

СОГЛАСОВАНО  
Главный метролог  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«08» июля 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Вибропреобразователи FK

## ***МЕТОДИКА ПОВЕРКИ***

МП-072-2022

г. Чехов  
2022 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на вибропреобразователи FK (далее по тексту – преобразователи) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Преобразователи обеспечивают прослеживаемость к ГЭТ58-2018 «ГПСЭ единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения» методом прямых измерений.

## 2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	-	-
Проверка диапазона измерений осевого смещения и определение отклонения действительного коэффициента преобразования от номинального	9.1	Да	Да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот	9.2	Да	Да
Определение нелинейности амплитудной характеристики	9.3	Да	Нет
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

2.2 Если при проведении той или иной операции получен отрицательный результат, дальнейшую поверку приостанавливают до устранения недостатков, выявленных при проведении поверки.

2.3 После устранения недостатков, вызвавших отрицательный результат, преобразователь вновь предоставляют на поверку.

2.4 При невозможности устранения недостатков, преобразователь признают непригодным к применению и эксплуатации по назначению. Оформляют извещение о непригодности преобразователя в соответствии с порядком проведения поверки, установленным нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- |   |                  |
|---|------------------|
| - температура окружающей среды, °С            | от +18 до +25    |
| - относительная влажность окружающей среды, % | от 45 до 80      |
| - атмосферное давление, кПа                   | от 87,3 до 106,0 |

3.2 Отсутствие механической вибрации, тряски и ударов, влияющих на работу преобразователя. Напряжение питания поверяемого преобразователя должно соответствовать требованиям, установленным в эксплуатационной документации фирмы изготовителя.

#### 4 Требования к специалистам

4.1 К проведению поверки допускается персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый преобразователь и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

#### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Сведения о средствах поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
1	2	3
<b>Основные средства поверки</b>		
	Средство воспроизведений размаха виброперемещения в диапазоне значений от 0,25 до 1000 мкм, в диапазоне частот от 0,2 до 10000 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm(1,5\div 3) \%$ (Рабочий эталон не ниже 2 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. №2772)	Виброустановка поверочная DVC-500, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 58770-14)
9	Средство измерений напряжения постоянного тока: диапазон измерений от 0 до 300 В, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 1 \%$ (Рабочий эталон не ниже 2 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03 сентября 2021 г. №1942)	Мультиметр 3458А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 25900-03)
	Устройство с отсчетным устройством для настройки вибропреобразователей Технические требования к устройству приведены в приложении Б к данной методике Средство измерений длины в диапазоне значений от 0,25 до 29 мм, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 1,5 \%$ (Рабочий эталон не ниже 4 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. №2840)	Устройство с отсчетным устройством для настройки вибропреобразователей (Технические требования к устройству приведены в приложении Б) Головка микрометрическая МГ, мод. 131-1, рег. № 7422-79

## Окончание таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
1	2	3
9	<p>Вспомогательное оборудование</p> <p>Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,2</math> °С</p> <p>Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 2</math> %</p> <p>Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,3</math> кПа</p> <p>Источник питания, обеспечивающей напряжения постоянного тока от 18 до 30 В</p>	<p>Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 71394-18)</p>
<p><b>Примечания:</b></p> <p>1) допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p> <p>2) все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы в соответствии с действующим законодательством.</p>		

## 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый преобразователь и средства поверки.

6.2 Все средства поверки и поверяемый преобразователь должны иметь защитное заземление.

## 7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- целостность корпуса преобразователя;
- целостность кабеля преобразователя;
- отсутствие повреждений соединительных разъемов.

7.2 При наличии вышеуказанных дефектов поверку не проводят до их устранения. Если дефекты невозможно устранить, поверяемый преобразователь бракуют.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 На виброустановку поверочную (далее – виброустановка) закрепляют образец металла, виброперемещение которого преобразователь должен преобразовывать в аналоговый сигнал. Крепление образца металла к виброустановке может быть выполнено клеевым или резьбовым способом. Плоскость образца металла должна быть перпендикулярна к направлению оси колебаний виброустановки.

8.2 Датчик преобразователя устанавливают в устройство с отсчетным устройством (приложение Б) над образцом металла с зазором в диапазоне измерений осевого смещения каждого конкретного образца таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности датчика совпадало с направлением колебаний виброустановки.

8.3 В соответствии с эксплуатационной документацией преобразователь подключают соединительными кабелями к входам мультиметра 3458А (далее – мультиметр) в режиме измерений напряжения постоянного тока, а выход источника питания к входу преобразователя, как представлено на рисунке 1.

