



**ИНДИКАТОР-БАЛАНСИРОВЩИК
РОТОРОВ ВРАЩАЮЩИХСЯ МАШИН
ИБР-02**

Руководство по эксплуатации
ИБР-02.00.000 РЭ

Назначение

1.1 Индикатор предназначен для контроля вибрации вращающихся машин, динамической балансировки (одно- и двухплоскостной) их роторов в собственных подшипниках и обеспечивает:

1) оценку интенсивности вибрации машины;

2) определение частоты вращения ротора, виброскоростей на частоте вращения ротора и их фазовых углов;

3) автоматический расчет корректирующих масс и углов коррекции.

1.2 Основными потребителями индикаторов являются предприятия, эксплуатирующие или ремонтирующие вращающиеся машины с жестким ротором с частотой вращения от 300 до 15000 об/мин.

1.3 Климатическое исполнение – УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150 (температура воздуха: -10...+40°C).

2 Технические данные

- | | |
|---|--|
| 1) контролируемый параметр при оценке интенсивности вибрации машины | виброскорость (среднеквадратическое значение); |
| 2) динамический диапазон, мм/с | 0,4-200; |
| 3) частотный диапазон, Гц | 5-1000; |
| 4) индикация | жидкокристаллическая алфавитно-цифровая (2 строки по 8 символов); |
| 5) способ определения фазового угла виброскорости | визуальный, с помощью луча встроенного стробоскопа, синхронизированного вибросигналом; |
| 6) питание | автономное или от внешнего блока питания; |
| 7) напряжение питания, В | $5^{+0,6}_{-1,0}$; |
| 8) потребляемая мощность, Вт, не более | 1,2; |
| 9) габаритные размеры, мм | 205 x 80 x 50; |
| 10) масса*, кг, не более | 0,5; |
| 11) рабочее положение | произвольное; |
| 12) параметры внешнего блока питания: | |

* указана масса индикатора с аккумуляторами, масса комплекта поставки составляет $0,71 \pm 0,03$ кг.

- номинальное постоянное напряжение на выходе, В 5;
- номинальный ток на выходе, А 1;
- номинальное переменное напряжение на входе, В 220.

3 Комплект поставки

- 1) ИБР-02, шт. 1;
- 2) аккумулятор (размер AA), шт 4;
- 3) блок питания БПИД-2, шт. 1;
- 4) датчик вибрации, шт. 1;
- 5) ручной щуп, шт. 1;
- 6) крепежный магнит, шт. 1;
- 7) руководство по эксплуатации, экз. 1;
- 8) футляр, шт. 1.

4 Устройство и работа индикатора

4.1 Конструкция индикатора (рис. 4.1, 4.2)

Конструктивно индикатор выполнен в виде портативного прибора, пластмассовый корпус которого состоит из двух частей, стянутых резиновыми окантовками.

На лицевой стороне корпуса расположены окошко жидкокристаллического дисплея, кнопки для набора цифровой информации и надписи, поясняющие назначение органов управления.

