответствующих кнопках окна.

7.1.1. Кнопка **«F1-о программе».**

При нажатии этой кнопки (или, что однозначно, функциональной клавиши **F1** на клавиатуре компьютера) пользователь может получить краткую информацию о назначении программы и, при необходимости, ознакомиться с Руководством по эксплуатации прибора «БалКом-3D».

7.1.2. Кнопки **«F2-одноплоскостная», «F3-двухплоскостная».**

При нажатии кнопки **«F2-одноплоскостная»** (или функциональной клавиши **F2** на клавиатуре компьютера) производится выбор режима измерения вибрации по **первому каналу** измерительного блока.

После нажатия этой кнопки на дисплее компьютера сохраняется мнемосхема, представленная на рис. 7.1, иллюстрирующая процесс измерения вибрации только по первому измерительному каналу (или процесс балансировки в одной плоскости).

При нажатии кнопки **«F3-двухплоскостная»** (или функциональной клавиши **F3** на клавиатуре компьютера) производится выбор режима измерения вибрации одновременно по двум каналам измерительного блока **(первому и второму).**

В этом случае на дисплее компьютера появляется мнемосхема, представленная на рис. 7.2, иллюстрирующая процесс измерения вибрации одновременно по двум измерительным каналам (или процесс балансировки в двух плоскостях).

Рис. 7.2. Вид Главного рабочего окна программы «БалКом-3D» после нажатия кнопки **«F3-двухплоскостная»**

7.1.3. Кнопка **«F4 – К пр».**

При нажатии этой кнопки (или функциональной клавиши **F4** на клавиатуре компьютера) пользователь может войти в рабочее окно «Коэффициенты преобразования датчиков» и, при необходимости, провести корректировку коэффициентов преобразования датчиков вибрации.

7.1.4. Кнопка **«F5 – Виброметр».**

При нажатии этой кнопки (или функциональной клавиши **F5** на клавиатуре компьютера) включается режим измерения вибрации по одному или по двум измерительным каналам виртуального виброметра в зависимости от состояния кнопок **«F2-одноплоскостная», «F3-двухплоскостная».**

7.1.5. Кнопка **«F6 – Протоколы».**

При нажатии этой кнопки (или функциональной клавиши **F6** на клавиатуре компьютера) осуществляется переход в Архив балансировки, из которого можно распечатать протокол с результатами балансировки для конкретного механизма (или ротора).

7.1.6. Кнопка **«F7 – Балансировка».**

При нажатии этой кнопки (или функциональной клавиши **F7** на клавиатуре компьютера) включается режим балансировки в одной или в двух плоскостях коррекции в зависимости от состояния кнопок **«F2-одноплоскостная»** и **«F3-двухплоскостная».**

7.1.7. Кнопка **«F8 – Графики».**

При нажатии этой кнопки (или функциональной клавиши **F8** на клавиатуре компьютера) включается режим графического виброметра, при реализации которого одновременно с цифровыми значениями амплитуды и фазы вибрации на дисплее компьютера выводятся графики её временной функции.

7.1.8. Кнопка **«F10 – Выход».**

При нажатии этой кнопки (или функциональной клавиши **F10** на клавиатуре компьютера) осуществляется завершение работы по программе «БалКом-1».

7.2. Ввод или корректировка коэффициентов преобразования датчиков вибрации.

При нажатии в Главном рабочем окне программы кнопки **«F4 – К пр»** (или функциональной клавиши **F4** на клавиатуре компьютера) на дисплее компьютера появляется рабочее окно «Коэффициенты преобразования» (см. рис. 7.3).

В этом окне проводится корректировка коэффициентов преобразования датчиков вибрации, необходимость в которой выявляется в процессе проведения их калибровки.

Для ввода уточнённого по результатам калибровки значения коэффициента преобразования необходимо навести стрелку «мышки» на соответствующее окошко «**Кпр1**» (или **Кпр2)** рабочего окна, «щёлкнуть» по нему левой клавишей «мышки» и ввести соответствующее значение коэффициента преобразования датчика вибрации.

Внимание!

При вводе коэффициента преобразования его дробная часть отделяется от целой части запятой (знаком « , »).

В случае ошибочного ввода какого-либо коэффициента преобразования для устранения ошибки необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке «**Отменить**», после чего можно повторить ввод данного коэффициента.

После завершения ввода коэффициентов преобразования датчиков по обоим измерительным каналам необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке «**Принять**», после чего новые значения коэффициентов будут сохранены в памяти программы.

Для продолжения работы по программе необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке «**F10 – Выход**» и вернуться в Главное рабочее окно программы.

Рис. 7.3. Рабочее окно для ввода коэффициентов преобразования датчиков вибрации.

7.3. Работа прибора в режиме «Виброметр».

Перед началом работы в режиме «**Виброметр**» необходимо установить датчики вибрации на корпусе машины в выбранных точках измерения и подключить их соответственно к входам X1 и X2 измерительного блока. Фотоэлектрический датчик фазового угла необходимо подключить к входу X3 измерительного 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.

Для начала измерения в режиме «**Виброметр**» необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F5 – Виброметр»** в Главном рабочем окне программы (см. рис.7.1**).** После чего на дисплее компьютера появляется рабочее окно (см. рис.7.4), в котором периодически выводятся результаты измерения, в том числе: величины СКЗ суммарной вибрации (**V1s, V2s**), величины СКЗ (**V1o, V2o**) и фазы (**F1, F2**) 1-й гармоники оборотной составляющей вибрации, а также частота вращения ротора (**Nоб**) соответственно по осям координат X, У, Z.

Внимание!

Перед началом работы в данном режиме необходимо выбрать сколько датчиков – один или два будет использовано при измерении вибрации. При этом в случае из-

мерения вибрации только с помощью датчика 1 в главном рабочем окне программы (см. рис. 7.1) должна быть нажата кнопка «F2-одноплоскостная», а в случае одновременного измерения с использованием датчиков 1 и 2 – кнопка «F3-двухплоскостная».

Рис. 7.4. Рабочее окно режима «Виброметр» (при использовании датчика 1).

Для начала измерения вибрации в данном окне необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке «**F9 – Измерить**» (или нажать функциональную клавишу **F9** на клавиатуре компьютера).

После этого результаты измерений параметров вибрации объекта будут периодически выводиться в соответствующих окошках рабочего окна.

При этом в случае измерения вибрации только при использовании датчика 1 будут заполняться окошки, расположенные под надписью **Плоскость 1** в левой части рабочего окна.

В случае одновременного измерения вибрации с использованием датчиков 1 и 2 будут заполняться все окошки рабочего окна, расположенные как под надписью **Плоскость 1,** так и под надписью **Плоскость 2**.

Измерение вибрации в режиме «**Виброметр**» возможно также и при отключенном датчике фазового угла. При этом в рабочем окне программы будут выводиться только величины СКЗ суммарной вибрации (**V1s, V2s**).

Для завершения работы в режиме «**Виброметр**» необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке «**F10 – Выход**» и вернуться в Главное рабочее окно программы.

7.4. Балансировка в одной плоскости (статическая).

Перед началом работы в режиме «**Балансировка в 1-й плоскости**» необходимо установить датчик вибрации на корпусе машины в выбранной точке измерения и подключить его к входу X1 измерительного блока.

Оптический датчик фазового угла необходимо подключить к входу X3 измерительного блока. Кроме того, для использования этого датчика на доступную поверхность ротора балансируемой машины необходимо нанести специальную метку, имеющую отражающую способность, контрастную по отношению к отражающей способности поверхности ротора.

Подробные требования по выбору места установки датчиков и их креплению на объекте при балансировке изложены в приложении 1.

Работа по программе в режиме “**Балансировка в 1-й плоскости**" начинается из Главного рабочего окна программы.