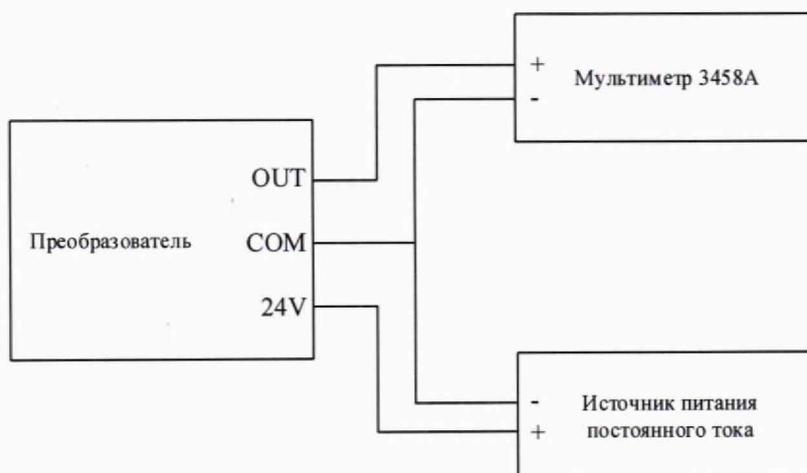


Рисунок 1 – Схема подключения поверяемого преобразователя

8.4 Включают и прогревают приборы измерительной цепи и виброустановки.

8.5 Плавно увеличивают или уменьшают зазор с помощью устройства с отсчетным устройством (приложение Б), фиксируя значения на выходе преобразователя.

8.6 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении и уменьшении зазора, значения выходного сигнала синхронно изменяются

## 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Проверка диапазона измерений осевого смещения и определение отклонения действительного коэффициента преобразования от номинального.

9.1.1 Повторяют операции по п.п. 8.1-8.3 настоящей программы испытаний.

9.1.2 Проверку диапазона измерений осевого смещения и определение отклонения действительного коэффициента преобразования от номинального проводят в точках  $S_{min}$ ;  $0,25S_{max}$ ;  $0,5S_{max}$ ;  $0,75S_{max}$ ;  $S_{max}$

где  $S_{min}$  и  $S_{max}$  – соответственно нижний и верхний пределы диапазона измерений осевого смещения, мм.

Допускается отклонение от установленного значения  $S_{min}(+5\%)$ ;  $0,25S_{max}(\pm 5\%)$ ;  $0,5S_{max}(\pm 5\%)$ ;  $0,75S_{max}(\pm 5\%)$ ;  $S_{max}(-5\%)$ .

9.1.3 Для каждого измеренного значения напряжения постоянного тока проводят расчет коэффициента преобразования по формуле (1):

$$K_i = \frac{U_{вых i}}{S_i}, \quad (1)$$

где  $K_i$  – значение коэффициента преобразования при  $i$  – ом значении установленного зазора, В/мм;  
 $U_{вых i}$  – значение напряжения постоянного тока при  $i$  – ом значении установленного зазора, В;  
 $S_i$  – значение установленного зазора, мВ.

9.1.4 Расчет действительного значения коэффициента преобразования проводят по формуле (2):

$$K_D = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (2)$$

где  $K_D$  – действительное значение коэффициента преобразования, В/мкм;  
 $K_i$  – значение коэффициента преобразования при  $i$  – ом значении установленного зазора, В/мкм;  
 $n$  – число измерений.

9.1.5 Определяют отклонение действительного коэффициента преобразования от номинального по формуле (3):

$$\delta = \frac{K_D - K_{\text{НОМ}}}{K_{\text{НОМ}}} \cdot 100 \% , \quad (3)$$

где  $K_D$  – действительное значение коэффициента преобразования, В/мкм;  
 $K_{\text{НОМ}}$  – номинальное значение коэффициента преобразования, В/мкм.

9.1.6 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерений осевого смещения и отклонение действительного коэффициента преобразования от номинального соответствуют значениям, указанным в Приложении А.

В случае подтверждения соответствия прибора метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и прибор признают годным к применению.

В случае, если соответствие прибора метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и прибор признают непригодным к применению.

9.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (далее – АЧХ) в диапазоне рабочих частот

9.2.1 Устанавливают зазор между образцом металла и датчиком преобразователя предельно равный 50 % диапазона измерений осевого смещения.