Общий вид индикатора ИБР-02

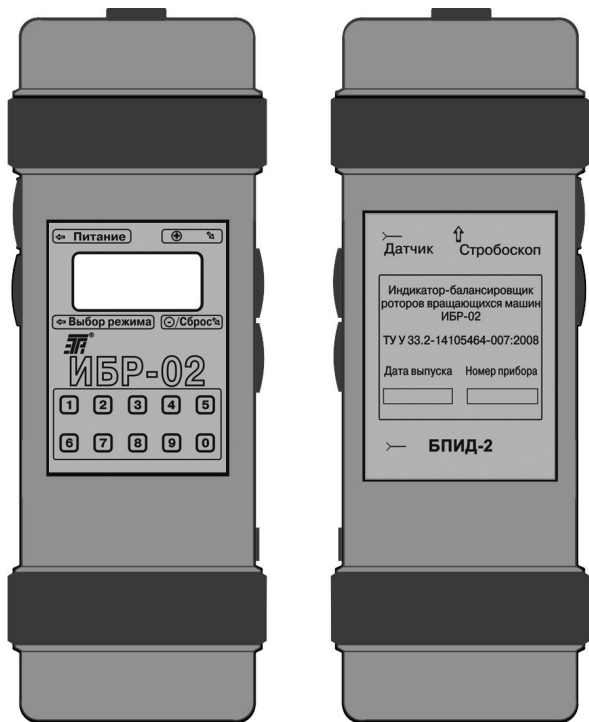


Рис. 4.1

Принадлежности к индикатору ИБР-02

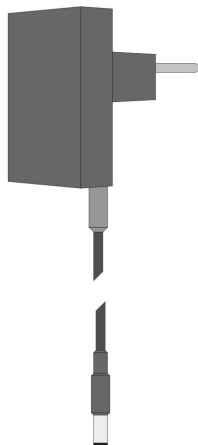
Крепежный
магнит



Датчик
вибрации



Блок питания
БПИД-2



Ручной
щуп



Рис. 4.2

На верхней стенке корпуса находится окошко встроенного стробоскопа.

На левой стенке корпуса имеются две кнопки: «Питание» – для включения-выключения индикатора и «Выбор режима» – для выбора режима работы индикатора:

- «Вибрация» – режим контроля интенсивности вибрации машины;
- «→ п» – режим ввода частоты вращения ротора в память индикатора;
- «Корр. п» – режим коррекции введенной или определения неизвестной частоты вращения ротора;
- «Измер. V» – режим измерения виброскорости на частоте вращения ротора;
- «Смотрите угол» – режим определения фазового угла виброскорости на частоте вращения ротора;
- «→V...», «→∠V...», «→Mп...», «→∠Mп...» – режимы ввода значений параметров (виброскоростей на частоте вращения ротора и их фазовых углов, пробных масс и углов их установки) в память индикатора;
- «←Mк...», «←∠Mк...» – режимы вывода значений параметров (корректирующих масс и углов их установки (углов коррекции)) из памяти индикатора.

На правой стенке корпуса размещаются гнезда «Датчик», «БПИД-2» – для подключения к индикатору датчика вибрации и внешнего блока питания БПИД-2 (далее «блока питания») соответственно – и кнопки «+», «-/Сброс» – для увеличения и уменьшения частоты мигания стробоскопа и отображаемого дисплеем значения частоты вращения соответственно. Кнопка

«-/Сброс» также служит для сброса числовой информации и перевода индикатора в режим контроля достоверности показаний. Кратковременное (меньше 1 с) нажатие кнопки «+» или кнопки «-/Сброс» изменяет отображаемое значение на 1, длительное – с увеличивающейся скоростью.

На тыльной стороне корпуса приведены надписи, поясняющие назначение гнезд индикатора и содержащие основную информацию о нем, а также надпись, указывающая местонахождение окошка стробоскопа.

Внутри корпуса расположены печатная плата с элементами схемы индикатора и аккумулятора.

4.2 Принцип работы индикатора.

4.2.1 При контроле интенсивности вибрации измеряется виброскорость (среднеквадратическое значение (СКЗ)) в диапазоне 5-1000 Гц.

4.2.2 При балансировке ротора определяются частота вращения ротора, виброскорости (СКЗ) на частоте вращения ротора и их фазовые углы при пробных пусках и с их помощью автоматически вычисляются корректирующие массы и углы коррекции.

5 Указание мер безопасности

5.1 Перед работой с индикатором изучить настоящее руководство.

5.2 При контроле вибрации и балансировке ротора машина должна быть надежно заземлена.

6 Подготовка к работе

6.1 Перед работой индикатора в помещении с плюсовой температурой воздуха при необходимости (если он находился до этого на холоде) выдержать его при указанной температуре не менее 2 часов во избежание появления конденсата.

6.2 Провести внешний осмотр индикатора.

6.2.1 Проверить комплектность в соответствии с комплектом поставки.

6.2.2 Убедиться в отсутствии внешних повреждений корпуса и кабеля датчика вибрации.

6.3 Проверить питание индикатора.

6.3.1 Включить индикатор нажатием кнопки **«ПИТАНИЕ»**. При этом на дисплее должны появиться надписи **«Тест»** и после автонастройки (через 3 с) – надпись **«ВИБРАЦИЯ»**. Если при включении индикатора на дисплее установится рекомендация **«ЗАРЯДИТЕ БАТАРЕЮ»**, то необходимо произвести заряд аккумуляторов. Для этого:

- 1) выключить индикатор нажатием кнопки **«ПИТАНИЕ»**;
- 2) присоединить блок питания к индикатору (см. рис. 4, 1, 4.2);
- 3) включить блок питания в сеть переменного тока напряжением 220 В с частотой 50 Гц. При этом на корпусе блока питания должны засветиться светодиоды **«Сеть»** и **«Заряд»**. Свидетельством окончания заряда аккумуляторов служит выключение светодиода **«Заряд»**;
- 4) отсоединить блок питания от индикатора и от сети.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. При работе индикатора от блока питания заряд аккумуляторов осуществляется автоматически.