Для этого первоначально необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F2-одноплоскостная» (**или нажать клавишу **F2** на клавиатуре компьютера**).**

Подтверждением того, что выбран режим балансировки в одной плоскости, является сохранение на дисплее компьютера мнемосхемы, представленной на рис. 7.1 и иллюстрирующей процесс измерения амплитуды и фазы вибрации только по первому измерительному каналу.

Далее в Главном рабочем окне программы необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F7 – Балансировка»,** после чего на дисплее компьютера появится рабочее окно (см. рис. 7.5), используемое для ввода исходных данных при балансировке.

В данном окне первоначально выбирается один из возможных вариантов балансировки – «**Первичная**» или «**Повторная**» балансировка.

«**Первичная**» балансировка обычно выполняется для роторов машин, которые ранее не балансировались и для которых в архивной памяти компьютера отсутствует информация, необходимая для проведения «**Повторной**» балансировки (численные значения коэффициентов балансировки и массы пробного груза).

При выполнении «**Первичной**» балансировки в 1-й плоскости, требуется проведение 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.

«**Повторная**» балансировка может выполняться только для уже ранее отбалансированной машины, для которой определены и занесены в память прибора масса пробного груза 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.

Рис. 7.5. Рабочее окно для ввода исходных данных при балансировке.

7.4.1. Первичная балансировка в 1-й плоскости.

7.4.1.1. Настройка измерительной системы (ввод исходных данных).

Ввод исходных данных для проведения первичной балансировки начинается в рабочем окне **«Балансировка в 1 пл. Исходные данные»** (см. рис. 7.5.).

При этом в разделе «**Вид балансировки**» необходимо с помощью «мышки» поставить метку в графе «**Первичная**».

Далее в разделе **«Координаты балансировки»,** нажав на кнопку **«▼»,** необходимо выбрать из выпадающего списка координатную ось (ось X или ось У или ось Z), в направлении которой будет измеряться вибрация при балансировке.

Далее в разделе «**Масса пробного груза**» необходимо выбрать единицы измерения массы пробного груза, для чего помощью «мышки» поставить метку в графе соответственно в графе «**Граммы**» или «**Проценты**».

При выборе единицы измерения «**Проценты**» все дальнейшие расчеты массы корректирующего груза будут выполняться в процентах по отношению к массе пробного груза.

При выборе единицы измерения «**Граммы**» все дальнейшие расчеты массы корректирующего груза будут выполняться в граммах. После чего ввести в окошке, расположенном справа от надписи «**Граммы**» массу пробного груза, который будет устанавливаться на роторе.

ВНИМАНИЕ!

При необходимости использования в дальнейшей работе режима «Повторно» при первичной балансировке масса пробного груза должна обязательно вводиться в граммах.

Далее в разделе «**Система координат**» следует выбрать один из возможных вариантов размещения корректирующих грузов на балансируемом роторе – в «**Полярной**» или «**Лопастной**» системе координат. Для этого необходимо с помощью мышки поставить метку рядом с соответствующей надписью.

В случае выбора варианта размещения грузов по лопастям рабочего колеса балансируемой машины необходимо ввести число лопастей ротора в соответствующем окошке, расположенном рядом с надписью «**Лопастная**».

Кроме того, в следующем разделе данного рабочего окна желательно ввести радиус установки пробного груза, что позволит получать дополнительную информацию о величине остаточного дисбаланса ротора в «**г * мм**».

После завершения ввода исходных данных следует «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Продолжить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**).**

После чего на дисплее компьютера появится рабочее окно (см. рис. 7.6), используемое для выполнения полного цикла измерений при балансировке.

7.4.1.2. Измерения при проведении балансировки.

Как уже отмечалось выше, «**Первичная**» балансировка требует проведения двух тарировочных пусков и, как минимум, одного проверочного пуска баласируемой машины.

Измерение вибрации на первом пуске машины выполняется в рабочем окне «**Балансировка в 1-й плоскости**» (см. рис. 7.6) в разделе **«Пуск без груза».**

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

На готовность программы к работе в данном разделе указывает темно-зеленый цвет фона раздела и подсветка кнопок **«F8 – Возврат»** и **«F9 – выполнить»,** расположенных в его правой части.

Кнопка **«F8 – Возврат»** (или функциональная клавиша **F8**) может использоваться для возврата в предыдущее рабочее окно программы.

Для проведения измерения параметров вибрации в разделе **«Пуск без груза»** необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Выполнить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**),** после чего начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора могут длиться от 2 до 10 секунд.

При успешном выполнении процесса измерений в соответствующих окошках раздела «Пуск без груза» появляются результаты измерения частоты вращения ротора (**Nоб**), а также значение составляющей СКЗ (**Vo1**) и фазы (**F1**) вибрации, проявляющейся на частоте вращения балансируемого ротора.

Рис. 7.6. Рабочее окно, используемое для измерений при балансировке в одной плоскости.

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 300 об/мин, на дисплей компьютера выводится предупреждающий транспарант (см. рис. 7.7), указывающий, что фактическая частота вращения ротора находится вне пределов измерений.
После устранения причины ошибки для продолжения работы по программе следует нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку «ОК» на транспаранте.

Рис. 7.7. Транспарант, предупреждающий о нештатном режиме работы датчика фазового угла.

При этом также меняется цвет фона раздела **«Груз в плоскости 1» (**с салатного на темно-зеленый) и включается подсветка кнопок **«F8 – Возврат» и «F9 – выполнить»**, что указывает на готовность прибора к работе на втором пуске.

Кнопка **«F8 – Возврат»** (или функциональная клавиша **F8**) используется для возвращения в раздел **«Пуск без груза»** и проведения при необходимости повторного измерения параметров вибрации на этом режиме.

Перед началом измерения параметров вибрации в разделе **«Груз в плоскости 1»**, следует остановить вращение ротора балансируемой машины и установить на нём пробный груз.

Масса этого груза, либо уже задана при подготовке к измерениям в рабочем окне **«Балансировка в 1-й плоскости. Исходные данные»** (см. рис. 7.5), либо условно принята в дальнейших расчетах за 100 %.

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

Внимание!

1. **Вопрос о выборе массы пробного груза и места его установки на роторе балансируемой подробно рассмотрен в приложении 1.**
2. **При необходимости использования в дальнейшей работе режима «Повторно» место установки пробного груза должно обязательно совпадать с плоскостью установки метки, используемой для отсчета фазового угла.**

Для проведения измерения параметров вибрации в разделе **«Груз в плоскости 1»** необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Выполнить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**),** после чего начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора могут длиться от 2 до 10 секунд.

После завершения замера результаты измерений частоты вращения ротора (**Nоб**) и величины СКЗ (**V1o**) и фазы (**F1**), оборотной составляющей вибрации выводятся на дисплее компьютера в соответствующих окошках данного раздела.

Одновременно поверх рабочего окна «**Балансировка в 1-й плоскости**» появляется рабочее окно **«Балансировочные грузы»** (см. рис.7.8), в котором выводятся результаты расчёта параметров корректирующего груза, который необходимо установить на роторе для компенсации его дисбаланса.

Причём, в случае использования полярной системы координат на дисплей выводятся значение массы (**M1**) и угла установки (**f1**) корректирующего груза.

В случае разложения корректирующего груза по лопастям на дисплей выводятся номера лопастей (**Z1i, Z1j**) балансируемого ротора и массы грузов, которые необходимо на них установить.