9.2.2 При помощи установки воспроизводят значение размаха виброперемещения предельно равное 1000 мкм не менее чем при десяти значениях рабочего диапазона частоты, при этом обязательно наличие нижнего и верхнего пределов рабочего диапазона. Значения частоты рекомендуется выбирать из ряда: 0,2; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 7000; 8000; 10000 Гц. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики определяют по формуле (4):

$$\gamma_{\text{АЧХ}} = 20 \ln \left( \frac{K_f - K_{\text{НОМ}}}{K_{\text{НОМ}}} \right) , \quad (4)$$

где  $\gamma_{\text{АЧХ}}$  – неравномерность АЧХ, дБ;

$K_f$  – значение коэффициента преобразования при определении неравномерности АЧХ на установленном значении частоты, и рассчитанное по формуле (5), В/мкм;

$K_{\text{НОМ}}$  – номинальное значение коэффициента преобразования, В/мкм.

$$K_f = \frac{U_{\text{вых}j}}{S_f} , \quad (5)$$

где  $K_f$  – значение коэффициента преобразования при  $f$  – ом значении установленной частоты, В/мкм;  
 $U_{\text{вых}j}$  – значение напряжения постоянного тока при  $f$  – ом значении установленной частоты, В;  
 $S_f$  – значение установленного зазора, мВ.

9.2.3 Результаты поверки считать положительными, если неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот соответствует значениям, указанным в Приложении А.

В случае подтверждения соответствия прибора метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и прибор признают годным к применению.

В случае, если соответствие прибора метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и прибор признают непригодным к применению.

### 9.3 Определение нелинейности амплитудной характеристики (далее – АХ)

#### 9.3.1 Определение нелинейности АХ проводят в точках $S_{min}$ ; $0,25S_{max}$ ; $0,5S_{max}$ ; $0,75S_{max}$ ; $S_{max}$

где  $S_{min}$  и  $S_{max}$  – соответственно нижний и верхний пределы диапазона измерений осевого смещения, мм.

Допускается отклонение от установленного значения  $S_{min}(+5\%)$ ;  $0,25S_{max}(\pm 5\%)$ ;  $0,5S_{max}(\pm 5\%)$ ;  $0,75S_{max}(\pm 5\%)$ ;  $S_{max}(-5\%)$ .

9.3.2 При помощи установки воспроизводят значение размаха виброперемещения предельно равное 1000 мкм на частоте 80 Гц.

9.3.3 В каждой точке проводят определяют действительные коэффициент преобразования в каждой  $j$ -ой точке по формуле (6):

$$K_j = \frac{U_{выхj}}{S_j}, \quad (6)$$

где  $K_j$  – значение коэффициента преобразования при  $j$  – ом значении установленного зазора, В/мкм;  
 $U_{выхj}$  – значение напряжения постоянного тока при  $j$  – ом значении установленного зазора, В;  
 $S_j$  – значение установленного зазора, мВ.

9.3.4 После определения действительного коэффициента преобразования во всех  $j$ -ых точках, рассчитывают среднеарифметическое значение по формуле (7):

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_j}{n}, \quad (7)$$

где  $K_{cp}$  – среднее значение коэффициента преобразования, В/мкм;  
 $K_j$  – значение коэффициента преобразования при  $j$  – ом значении установленного зазора (точке), В/мкм;  
 $n$  – число измерений.

9.3.5 Определяют относительное отклонение действительного коэффициента преобразования от среднего значения по формуле (8):

$$\delta_j = \frac{K_j - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где  $\delta_j$  – рассчитанное относительное отклонение действительного коэффициента преобразования от среднего значения, %;

$K_j$  – действительное значение коэффициента преобразования при  $j$  – ом значении установленного зазора, В/мкм;

$K_{cp}$  – среднее значение коэффициента преобразования, В/мкм.

9.3.6 За нелинейность АХ принимают максимальное значение относительного отклонения действительного коэффициента преобразования от среднего значения по формуле (9):

$$\delta_{AX} = (\delta_j)_{max}, \quad (9)$$

где  $\delta_{AX}$  – определенная нелинейность АХ, %;

$(\delta_j)_{max}$  – максимальное значение рассчитанного относительного отклонения действительного коэффициента преобразования от среднего значения по формуле (8), %

9.3.7 Результаты поверки считать положительными, если нелинейность амплитудной характеристики соответствует значениям, указанным в Приложении А.

В случае подтверждения соответствия прибора метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и прибор признают годным к применению.

В случае, если соответствие прибора метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и прибор признают непригодным к применению.

## **10 Оформление результатов поверки**

10.1 При положительных результатах поверки преобразователь признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в **Федеральный информационный фонд** по обеспечению единства измерений с указанием объема, проведенной поверки, а на преобразователь выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим порядком проведения поверки.

10.2 При отрицательных результатах поверки преобразователь признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в **Федеральный информационный фонд** по обеспечению единства измерений, и на преобразователь выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим порядком проведения поверки.