2. При контроле интенсивности вибрации до 1 мм/с рекомендуется использовать только внутренний источник питания (аккумуляторы), т.к. возможные в данном случае помехи от внешнего блока питания могут исказить полезный сигнал.

6.3.2 Выключить индикатор нажатием кнопки «ПИТАНИЕ».

7 Порядок работы

7.1 Оценка интенсивности вибрации машины.

7.1.1 Присоединить к датчику вибрации ручной щуп или крепежный магнит и подключить его к индикатору (см. рис. 4,1, 4.2).

7.1.2 Включить индикатор. На дисплее появится надпись «Тест», а через 3 с – надпись «ВИБРАЦИЯ».

7.1.3 Установить датчик вибрации на подшипниковый щит или на корпус подшипника (для подшипников с корпусами) работающей машины в соответствующем направлении (радиальном вертикальном, радиальном горизонтальном или осевом). При этом на дисплее поочередно отображаются значение виброскорости (в мм/с) и соответствующие ей зоны оценки интенсивности вибрации для трех классов машин (например, показанию «2,4» соответствует показание «1С; 2В; 3В», где цифры обозначают классы машин, а буквы – зоны оценки интенсивности вибрации).

7.1.4 Снять датчик вибрации с машины.

7.1.5 Оценить интенсивность вибрации машины в исследуемом направлении с помощью показаний индикатора и таблицы 7.1.

ПРИМЕЧАНИЕ

В индикаторе и в таблице 7.1 приняты следующие обозначения (на основании международного стандарта ISO 10816-1):

Класс 1 – машины мощностью до 15 кВт.

Класс 2 – машины мощностью от 15 до 75 кВт.

Класс 3 – машины мощностью свыше 75 кВт.

Зона А – зона, в пределах которой находятся вибрации недавно изготовленных машин.

Зона В – зона, в пределах которой располагаются вибрации, допускающие неограниченно длительную эксплуатацию машин.

Зона С – зона, в пределах которой размещаются вибрации, неразрешающие длительную непрерывную работу машин. Машины с такими вибрациями могут работать в течение ограниченного периода времени – до тех пор, пока не возникнет подходящая возможность для устранения неисправностей.

Зона D – зона, в пределах которой имеют место вибрации, способные вызвать поломку машин.

7.1.6 Выключить индикатор.

7.2 Балансировка ротора.

7.2.1 Отсоединить машину от агрегата, если она работает в составе агрегата, или установить ее на амортизаторах, если она не находится на месте штатной установки.

Таблица 7.1 – Зоны оценки интенсивности вибрации машин.

Виброскорость, мм/с	Зоны оценки интенсивности вибрации машин		
	Класс 1 (<15 кВт)	Класс 2 (15-75 кВт)	Класс 3 (>75 кВт)
71 - 112	D	D (неудовл.)	D
45 - 71			
28 - 45			
18 - 28			
11,2 - 18			C
7,1 - 11,2			
4,5 - 7,1	C (удовл.)	B	
2,8 - 4,5			
1,8 - 2,8		B (удовл.)	
1,12 - 1,8	A		
0,71 - 1,12			
0,45 - 0,71			
0,28 - 0,45			

7.2.2 Установить на торце вала лимб диаметром 50-100 мм с угловой разметкой, имеющей шаг не более, чем 10 градусов, и направленной против направления вращения ротора (рис. 7.1). Отметку угла (нулевую метку) выделить жирной радиальной линией или точкой.