Рис. 7.8. Рабочее окно с результатами расчета параметров корректирующего груза

Внимание!:

1. **После завершения процесса измерения на втором пуске балансируемой машины необходимо остановить вращение её ротора и снять с него, установленный ранее, пробный груз. Только после этого можно приступать к установке (или съему) на роторе корректирующего груза.**
2. **Отсчет углового положения места добавления (или удаления) с ротора корректирующего груза в полярной системе координат выполняется от места установки пробного груза. Направление отсчета угла совпадает с направлением вращения ротора.**
3. **В случае балансировки по лопастям - лопасть балансируемого ротора, условно принимаемая за 1-ю, совпадает с местом установки пробного груза. Направление отсчёта номера лопасти, указанной на дисплее компьютера, выполняется по направлению вращения ротора.**
4. **В данной версии программы по умолчанию принимается, что корректирующий груз будет добавлен на ротор. Об этом свидетельствует метка, установленная в поле «Добавление».**
   В случае корректировки дисбаланса путём удаления груза (например высверливанием) необходимо установить с помощью мышки метку в поле «Съём», после чего угловое положение корректирующего груза автоматически изменится на 180º.

После установки на балансируемом роторе корректирующей массы нужно нажать кнопку **«Выход -F10» (**или функциональную клавишу **F10** на клавиатуре компьютера**),** вернуться в предыдущее рабочее окно программы **«Балансировка в 1-й плоскости»** и провести оценку эффективности выполненной балансировочной операции.

При этом рабочем окне программы **«Балансировка в 1-й плоскости»** меняется цвет фона раздела **«Проверка» (**с салатного на темно-зеленый) и включается подсветка

кнопки **«F9 – выполнить»**, что указывает на готовность прибора к работе на третьем (проверочном) пуске.

Внимание!
Перед началом измерения на третьем пуске необходимо включить вращение ротора машины и убедиться, что она вышла на рабочий режим.

После завершения проверочного пуска результаты измерений частоты вращения ротора (**Nоб**) и величины СКЗ (**V1о**) и фазы (**F1**) оборотной составляющей вибрации, полученные после балансировки, выводятся на дисплее компьютера в соответствующих окошках данного раздела.

Одновременно поверх рабочего окна «**Балансировка в 1-й плоскости**» появляется рабочее окно **«Балансировочные грузы»** (см. рис.7.8), в котором выводятся результаты расчёта параметров дополнительного корректирующего груза, который необходимо установить (удалить) на роторе для компенсации его остаточного дисбаланса.

Кроме того в этом же окне выводится величина остаточного дисбаланса ротора, достигнутая после балансировки.

В случае, когда величина остаточной вибрации и/или остаточного дисбаланса балансируемого ротора удовлетворяет требованиям допусков, установленных в технической документации, процесс балансировки может быть завершён.

В противном случае процесс балансировки может быть продолжен. Это позволяет методом последовательных приближений скорректировать возможные погрешности, которые могут иметь место при установке (удалении) корректирующего груза на балансируемом роторе.

При продолжении процесса балансировки на балансируемом роторе необходимо установить (удалить) дополнительную корректирующую массу, параметры которой указаны в окне **«Балансировочные грузы».**

После чего нужно нажать кнопку **«Выход - F10» (**или функциональную клавишу **F10** на клавиатуре компьютера**)** и вернуться в предыдущее рабочее окно программы для продолжения работы..

Как видно из рис. 7.8, при работе окне **«Балансировочные грузы»** помимо кнопки **«Выход -F10»** могут использоваться ещё две других управляющих кнопки - **«Коэффициенты – F8», «В архив - F9».**

Кнопка **«Коэффициенты – F8» (**или функциональная клавиша **F8** на клавиатуре компьютера**)** используется для просмотра и запоминания в памяти компьютера коэффициентов балансировки ротора, рассчитанных по результатам двух тарировочных пусков.

При её нажатии на дисплее компьютера появляется рабочее окно **«Коэффициенты балансировок в 1-й плоскости»** (см. рис.7.9), в котором выводятся коэффициенты балансировки, рассчитанные по результатам двух первых тарировочных пусков.

В случае, если при последующей балансировке данной машины предполагается использовать режим **«Повторная»**, указанные коэффициенты должны быть сохранены в памяти компьютера.

Для этого следует нажать кнопку «**F9 – Сохранить**» и перейти на вторую страницу окна **«Коэффициенты балансировок в 1-й плоскости»** (см. рис.7.10)

Рис. 7.9. Рабочее окно с коэффициентами балансировки в 1-й плоскости

NN	Машина	Nлоп	Mпр	Rпр	R11	R12
1		19	1,234	103	-26,330	0,001
2			1,234	103	-26,330	0,001
3		13	1,234	103	-26,330	0,001
4			1,234	103	-26,330	0,001
5		17	1,234	103	-26,330	0,001
6	Вентилятор V-4	19	1,234	103	-26,330	0,001

Рис. 7.10. Вторая страница рабочего окна **«Коэффициенты балансировки в 1-й плоскости».**

После чего необходимо ввести условное обозначение этой машины в окошке **«Машина»** в последней значащей строке таблицы и нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку **« √ »** для сохранения в памяти компьютера указанных данных**.**

Далее можно вернуться предыдущее окно, для чего следует нажать кнопку **«Выход - F10» (**или функциональную клавишу **F10** на клавиатуре компьютера**).**

Кнопка **«В архив - F9»** в рабочем окне **«Балансировка в 1-й пл. Установка грузов и дисбаланс»** (см. рис. 7.8.) используется для просмотра и редактирования ар-

хивных данных, которые хранятся в памяти компьютера и при необходимости используются как справочные документы или для распечатки протоколов балансировки.

При её нажатии на дисплее компьютера появляется рабочее окно **«Архив балансировок в 1-й плоскости»** (см. рис.7.11), в котором приводятся исходные и конечные текущей балансировки, а также таблица с результатами всех предыдущих балансировок.

При работе в данном окне выполняется подготовка результатов последней балансировки для архивного хранения и последующей распечатки протокола.

Подготовка включает в себя:

– ввод названия (или условного обозначения) блансируемого механизма, который выполняется в окошке **«Имя машины»;**
– ввод места установки блансируемого механизма, который выполняется в окошке **«Место установки»;**
– ввод допусков, установленных в нормативной документации на вибрацию и остаточный дисбаланс блансируемого механизма, который выполняется в соответствующих окошках **«Допуск».**

Кнопка запоминания введённых данных

Рис. 7.11. Рабочее окно «Архив балансировки в 1-й плоскости»

После ввода указанных данных для их запоминания в памяти компьютера необходимо нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку « √ », расположенную в ряду управляющих кнопок рабочего окна **«Архив балансировок в 1-й плоскости»**.

После этого, нажав («щёлкнув мышкой») кнопку **«F9 - Протокол»**, можно вывести на дисплей компьютера проект протокола проверки (рис. 7.12), отредактировать его

и, при необходимости, распечатать на принтере или сохранить в памяти компьютера как текстовый документ.

Для завершения работы в данном окне необходимо нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку **«F10 - Выход».**

Protokol.txt — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

П Р О Т О К О Л
балансировки "Вентилятор v-4 "

1. Заказчик: _____ ;

2. Место установки: Сборочный цех ;

3. Аппаратура, использованная при балансировке:
балансировочный комплект "E-Balancer";

4. Дата проведения работ: < 06 > Июнь 2011г. ;

5. Нормативный документ, устанавливающий допустимый уровень вибрации:

а) Стандарт ИСО 2372 -1974 "Механическая вибрация машин с рабочей частотой вращения от 10 до 200 об/сек. ;

б) _____ ;
(другой документ)

6. Сводная таблица результатов измерений при балансировке

№ п/п	Момент измерений	Вибрация, мм/сек		Дисбаланс, г*мм	
		Значение	Допуск	Значение	Допуск
1.	до балансировки	7,2	1,2	118,0	25,0
2.	после балансировки	0,7		12,0	

Заключение:

_____ ;
_____ ;
_____ ;
_____ ;

Исполнитель: _____

Рис. 7.12. Протокол балансировки.

7.4.2. Повторная балансировка в 1-й плоскости.

7.4.2.1. Настройка измерительной системы (ввод исходных данных).

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

Внимание!
При проведении повторной балансировки датчик вибрации и датчик фазового угла должны быть установлены точно так же, как и при проведении первичной балансировки.