## Приложение А (обязательное)

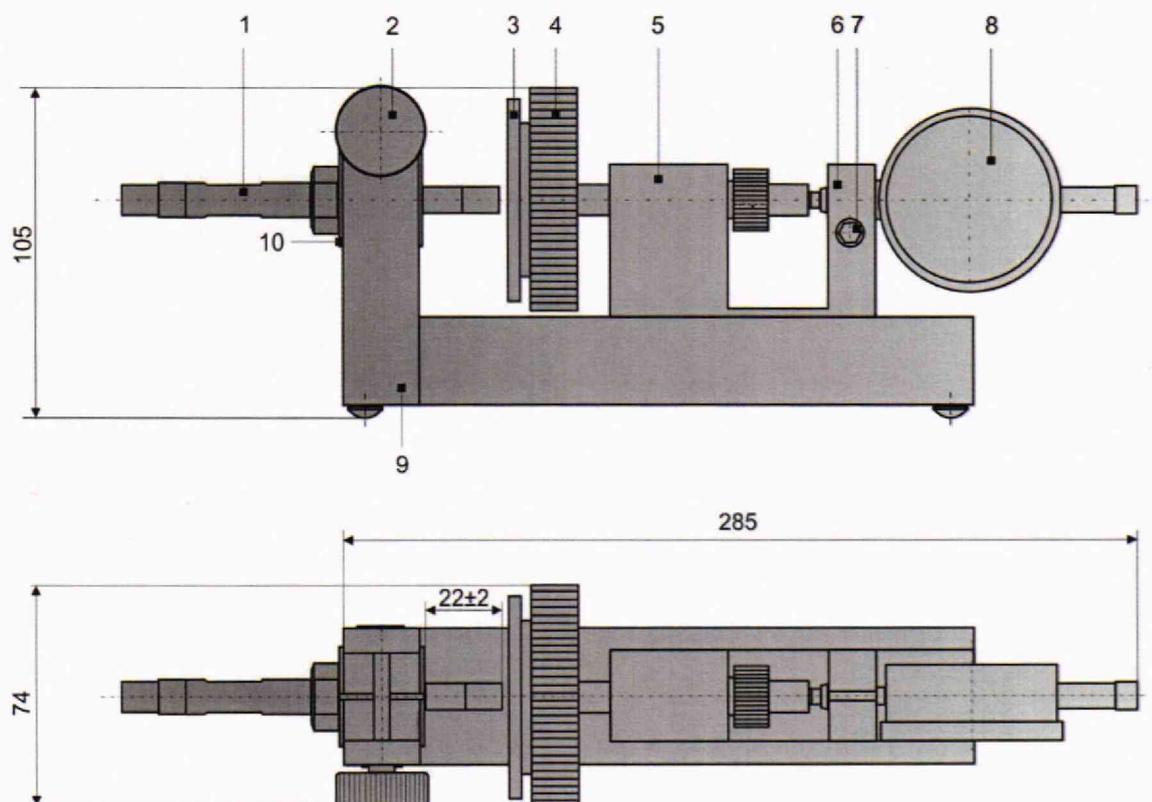
Таблица А.1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение								
	Модификация								
	FK- 152R1, 2	FK- 302F 3	FK- 202F1, 2	FK- 452F1, 2	FK- 302F1, 2	FK- 602F1, 2	FK- 143F1, 2	FK- 263F1, 2	FK- 142K1, 2
Диапазон измерений осевого смещения, мм	от 0,25 до 1,75	от 0,25 до 3,25	от 0,25 до 2,55	от 0,5 до 5,0	от 0,25 до 3,25	от 0,5 до 6,5	от 3,0 до 16,5	от 3 до 29	от 0,4 до 1,8
Номинальный коэффициент преобразования, В/мм	7,87	5,0	7,87	3,94	5,0	2,5		0,8	7,87
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,2 до 7000	от 0,2 до 8000	от 0,2 до 10000						
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения Гц, %	±4								
Нелинейность амплитудной характеристики, %, не более	±5,0 <sup>1)</sup> ; ±6,5 <sup>2)</sup>	±10	±10	±5	-	-	-	±10	±12,5
Неравномерность частотной характеристики, дБ, не более	±3								
<p>1) – для вибропреобразователей FK с кабелем FW длиной 5 м</p> <p>2) – для вибропреобразователей FK с кабелем FW длиной 9 м</p>									

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

## Технические характеристики к устройству с отсчетным устройством для настройки вибропреобразователей



Компоненты устройства:

1. Датчик преобразователя (для примера)
2. Винт для фиксации втулки
3. Измерительный диск
4. Барабан с трещоткой
5. Каретка
6. Стойка каретки
7. Винт
8. Отсчетное устройство (индикатор)
9. Стойка
10. Втулка сменная

Таблица Б1 – Основные технические характеристики устройства

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры, мм, не более (Ш×В×Г)	285×74×105
Масса устройства (без втулок и отсчетного устройства), кг, не более	1,5