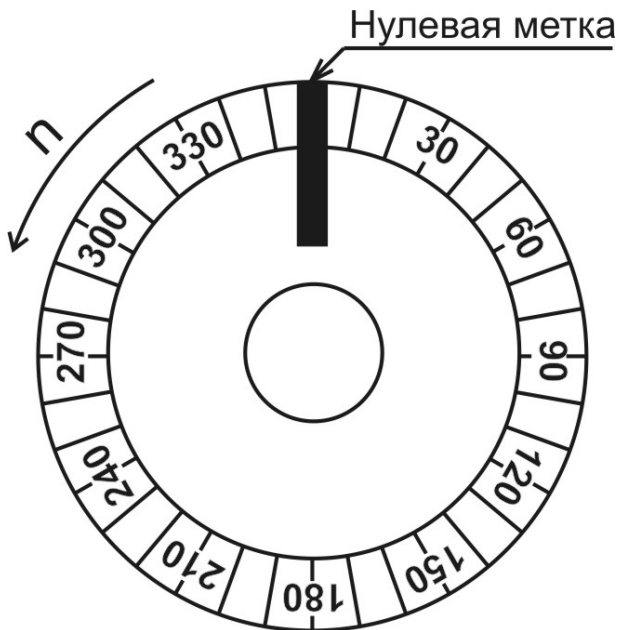


Рис 7.1. Пример разметки лимба, используемого при динамической балансировке ротора

7.2.3 Наметить на подшипниковых опорах (подшипниковой опоре) (маркером, мелом и т. д.) места установки датчика вибрации в радиальном вертикальном и радиальном горизонтальном направлениях.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Под подшипниковой опорой подразумевается подшипниковый щит или корпус подшипника (для подшипников с корпусами).
2. При одноплоскостной балансировке места установки датчика вибрации намечаются на одной опоре.
3. Одноплоскостная балансировка рекомендуется в тех случаях, когда на один конец вала отбалансированной машины устанавливается механическое устройство (муфта, шкив и др.).

7.2.4 Запустить машину (нулевой пуск) и включить индикатор.

7.2.5 После появления надписи «**Вибрация**» нажать кнопку «**Выбор режима**». При этом индикатор переходит в режим «→ п». На дисплее появляется значение частоты вращения ротора в об/мин, которое сохранилось в памяти индикатора после предыдущего ввода.

Нажать кнопку «**/Сброс**» и при помощи кнопок для набора цифровой информации ввести новое значение частоты вращения. Если оно не известно, то следует ввести цифру 15 000.

Нажатием кнопки «**Выбор режима**» перевести индикатор в режим «**Корр. п**». При этом должен включиться стробоскоп.

7.2.6. Если в память индикатора было введено известное значение частоты вращения ротора, то, направляя стробоскоп на лимб и нажимая кнопки «+», «**/Сброс**», надо откорректировать это значение, добываясь остановки изображения лимба с одной нулевой меткой, и перейти к п. 7.2.7.

Если значение частоты вращения ротора неизвестно, то, необходимо его определить. Для этого с начала нужно направить стробоскоп на лимб и удерживать кнопку «-/Сброс» до появления изображения лимба с одной нулевой меткой. Затем с помощью кнопок «+», «-/Сброс» следует добиться остановки этого изображения и перейти к пункту 7.2.7.

ПРИМЕЧАНИЕ

Изображение лимба можно считать остановившимся, если оно медленно движется с угловой скоростью не более 0,1 об/с.

7.2.7. Нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести индикатор в режим «**ИЗМЕР.V**».

Устанавливая датчик на отмеченные на опорах (опоре) точки, произвести измерения значений виброскоростей. По величине наибольшего из измеренных значений выбрать направление, в котором будут проводиться измерения при балансировке – вертикальное или горизонтальное, и (при двухплоскостной балансировке) опору с большим значением виброскорости в указанном направлении, присвоив ей номер 1.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. V_{ij} , $\angle V_{ij}$ – виброскорость i -ой опоры при j -ом пуске и ее фазовый угол соответственно (i – номер опоры, j – номер пуска);

M_{pi} , $\angle M_{pi}$ – пробная масса и угол ее установки для плоскости коррекции со стороны i -ой опоры соответственно;

M_{ki} , $\angle M_{ki}$ - корректирующая масса и угол коррекции для плоскости коррекции со стороны i -ой опоры соответственно.

2. При отсутствии вибрации на частоте вращения ротора на дисплее отображается надпись «Нет дисбаланса». В этом случае для продолжения работы с индикатором его следует выключить и снова включить.

7.2.8. Установить датчик на опору (при двухплоскостной балансировке – на опору с бóльшим значением виброскорости) в выбранном для измерений направлении. Измерить значение виброскорости этой опоры и записать его в соответствующую таблицу.