Ввод исходных данных для проведения повторной балансировки (как и в случае первичной балансировки) начинается в рабочем окне **«Балансировка в 1 пл. Исходные данные»** (см. рис. 7.5.).

При этом в разделе «**Вид балансировки**» необходимо с помощью «мышки» поставить метку в графе «**Повторная**» и нажать, расположенном справа от неё кнопку **«Выбор»**.

В этом случае на дисплее прибора появится вторая страница рабочего окна **«Коэффициенты балансировок в 1-й плоскости»** (см. рис.7.10), в котором хранится архив, определённых раннее коэффициентов балансировки.

Перемещаясь по таблице этого архива с помощью управляющих кнопок «►» или «◄» можно выбрать нужную запись с коэффициентами балансировки интересующей нас машины. После чего для использования этих данных в текущих измерениях следует нажать кнопку **«F2 – Выбрать»** и вернуться в предыдущее рабочее окно **«Балансировка в 1 пл. Исходные данные»** (см. рис. 7.5.), нажав кнопку **«F10 – Выход».**

После этого содержание всех остальных окошек рабочего окна **«Балансировка в 1 пл. Исходные данные»** заполняются автоматически.

Внимание!
При необходимости исходные данные, сохранённые в разделах этого окна «Система координат» и «Радиус установки пробного груза», могут быть изменены.

После завершения ввода исходных данных следует «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Продолжить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**).**

После чего на дисплее компьютера появится рабочее окно (см. рис. 7.6), используемое для выполнения цикла измерений при повторной балансировке.

7.4.2.2. Измерения при проведении повторной балансировки.

«**Повторная**» балансировка требует проведения всего лишь одного настроечного пуска и, как минимум, ещё одного проверочного пуска баласируемой машины.

Измерение вибрации на первом - настроечном пуске машины выполняется в рабочем окне «**Балансировка в 1-й плоскости**» (см. рис. 7.6) в разделе **«Пуск без груза».**

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

На готовность программы к работе в данном разделе указывает темно-зеленый цвет фона раздела и подсветка кнопок **«F8 – Возврат»** и **«F9 – выполнить»,** расположенных в его правой части.

Кнопка **«F8 – Возврат»** (или функциональная клавиша **F8**) может использоваться для возврата в предыдущее рабочее окно программы.

Для проведения измерения параметров вибрации в разделе **«Пуск без груза»** необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Выполнить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**),** после чего начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора могут длиться от 2 до 10 секунд.

После завершения замера результаты измерений частоты вращения ротора (**Nоб**) и величины СКЗ (**V1o**) и фазы (**F1**), оборотной составляющей вибрации выводятся в соответствующих окошках данного раздела.

Одновременно поверх рабочего окна «**Балансировка в 1-й плоскости**» появляется рабочее окно **«Балансировочные грузы»** (см. рис.7.8), в котором выводятся результаты расчёта параметров корректирующего груза, который необходимо установить на роторе для компенсации его дисбаланса.

Причём, в случае использования полярной системы координат на дисплей выводятся значения массы и угла установки корректирующего груза.

В случае разложения корректирующего груза по лопастям на дисплей выводятся номера лопастей балансируемого ротора и массы грузов, которые необходимо на них установить.

Далее процесс балансировки выполняется в соответствии с рекомендациями, изложенными в разделе 7.4.1.2. для первичной балансировки.

7.5. Балансировка в двух плоскостях (динамическая).

Перед началом работы в режиме «**Балансировка в 2-й плоскости**» необходимо установить датчики вибрации на корпусе машины в выбранных точках измерения и подключить их соответственно к входам X1 и X2 измерительного блока.

Оптический датчик фазового угла необходимо подключить к входу X3 измерительного блока. Кроме того, для использования этого датчика на доступную поверхность ротора балансируемой машины необходимо нанести специальную метку, имеющую отражающую способность, контрастную по отношению к отражающей способности поверхности ротора.

Подробные требования по выбору места установки датчиков и их креплению на объекте при балансировке изложены в приложении 1.

Как и в случае балансировки в 1-й плоскости, работа по программе в режиме “**Балансировка в 2-х плоскостях**" начинается из Главного рабочего окна программы.

Для этого первоначально необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F3-двухплоскостная» (**или нажать клавишу **F3** на клавиатуре компьютера**).**

Подтверждением того, что выбран режим балансировки в одной плоскости, является сохранение на дисплее компьютера мнемосхемы, представленной на рис. 7.2 и иллюстрирующей процесс измерения амплитуды и фазы вибрации по первому и второму измерительному каналу.

Далее в Главном рабочем окне программы необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F7 – Балансировка»,** после чего на дисплее компьютера появится рабочее окно (см. рис. 7.13), используемое для ввода исходных данных при балансировке.

В данном окне первоначально выбирается один из возможных вариантов балансировки – «**Первичная**» или «**Повторная**» балансировка.

«**Первичная**» балансировка обычно выполняется для роторов машин, которые ранее не балансировались и для которых в архивной памяти компьютера отсутствует информация, необходимая для проведения «**Повторной**» балансировки (численные значения коэффициентов балансировки и массы пробного груза).

При выполнении «**Первичной**» балансировки в 2-х плоскостях, требуется проведение трёх 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 первой балансировочной плоскости.

Третий пуск машины выполняется после установки на ротор пробного груза во второй балансировочной плоскости

«**Повторная**» балансировка может выполняться только для уже ранее отбалансированной машины, для которой определены и занесены в память прибора масса пробного груза 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.

Рис. 7.13. Рабочее окно для ввода исходных данных при балансировке в двух плоскостях.

7.5.1. Первичная балансировка в 2-х плоскостях.

7.5.1.1. Настройка измерительной системы (ввод исходных данных).

Ввод исходных данных для проведения первичной балансировки начинается в рабочем окне **«Балансировка в 2 пл. Исходные данные»** (см. рис. 7.13.).

При этом в разделе «**Вид балансировки**» необходимо с помощью «мышки» поставить метку в графе «**Первичная**».

Далее в разделе **«Координаты балансировки»,** нажав на кнопку **«▼»,** необходимо выбрать из выпадающего списка координатную ось (ось X или ось У или ось Z), в направлении которой будет измеряться вибрация при балансировке.

Далее в разделе «**Масса пробного груза**» необходимо выбрать единицы измерения массы пробного груза, для чего помощью «мышки» поставить метку в графе соответственно в графе «**Граммы**» или «**Проценты**».

При выборе единицы измерения «**Проценты**» все дальнейшие расчеты массы корректирующего груза будут выполняться в процентах по отношению к массе пробного груза.

При выборе единицы измерения «**Граммы**» все дальнейшие расчеты массы корректирующего груза будут выполняться в граммах. После чего ввести в окошках, расположенных справа от надписи «**Граммы**» массы пробных грузов, которые будут устанавливаться на роторе.

Внимание!
При необходимости использования в дальнейшей работе режима «Повторно» при первичной балансировке массы пробных грузов должны обязательно вводиться в граммах.

Далее в разделе «**Система координат**» следует выбрать один из возможных вариантов размещения корректирующих грузов на балансируемом роторе – в «**Полярной**» или «**Лопастной**» системе координат. Для этого необходимо с помощью мышки поставить метку рядом с соответствующей надписью.

В случае выбора варианта размещения грузов по лопастям рабочего колеса балансируемой машины необходимо ввести число лопастей ротора в соответствующем окошке, расположенном рядом с надписью «**Лопастная**».

Кроме того, в следующем разделе данного рабочего окна желательно ввести радиусы установки пробного груза соответственно в первой и второй плоскостях балансировки, что позволит получать дополнительную информацию о величине остаточного дисбаланса ротора в «**г * мм**».

После завершения ввода исходных данных следует «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Продолжить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**).**

После чего на дисплее компьютера появится рабочее окно (см. рис. 7.14), используемое для выполнения полного цикла измерений при балансировке.

7.5.1.2. Измерения при проведении балансировки.

При проведении балансировки в двух плоскостях в режиме «**Первичная**» требует проведение трёх тарировочных пусков и, как минимум, ещё одного проверочного пуска баласируемой машины.

Измерение вибрации на первом пуске машины выполняется в рабочем окне «**Балансировка в 2-х плоскостях**» (см. рис. 7.14) в разделе **«Пуск без груза».**

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

На готовность программы к работе в данном разделе указывает темно-зеленый цвет фона раздела и подсветка кнопок **«F8 – Возврат»** и **«F9 – выполнить»,** расположенных в его правой части.

Рис. 7.14. Рабочее окно, используемое для измерений при балансировке в двух плоскостях.

Кнопка **«F8 – Возврат»** (или функциональная клавиша **F8**) может использоваться для возврата в предыдущее рабочее окно программы.

Для проведения измерения параметров вибрации в разделе **«Пуск без груза»** необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Выполнить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**),** после чего начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора могут длиться от 4 до 15 секунд.

При успешном выполнении процесса измерений в соответствующих окошках раздела «Пуск без груза» появляются результаты измерения частоты вращения ротора (**Nоб**), а также значения величин СКЗ (**Vo1, Vo2**) и фаз (**F1, F2**) вибрации, проявляющиеся на частоте вращения балансируемого ротора.

При этом также меняется цвет фона раздела **«Груз в плоскости 1» (**с салатного на темно-зеленый) и включается подсветка кнопок **«F8 – Возврат» и «F9 – выполнить»**, что указывает на готовность прибора к работе на втором пуске.

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 300 об/мин, на дисплей компьютера выводится предупреждающий транспарант (см. рис. 7.7), указывающий, что фактическая частота вращения ротора находится вне пределов измерений.
После устранения причины ошибки для продолжения работы по программе следует нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку «ОК» на транспаранте.

Перед началом измерения параметров вибрации в разделе **«Груз в плоскости 1»**, следует остановить вращение ротора балансируемой машины и установить на нём в первой плоскости пробный груз. Масса этого груза, либо уже задана при подготовке к измерениям в память прибора в рабочем окне **«Балансировка в 2-х плоскостях. Исходные данные»** (см. рис. 7.13), либо условно принята в дальнейших расчетах за 100 %.

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

Внимание!

1. **Вопрос о выборе массы пробного груза и места его установки на роторе балансируемой подробно рассмотрен в приложении 1.**
2. **При необходимости использования в дальнейшей работе режима «Повторно» место установки пробного груза должно обязательно совпадать с плоскостью установки метки, используемой для отсчета фазового угла.**

Для проведения измерения параметров вибрации в разделе **«Груз в плоскости 1»** необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Выполнить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**),** после чего начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора могут длиться от 4 до 15 секунд.

После завершения замера на втором пуске результаты измерений частоты вращения ротора (**Nоб**), а также значения величин СКЗ (**Vo1, Vo2**) и фаз (**F1, F2**) вибрации, проявляющиеся на частоте вращения балансируемого ротора.

При этом также меняется цвет фона раздела **«Груз в плоскости 2» (**с салатного на темно-зеленый) и включается подсветка кнопок **«F8 – Возврат» и «F9 – выполнить»**, что указывает на готовность прибора к работе на втором пуске

Перед началом измерения параметров вибрации в разделе **«Груз в плоскости 2»**, следует остановить вращение ротора балансируемой машины и установить на пробный груз в плоскости 2. Масса этого груза, либо уже задана при подготовке к измерениям в память прибора в рабочем окне **«Балансировка в 2-х плоскостях. Исходные данные»** (см. рис. 7.13), либо условно принята в дальнейших расчетах за 100 %.

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

Для проведения измерения параметров вибрации в разделе **«Груз в плоскости 2»** необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Выполнить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**),** после чего начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора могут длиться от 4 до 15 секунд.

При успешном выполнении процесса измерений в соответствующих окошках раздела «**Груз в плоскости 2**» появляются результаты измерения частоты вращения ротора (**Nоб**), а также значения величин СКЗ (**Vo1, Vo2**) и фаз (**F1, F2**) вибрации, проявляющиеся на частоте вращения балансируемого ротора.

При этом также меняется цвет фона раздела **«Проверка» (**с салатного на темно-зеленый) и включается подсветка кнопок **«F8 – Возврат» и «F9 – выполнить»**, что указывает на готовность прибора к работе на втором пуске.

Одновременно поверх рабочего окна «**Балансировка в 2-х плоскостях**» появляется рабочее окно **«Балансировочные грузы»** (см. рис.7.15), в котором выводятся ре-

зультаты расчёта параметров корректирующих грузов, которые необходимо установить на роторе в первой и второй плоскостях для компенсации его дисбаланса.

Причём, в случае использования полярной системы координат на дисплей выводятся значения масс (**M1, M2**) и углов установки (**f1, f2**) корректирующих грузов.

В случае разложения корректирующего груза по лопастям на дисплей для каждой плоскости выводятся номера лопастей (**Z1i, Z1j** и **Z2i, Z2j**) балансируемого ротора и массы грузов, которые необходимо на них установить.

Рис. 7.15. Рабочее окно с результатами расчета параметров корректирующих грузов

Внимание!:

1. **После завершения процесса измерения на третьем пуске балансируемой машины необходимо остановить вращение её ротора и снять с него, установленный ранее, пробный груз. Только после этого можно приступать к установке (или съему) на роторе корректирующих грузов.**
2. **Отсчет углового положения места добавления (или удаления) с ротора корректирующего груза в полярной системе координат выполняется от места установки пробного груза. Направление отсчета угла совпадает с направлением вращения ротора.**
3. **В случае балансировки по лопастям лопасть балансируемого ротора, условно принимаемая за 1-ю, совпадает с местом установки пробного груза. Направление отсчёта номера лопасти, указанной на дисплее компьютера, выполняется по направлению вращения ротора.**
4. **В данной версии программы по умолчанию принимается, что корректирующий груз будет добавлен на ротор. Об этом свидетельствует метка, установленная в поле «Добавление».**

   В случае корректировки дисбаланса путём удаления груза (например высверливанием) необходимо установить с помощью мышки метку в поле «Съём», после чего угловое положение корректирующего груза автоматически изменится на 180º.

После установки на балансируемом роторе корректирующих масс нужно нажать кнопку **«Выход -F10» (**или функциональную клавишу **F10** на клавиатуре компьютера**),** вернуться в предыдущее рабочее окно программы **«Балансировка в 2-х плоскостях»** и провести оценку эффективности выполненной балансировочной операции.

При этом рабочем окне программы **«Балансировка в 2-х плоскостях»** меняется цвет фона раздела **«Проверка» (**с салатного на темно-зеленый) и включается подсветка кнопки **«F9 – Выполнить»**, что указывает на готовность прибора к работе на четвёртом (проверочном) пуске.

Внимание!
Перед началом измерения на четвёртом пуске необходимо включить вращение ротора машины и убедиться, что она вышла на рабочий режим.

После завершения проверочного пуска результаты измерений частоты вращения ротора (Nоб) а также значения величин СКЗ (**Vo1, Vo2**) и фаз (**F1, F2**) вибрации, проявляющиеся на частоте вращения балансируемого ротора.

Одновременно поверх рабочего окна «**Балансировка в 2-х плоскостях**» появляется рабочее окно **«Балансировочные грузы»** (см. рис.7.15), в котором выводятся результаты расчёта параметров дополнительных корректирующих грузов, которые необходимо установить (удалить) на роторе для компенсации его остаточного дисбаланса.

Кроме того в этом же окне выводится величины остаточного дисбаланса ротора, достигнутые после балансировки.