Примеры таблиц:

1) Одноплоскостная балансировка

Параметр	Значение
V_{10}	
$\angle V_{10}$	
$M_{п1}$	
$\angle M_{п1}$	
V_{11}	
$\angle V_{11}$	
$M_{к1}$	
$\angle M_{к1}$	

2) Двухплоскостная балансировка

Параметр	Значение
V10	
$\angle V10$	
V20	
$\angle V20$	
Mп1	
$\angle Mп1$	
V11	
$\angle V11$	
V21	
$\angle V21$	
Mп2	
$\angle Mп2$	
V12	
$\angle V12$	
V22	
$\angle V22$	
Mк1	
$\angle Mк1$	
Mк2	
$\angle Mк2$	

Нажать кнопку «**ВЫБОР РЕЖИМА**». На дисплее появится надпись «**Ожидайте**», а через 10-15 с индикатор перейдет в режим «**Смотрите угол**» и включится стробоскоп. Направить стробоскоп на лимб. Определить значение фазового угла виброскорости опоры, учитывая, что место на разметке лимба, соответствующее определяемому углу, находится в одной осевой плоскости с датчиком со стороны датчика. Записать значение угла в соответствующую таблицу.

При двухплоскостной балансировке нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести индикатор в режим «**Измер. V**». Установить датчик на другую опору, измерить значение ее виброскорости и записать его в соответствующую таблицу. Нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести индикатор в режим «**Смотрите угол**». Направить стробоскоп на лимб, определить значение фазового угла виброскорости опоры и записать его в соответствующую таблицу.

ПРИМЕЧАНИЕ

При одноплоскостной балансировке «легкое место» располагается в одной радиальной плоскости с датчиком со стороны датчика.

7.2.9 Остановить машину, выключить индикатор и определить величину пробной массы $M_{п1}$ (в г) по формуле:

$$M_{п1} = 8040 \frac{M_p \cdot V}{Rn_1 * n}$$

где M_p – масса ротора, кг;

V – большее из значений $V10$ и $V20$ (при одноплоскостной балансировке $V=V10$), мм/с;

$R_{п1}$ – радиус установки пробной массы $M_{п1}$, мм;

n – частота вращения ротора, об/мин.

Установить пробную массу на плоскость коррекции со стороны опоры 1 на радиальной линии, проходящей под углом 90 ± 10 градусов относительно вектора виброскорости опоры 1. Записать в соответствующую таблицу значения пробной массы и угла ее установки.

ПРИМЕЧАНИЕ

При отсутствии данных о массе ротора, величина пробной массы $M_{п1}$ выбирается опытным путем из расчета, чтобы значение виброскорости изменилось на 20-40%.

7.2.10 Запустить машину (первый пуск), включить индикатор и нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести его в режим «**ИЗМЕР.V**».

При двухплоскостной балансировке определить опору с большим значением виброскорости в выбранном для измерений направлении.

Выполнить рекомендации п. 7.2.8.

7.2.11 Остановить машину, выключить индикатор и снять пробную массу $M_{п1}$ с плоскости коррекции со стороны опоры 1.

При одноплоскостной балансировке перейти к п. 7.2.13.

При двухплоскостной балансировке установить пробную массу $M_{п2}$ на плоскость коррекции со стороны опоры 2 на радиальной линии, проходящей под углом 90 ± 10 градусов относительно вектора виброскорости опоры 2. Величину пробной массы $M_{п2}$ и радиус ее установки $R_{п2}$ следует выбрать из соотношения:

$$M_{п1} * R_{п1} = M_{п2} * R_{п2}.$$

Записать в соответствующую таблицу величину пробной массы и угла ее установки.

Запустить машину, включить индикатор (второй пуск) и нажатиями кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести его в режим «**ИЗМЕР.V**».

Выполнить рекомендации п. 7.2.8.

7.2.12 Остановить машину, выключить индикатор и снять пробную массу Mp_2 со стороны опоры 2.

7.2.13 Включить индикатор. После появления надписи «**ВИБРАЦИЯ**» нажать и удерживать кнопку «**ВЫБОР РЕЖИМА**» (более 2-х с) до появления надписи «**Одноплоскостная**» или «**Двухплоскостная**». Нажатием кнопки «**-/СБРОС**» выбрать вид балансировки.

7.2.14 Нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести индикатор в режим ввода значения параметра «**→ ...**». На дисплее появится обозначение вводимого параметра и его значение, хранящееся в памяти индикатора. При несовпадении этого значения с табличным кнопкой «**-/СБРОС**» обнулить цифровое показание дисплея и кнопками «**0...9**» набрать новое, взятое из таблицы (запятая не вводится).

7.2.15 Повторить действия, указанные в п. 7.2.14, для всех вводимых параметров.

7.2.16 После ввода значения последнего параметра индикатор перейдет в режим вывода значения параметра «**← ...**». На дисплее появятся обозначение выводимого параметра и соответствующее цифровое значение. Записать это значение в таблицу. Нажатиями кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» вывести на дисплей значения параметров: при одноплоскостной балансировке – «**Мк1**», «**∠ Мк1**», при двухплоскостной – «**Мк1**», «**∠ Мк1**», «**Мк2**», «**∠ Мк2**», рассчитанных индикатором, и тоже записать их в таблицу.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для контроля значений параметров, введенных в память индикатора, и исключения ошибок, допущенных при вводе, следует после завершения действий, предписанных п. 7.2.16, или после входа в режим «**ВИБРАЦИЯ**» выполнить рекомендации п.п. 7.2.13 – 7.2.16.

7.2.17 Установить корректирующие массы (корректирующую массу) M_{ki} на плоскости (плоскость) коррекции на радиусах (радиусе) R_{pi} .

Если радиус установки R_{ki} корректирующей массы отличается от радиуса R_{pi} , то ее значение M'_{ki} следует выбрать из соотношения:

$$M'_{ki} \cdot R_{ki} = M_{ki} \cdot R_{pi}.$$

7.2.18 Произвести контрольный пуск. Устанавливая датчик на отмеченные на опорах точки, измерить виброскорости на частоте вращения ротора и, если результат балансировки неудовлетворителен, повторить балансировку.

7.2.19 Выключить индикатор.

8 Контроль достоверности показаний

8.1 Подключить к индикатору датчик вибрации и положить его на невибрирующую поверхность.

8.2 Включить индикатор. После появления надписи «**ВИБРАЦИЯ**» нажать и удерживать кнопку «**/СБРОС**» до появления на дисплее надписи «**Тест дат**» и цифрового значения, которое должно находиться в пределах 10–20.

8.3 Выключить индикатор.

8.4 Индикатор исправен, если выполняется требование п. 8.2.

9 Техническое обслуживание

9.1 Техническое обслуживание индикатора заключается в ежегодном выполнении следующего перечня операций:

- 1) снять резиновые окантовки и верхнюю крышку корпуса индикатора;
- 2) удалить пыль с печатных плат струей воздуха;
- 3) собрать индикатор.

10 Транспортирование и хранение

10.1 Условия транспортирования индикатора в части воздействия механических факторов – С по ГОСТ 23216, в части воздействия климатических факторов – 3 по ГОСТ 15150.

10.2 Условия хранения индикатора – 3 по ГОСТ 15150.

11 Свидетельство о приемке

Индикатор ИБР-02 № _____
соответствует ТУ У 33.2-14105464.007:2008 и признан
годным к эксплуатации.

Начальник ОТК

МП

личная подпись

расшифровка подписи

год, число, месяц

12 Гарантийные обязательства

12.1 Изготовитель гарантирует работоспособность индикатора при соблюдении владельцем правил эксплуатации, изложенных в руководстве по эксплуатации.

12.2 Гарантийный срок эксплуатации - 24 месяца со дня продажи.

12.3 В течение гарантийного срока изготовитель обязуется безвозмездно производить ремонт или замену индикатора. В случае отказа индикатора следует обратиться к изготовителю.

Дата продажи _____

Разработчик и изготовитель

ООО «ФИРМА «ТЭТРА, LTD»,
Украина, 61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21,
тел./факс (057) 714-09-43, тел. (057) 720-22-13, 714-38-38
mark@tetra.kharkiv.com, <http://www.tetra.kharkiv.com>

Импортер в России

ООО «ТЭТРА-ИНТЕР», Россия, 309296
г. Шебекино, Белгородской обл., ул. Московская, 10,
тел./факс (47248) 4-59-31, тел. (47248) 4-22-16
e-mail: tetrainter@mail.ru, <http://www.tetrainter.narod.ru>