В случае, когда величины остаточной вибрации и/или остаточного дисбаланса балансируемого ротора удовлетворяют требованиям допусков, установленных в технической документации, процесс балансировки может быть завершён.

В противном случае процесс балансировки может быть продолжен. Это позволяет методом последовательных приближений скорректировать возможные погрешности, которые могут иметь место при установке (удалении) корректирующего груза на балансируемом роторе.

При продолжении процесса балансировки на балансируемом роторе необходимо установить (удалить) дополнительную корректирующую массу, параметры которой указаны в окне **«Балансировочные грузы».**

После чего нужно нажать кнопку **«Выход - F10» (**или функциональную клавишу **F10** на клавиатуре компьютера**)** и вернуться в предыдущее рабочее окно программы для продолжения работы..

Как видно из рис. 7.15, при работе окне **«Балансировочные грузы»** помимо кнопки **«Выход - F10»** могут использоваться ещё две других управляющих кнопки - **«Коэффициенты – F8», «В архив - F9».**

Кнопка **«Коэффициенты – F8» (**или функциональная клавиша **F8** на клавиатуре компьютера**)** используется для просмотра и запоминания в памяти компьютера коэффициентов балансировки ротора, рассчитанных по результатам двух тарировочных пусков.

При её нажатии на дисплее компьютера появляется рабочее окно **«Коэффициенты балансировок в 2-х плоскостях»** (см. рис.7.16), в котором выводятся коэффициенты балансировки, рассчитанные по результатам трёх первых тарировочных пусков.

Рис. 7.16. Рабочее окно с коэффициентами балансировки в 2-х плоскостях.

В случае, если при последующей балансировке данной машины предполагается использовать режим **«Повторная»**, указанные коэффициенты должны быть сохранены в памяти компьютера.

Для этого следует нажать кнопку «**F9 – Сохранить**» и перейти на вторую страницу окна **«Коэффициенты балансировок в 2-х плоскостях»** (см. рис.7.17)

NN	Машина	Nлоп	Mпр.1	Rпр.1	Mпр.2	Rпр.2	R11	R12	R21	R22	R31	R32	R41	R42
1			1,23	101	3,17	102	1,83977	10,5762	3,07159	10,0521	4,59424	10,0238	-1,4196	1,01139
2		13	1,23	101	3,17	102	1,83977	10,5762	3,07159	10,0521	4,59424	10,0238	-1,4196	1,01139
3		17	1,23	101	3,17	102	1,83977	10,5762	3,07159	10,0521	4,59424	10,0238	-1,4196	1,01139
4	Стенд 10		0,7	40	0,7	40	3,94010	3,40712	-1,1099	-0,7072	-0,9769	-1,6310	3,49313	3,05852
5			0,7	40	0,7	40	3,94010	3,40712	-1,1099	-0,7072	-0,9769	-1,6310	3,49313	3,05852
6	Стенд 11		0,7	40	0,7	40	4,94805	-0,0136	-1,1263	0,26029	-1,7180	-0,7058	4,50653	-0,3069
7	Стенд12		0,7	40	0,7	40	5,13333	0,63873	-1,4287	-0,0023	-1,5946	-0,3213	4,68955	-0,3571

Рис. 7.17. Вторая страница рабочего окна с коэффициентами балансировки в 2-х плоскостях.

После чего необходимо ввести условное обозначение этой машины в окошке **«Машина»** в последней значащей строке таблицы и нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку « √ » для сохранения в памяти компьютера указанных данных**.**

Далее можно вернуться предыдущее окно, для чего следует нажать кнопку **«Выход - F10» (**или функциональную клавишу **F10** на клавиатуре компьютера**).**

После чего можно вернуться предыдущее окно, для чего следует нажать кнопку **«Выход - F10» (**или функциональную клавишу **F10** на клавиатуре компьютера**).**

Кнопка **«В архив - F9»** в рабочем окне **«Балансировка в 2-х пл. Установка грузов и дисбаланс»** (см. рис. 7.15.) используется для перехода в архив, где автоматически сохраняются результаты балансировок.

При её нажатии на дисплее компьютера появляется рабочее окно **«Архив балансировок в 2-х плоскостях»** (см. рис.7.18), в котором приводятся исходные и конечные данные текущей балансировки, а также таблица с результатами всех предыдущих балансировок.

При работе в данном окне (см. рис. 7.18) выполняется подготовка результатов последней балансировки для архивного хранения и последующей распечатки протокола.

Подготовка включает в себя:

- ввод названия (или условного обозначения) балансируемого механизма, который выполняется в окошке **«Имя машины»;**
- ввод места установки балансируемого механизма, который выполняется в окошке **«Место установки»;**
- ввод допусков, установленных в нормативной документации на вибрацию и остаточный дисбаланс балансируемого механизма, который выполняется в соответствующих окошках **«Допуск».**

После ввода указанных данных для их запоминания в памяти компьютера необходимо нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку « √ », расположенную в ряду управляющих кнопок рабочего окна **«Архив балансировок в 2-х плоскости»**.

После этого, нажав («щёлкнув мышкой») кнопку **«F9 - Протокол»**, можно вывести на дисплей компьютера проект протокола проверки отредактировать его и, при необходимости, распечатать на принтере или сохранить в памяти компьютера как текстовый документ.

Указанный документ аналогичен протоколу балансировки в одной плоскости, представленному выше на рис. 7.12.

Для завершения работы в данном окне необходимо нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку **«F10 - Выход».**

Кнопка запоминания введённых данных

Имя машины	Дата	Место	Vo1-нч	Vo2-нч	Vo1-кн	Vo2-кн	Доп.V	D1-нч	D2-нч	D1-кн	D2-кн	Доп.D
Машинка -1	06.06.20	Цех колс	7,2	13,5	0,72	1,35	1,2	118	114	12	11	250
	07.06.20		7,2	13,5	0,72	1,35		0	0	0	0	
Цигельбобер	07.06.20	на полу	7,2	13,5	0,72	1,35	1,5	118	225,72	12	21,78	1500
	10.06.20		7,2	13,5	0,72	1,35		0	0	0	0	
	02.01.20		7,2	13,5	0,72	1,35		0	0	0	0	
	02.01.20		7,2	13,5	0,72	1,35		0	0	0	0	
Стенд 10	25.01.20	к310	6,52	5,73	0,1	0,21	0,7	25,48	27,44	0,84	1,4	5
	30.01.20		6,26	5,12	0,01	0,22		26,32	24,92	0,56	1,4	
Стенд 11	30.01.20	К310	1,66	4,35	0,07	0,15		1,4	27,16	0,56	0,84	
Стенд 12	30.01.20	К310	1,56	4,45	0,03	0,07	0,7	0,28	26,32	0,28	0,56	3
Ротор 444	30.01.20	Цех 15	5,13	1,26	0,08	0,1	0,7	29,12	0,84	0,84	0,84	4,5

Рис. 7.18. Рабочее окно «Архив балансировки в 2-х плоскостях»

7.5.2. Повторная балансировка в 2-х плоскостях.

7.5.2.1. Настройка измерительной системы (ввод исходных данных).

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

Внимание!
При проведении повторной балансировки датчики вибрации и датчик фазового угла должны быть установлены точно так же, как и при проведении первичной балансировки.

Ввод исходных данных для проведения повторной балансировки (как и в случае первичной балансировки) начинается в рабочем окне **«Балансировка в 2 пл. Исходные данные»** (см. рис. 7.13).

При этом в разделе «**Вид балансировки**» необходимо с помощью «мышки» поставить метку в графе «**Повторная**» и нажать, расположенном справа от неё кнопку **«Выбор»**.

В этом случае на дисплее прибора появится вторая страница рабочего окна **«Коэффициенты балансировок в 2-х плоскостях»** (см. рис.7.17), в котором хранится архив, определённых раннее коэффициентов балансировки.

Перемещаясь по таблице этого архива с помощью управляющих кнопок «►» или «◄» можно выбрать нужную запись с коэффициентами балансировки интересующей нас машины. После чего для использования этих данных в текущих измерениях следует нажать кнопку **«F2 – Выбрать»** и вернуться в предыдущее рабочее окно **«Балансировка в 2 пл. Исходные данные»** (см. рис. 7.13), нажав кнопку **«F10 – Выход».**

После этого содержание всех остальных окошек рабочего окна **«Балансировка в 2 пл. Исходные данные»** заполняются автоматически.

Внимание!
При необходимости исходные данные, сохранённые в разделах этого окна «Система координат» и «Радиус установки пробного груза», могут быть изменены.

После завершения ввода исходных данных следует «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Продолжить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**).**

После чего на дисплее компьютера появится рабочее окно (см. рис. 7.14), используемое для выполнения цикла измерений при повторной балансировке.

7.5.2.2. Измерения при проведении повторной балансировки.

«**Повторная**» балансировка требует проведения всего лишь одного настроечного пуска и, как минимум, одного проверочного пуска баласируемой машины.

Измерение вибрации на первом - настроечном пуске машины выполняется в рабочем окне «**Балансировка в 2-х плоскостях**» (см. рис. 7.14) в разделе **«Пуск без груза».**

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

На готовность программы к работе в данном разделе указывает темно-зеленый цвет фона раздела и подсветка кнопок **«F8 – Возврат»** и **«F9 – выполнить»,** расположенных в его правой части.

Кнопка **«F8 – Возврат»** (или функциональная клавиша **F8**) может использоваться для возврата в предыдущее рабочее окно программы.

Для проведения измерения параметров вибрации в разделе **«Пуск без груза»** необходимо «щёлкнуть мышкой» по кнопке **«F9 – Выполнить» (**или нажать клавишу **F9** на клавиатуре компьютера**),** после чего начинают выполняться замер вибрации и обработка результатов измерений, которые в зависимости от частоты вращения ротора могут длиться от 4 до 15 секунд.

После завершения замера результаты измерений частоты вращения ротора (**Nоб**) и величин СКЗ (**V1o, V2o**) и фазы (**F1, F2**) оборотной составляющей вибрации выводятся в соответствующих окошках данного раздела.

Одновременно поверх рабочего окна «**Балансировка в 2-х плоскостях**» появляется рабочее окно **«Балансировочные грузы»** (см. рис.7.15), в котором выводятся результаты расчёта параметров корректирующих грузов, которые необходимо установить на роторе для компенсации его дисбаланса.

Причём, в случае использования полярной системы координат на дисплей выводятся значения масс и углов установки корректирующих грузов.

В случае разложения корректирующих грузов по лопастям на дисплей выводятся номера лопастей балансируемого ротора и массы грузов, которые необходимо на них установить.

Далее процесс балансировки выполняется в соответствии с рекомендациями, изложенными в разделе 7.5.1.2. для первичной балансировки.

7.6. Работа в режиме «Графики»

Работа в режиме «**Графики**» начинается из Главного рабочего окна программы (см. рис. 7.1) при нажатии кнопки «F8 – Графики». После чего на дисплее компьютера открывается окно «Измерение вибрации по двум каналам. Графики» (см. рис. 7.19).

Рис. 7.19. Рабочее окно «Измерение вибрации по двум каналам. Графики».

При работе в данном окне возможно построение четырёх вариантов графиков вибрации.

Первый вариант позволяет получить графики временной функции суммарной вибрации (по виброскорости), измеряемых датчиками 1 и 2 по одной из координат (оси X или оси У или оси Z).

Второй вариант позволяет получить графики вибрации (по виброскорости), проявляющейся на оборотной частоте ротора и её более высоких гармонических составляющих.

Указанные графики получаются в результате проведения синхронной фильтрации временной функции суммарной вибрации.

Третий вариант позволяет получить графики вибрации с результатами гармонического анализа.

Четвёртый вариант позволяет получить графики вибрации с результатами спектрального анализа.

7.6.1. Графики суммарной вибрации.

Для построения графиков суммарной вибрации в рабочем окне «**Измерение вибрации по двум каналам. Графики**» необходимо:

- выбрать режим работы «**Суммарная вибрация**», для чего «щёлкнуть мышкой» по соответствующей кнопке;
- задать направление измерения вибрации, для чего нажть на кнопку **«▼»** в окошке **«Координата»,** и выбрать из выпадающего списка координатную ось (ось X или ось У или ось Z), в направлении которой будет измеряться вибрация при баланси ровке;
- задать время измерения вибрации в окошке «**Длительность, сек**» , для чего «щёлкнуть мышкой» по кнопке «▼» и выбрать из выпадающего списка нужную длительность процесса измерения, которая может быть равна 1, 5, 10, 15 или 20 секундам.

Далее по готовности следует нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку «**F9 – Измерить**», после чего начинается процесс измерения вибрации одновременно по двум каналам.

После завершения процесса измерения в рабочем окне появляются графики временной функции суммарной вибрации по обоим выбранным каналам (см. рис. 7.20).

При этом вибрация, измеренная с помощью датчика 1, отображается красным, а с помощью датчика 2 – зелёным цветом.

На указанных графиках по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной оси - амплитуда виброскорости в мм/сек.

На этих графиках также имеются метки (синий цвет), «привязывающие» графики суммарной вибрации к частоте вращения ротора. При этом каждая метка характеризует начало (завершение) очередного оборота ротора.

При необходимости изменения масштаба графика по оси X может использоваться движок, указанный на рис. 7.20 стрелкой.

Рис. 7.20. Рабочее окно для вывода графиков временной функции суммарной вибрации

7.6.2. Графики оборотной вибрации.

Для построения графиков оборотной вибрации в рабочем окне «**Измерение вибрации по двум каналам. Графики**» (см. рис. 7.19) необходимо выбрать режим работы «**Оборотная вибрация**», для чего «щёлкнуть мышкой» по соответствующей кнопке.

После этого в появившемся рабочем окне «**Оборотная вибрация**» (см. рис.7.21) выбрать в окошке **«Коорд»** нужное направление измерения (ось X или ось У или ось Z).

Далее по готовности нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку «**F9 – Измерить**», после чего начинается процесс измерения вибрации одновременно по двум каналам.

После завершения процесса измерения и математической обработки результатов (синхронной фильтрации временной функции суммарной вибрации) на дисплее в рабочем окне на периоде равном **одному обороту ротора** выводятся графики **оборотных составляющих вибрации** для датчиков 1 и 2 по выбранной координате (см рис. 7.21).

При этом вибрация, измеренная с помощью датчика 1, отображается красным, а с помощью датчика 2 – зелёным цветом.

На указанных графиках по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной оси - амплитуда виброскорости в мм/сек.

Кроме того, в верхней части рабочего окна (справа от кнопки «**F9 – Измерить**») выводятся цифровые значения результатов измерений вибрации по обоим каналам, аналогичные тем, которые мы получаем в режиме **«Виброметр».**

В частности там выводятся: величины СКЗ суммарной вибрации (**Vis, Vjs**), величины СКЗ (**Vio, Vjo**) и фазы (**Fi, Fj**) 1-й гармоники оборотной составляющей вибрации, а также частота вращения ротора (**Nоб**).

Внимание! При работе в данном режиме необходимо использовать датчик фазового угла.

Рис. 7.21. Рабочее окно для вывода графиков оборотных составляющих вибрации.

После завершения процесса измерения и математической обработки результатов (синхронной фильтрации временной функции суммарной вибрации) на дисплее в рабочем окне на периоде равном **одному обороту ротора** выводятся графики **оборотных составляющих вибрации** по обоим каналам (см рис. 7.21).

При этом вибрация, измеренная с помощью датчика 1, отображается красным, а с помощью датчика 2 – зелёным цветом.

На указанных графиках по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной оси - амплитуда виброскорости в мм/сек.

Кроме того, в верхней части рабочего окна (справа от кнопки «**F9 – Измерить**») выводятся цифровые значения результатов измерений вибрации по обоим каналам, аналогичные тем, которые мы получаем в режиме **«Виброметр».**

В частности там выводятся: величины СКЗ суммарной вибрации (**V1s, V2s**), величины СКЗ (**V1o, V2o**) и фазы (**F1, F2**) 1-й гармоники оборотной составляющей вибрации, измеренные по выбранной оси координат, а также частота вращения ротора (**Nоб**).

Внимание! При работе в данном режиме необходимо использовать датчик фазового угла.

7.6.3. Графики вибрации с результатами гармонического анализа.

Для построения графиков результатами гармонического анализа в рабочем окне «**Измерение вибрации по двум каналам. Графики**» (см. рис. 7.19) необходимо выбрать режим работы «**Гармонический анализ**», для чего «щёлкнуть мышкой» по соответствующей кнопке;

После этого в появившемся рабочем окне «**Гармонический анализ**» выбрать в окошке **«Координата» »** нужное направление измерения (ось X или ось У или ось Z).

Далее следует задать число оборотов ротора, на которых предполагается проводить измерения. Для этого нужно «щёлкнуть мышкой» по кнопке «▼» и выбрать из выпадающего списка нужный период измерения, который может быть равен 1, 2, 4 или 8 оборотам ротора.

После этого по готовности следует нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку «**F9 – Измерить**», после чего начинается процесс измерения вибрации одновременно по двум каналам.

После завершения процесса измерения в рабочем окне (см. рис. 7.22) появляются графики временной функции (верхний график) и спектра гармонических составляющих вибрации (нижний график).

При этом вибрация, измеренная с помощью датчика 1, отображается красным, а с помощью датчика 2 – зелёным цветом.

На графике временной функции по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной оси - амплитуда виброскорости в мм/сек.

На графике спектра по горизонтальной оси откладывается номер гармоники, а по вертикальной оси - СКЗ виброскорости в мм/сек.

Внимание! При работе в данном режиме необходимо использовать датчик фазового угла.

Рис. 7.22. Рабочее окно для вывода спектра гармонических составляющих вибрации.

7.6.4. Графики вибрации с результатами спектрального анализа.

Для построения графиков результатами узкополосного спектрального анализа в рабочем окне «**Измерение вибрации по двум каналам. Графики**» (см. рис. 7.19) необходимо выбрать режим работы «**Спектральный анализ**», для чего «щёлкнуть мышкой» по соответствующей кнопке.

После этого в появившемся рабочем окне «**Спектральный анализ**» необходимо выбрать частотный диапазон, в котором предполагается проводить измерения.

Для этого нужно «щёлкнуть мышкой» по кнопке «▼» и выбрать из выпадающего списка нужное значение частотного диапазона, которое может быть равно 64 Гц, 128 Гц, 320 Гц или 640 Гц.

При выборе частотного диапазона следует иметь ввиду, что в диапазоне 64 Гц полоса анализа составляет 0,5 Гц, в диапазоне 128 Гц – 1 Гц, в диапазоне 320 Гц – 2,5 Гц, а в диапазоне 640 Гц – 5Гц.

Далее в окошке **«Координата»** выбрать нужное направление измерения (ось X или ось У или ось Z).

После этого по готовности следует нажать («щёлкнуть мышкой») кнопку «**F9 – Измерить**», после чего начинается процесс измерения вибрации одновременно по двум каналам.

После завершения процесса измерения в рабочем окне (см. рис. 7.23) появляются графики временной функции (верхний график) и спектра вибрации (нижний график).

При этом вибрация, измеренная с помощью датчика 1, отображается красным, а с помощью датчика 2 – зелёным цветом.

На графике временной функции по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной оси - амплитуда виброскорости в мм/сек.

На графике спектра по горизонтальной оси откладывается частота, а по вертикальной оси - СКЗ виброскорости в мм/сек.

Рис. 7.22. Рабочее окно для вывода узкополосного спектра вибрации.

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 измерительного блока и компьютера, 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, особенно компьютера.

В случае невозможности обеспечения качественного электропитания прибора от внешней электросети рекомендуется использовать автономное питание от аккумулятора компьютера.

8.3. Климатические условия эксплуатации и хранения прибора должны соответствовать требованиям п.2.17 и п.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 ООО "Кинематика".

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

- внешний осмотр всех устройств прибора;
- удаление пыли и грязи с датчиков вибрации, соединительных кабелей, разъемов и измерительного блока, компьютера;
- 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);

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

№№ п.п.	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°С, относительная влажность не более 90 % при температуре 30°С.

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

10. ПОВЕРКА ПРИБОРА

Поверка прибора производится в соответствии с требованиями Методики поверки прибора для балансировки «БалКом-3D» КИН ххх.00.00.000 МП.

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

11. Свидетельство о приемке

Прибор для балансировки механизмов «БалКом-3D» зав. №_____ изготовлен в соответствии с требованиями технических условий КИН ххх.00.000ТУ и по результатам приемо-сдаточных испытаний признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска _____

Представитель изготовителя: _____
(подпись)

12. Свидетельство об упаковке

Прибор для балансировки механизмов «БалКом-3D» зав. №_____ упакован на предприятии-изготовителе в соответствии с требованиями технических условий КИН ххх.00.000ТУ.

Дата упаковки _____

Упаковку произвел: _____
(подпись)

Изделие после упаковки принял: _____
(подпись)

13. Гарантии изготовителя

13.1. Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие прибора для балансировки «БалКом-3D» требованиям технических условий КИН ххх.00.000ТУ при соблюдении потребителем условий и правил, установленных эксплуатационной (технической) документацией.

13.2. Гарантийный срок эксплуатации - 12 месяцев со дня приобретения прибора Потребителем.

13.3. В случае выхода прибора из строя по вине Изготовителя в течение срока действия гарантийных обязательств, гарантийный срок продлевается на время, затраченное на устранение выявленных дефектов, о чем делается запись в формуляре.

13.4. Гарантийный ремонт выполняется по адресу: 190095, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Шкапина, д. 32-34, ООО «Кинематика», тел. (812) 252-1325.

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.

Внимания!
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.

Рис. П.1.2. Выбор точек измерения и плоскостей коррекции при балансировке в двух плоскостях в случае симметричного рот

Рис. П.1.3. Выбор точек измерения и плоскостей коррекции при балансировке в двух плоскостях в случае консольного ротора.

При балансировке в двух плоскостях необходимо иметь две точки измерения (см. рис. П.1.2 и П.1.3).

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

П.1.5. Выбор массы пробного груза.

Масса пробного груза может быть ориентировочно определена по эмпирической формуле:

$$\mathbf{Mп} = \frac{\mathbf{K * Mp}}{\mathbf{Rп*(N/100)^2}} \qquad (П.1.1)$$

где: Мп - масса пробного груза, г
Мр - масса балансируемого ротора, г
Rп - радиус установки пробного груза, см
N - скорость ротора, об/мин
К= от 1 до 5 – коэффициент, учитывающий условия установки балансируемого ротора.

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 или клейкая катафотная отражающая лента.

Катафотную ленту рекомендуется использовать для 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 DT 2234C+ должен устанавливаться в пределах 10 - 1000 мм.

Для датчиков фазового угла других моделей, которыми при необходимости может комплектоваться прибор, допустимый диапазон изменения рабочего зазора устанавливается с учётом требований технической документации на датчик.

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

$$\mathbf{L \geq \frac{N * R}{30000} \geq 1 - 1.5\ см} \qquad (П.1.2)$$

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 рекомендуется использование более узкой метки. При этом желательно проведение экспериментальной проверки правильности выбора ширины метки.

Внимание!
При использовании фотоэлектрического 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 ГОСТ ИСО 10816-1-97 (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	Допустимо	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 15-75квт), 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).